



Projecte de marquesina per cobrir la graderia del Camp de Futbol Municipal, a la zona esportiva Municipal, Carretera de Mataró a Arenys de Munt, s/n, Arenys de Munt.

Prop.- Ajuntament d'Arenys de Munt

R.- 7257/21

setembre 2023



PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL, ZONA ESPORTIVA MUNICIPAL, CARRETERA DE MATARÓ A ARENYS DE MUNT S/N, ARENYS DE MUNT.

PROM. – AJUNTAMENT D'ARENYS DE MUNT.

ÍNDEX

1. DADES PROJECTE
 - 1.1. OBJECTE
 - 1.2. ESTAT ACTUAL
 - 1.3. LOCALITZACIÓ PROJECTE
2. AGENTS EDIFICACIÓ
3. ESTAT ACTUAL - DESCRIPCIÓ DE L'EDIFICI I DEL LOCAL.
4. NORMATIVA URBANÍSTICA.
 - 4.1. PLANEJAMENT.
5. DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE.
 - 5.1. NECESSITATS FUNCIONALS.
 - 5.2. INTEGRACIÓ PAISATGÍSTICA.
 - 5.3. DESCRIPCIÓ MARQUESINA.
 - 5.4. DESCRIPCIÓ DE L'ACTUACIÓ I EXECUCIÓ.
6. SUPERFÍCIES
7. COMPLIMENT NORMATIU - CTE
 - 7.1. CTE DB SE – Seguretat estructural.
 - 7.2. CTE DB SI – Seguretat en cas incendis.
 - 7.3. CTE DB SUA – Seguretat utilització i accessibilitat.
 - 7.4. CTE DB HS – Salubritat.
 - 7.5. CTE DB HR – Protecció al soroll.
 - 7.6. CTE DB HE – Estalvi d'energia.
8. AVALUACIÓ DELS RESIDUS
9. ABOCADOR DE RUNES
10. PRESSUPOST
11. NORMATIVA D'APLICACIÓ.

RELACIÓ DE PLÀNOLS

01	Situació i emplaçament.
02	Planta, secció, alçat i fotomuntatges

RELACIÓ DE PLÀNOLS ESTRUCTURA

01E	Planta fonaments i detall ancoratges pilars.
02E	Armadures fonaments.
03E	Planta i secció transversal estructura coberta.

ANNEXOS:

- ANNEX I: MEMÒRIA I CÀLCULS ESTRUCTURALS.
- ANNEX II: AMIDAMENTS
- ANNEX III: PRESSUPOST
- ANNEX IV: JUSTIFICACIÓ DE PREUS
- ANNEX V: ESTUDI GESTIÓ DE RESIDUS
- ANNEX VI: PLEC DE CONDICIONS
- ANNEX VII: ESTUDI BASIC DE SEGURETAT I SALUT

PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL, ZONA ESPORTIVA MUNICIPAL, CARRETERA DE MATARÓ A ARENYS DE MUNT S/N, ARENYS DE MUNT.

PROM. – AJUNTAMENT D'ARENYS DE MUNT.

MEMÒRIA

1. DADES PROJECTE

1.1. OBJECTE

La marquesina projectada donarà cobriment a part de la graderia del camp de futbol.

1.2. ESTAT ACTUAL

El camp de futbol està en funcionament. La graderia es troba a un costat del rectangle de joc, costat nord-est. Darrera seu hi ha un camí o vial de servei asfaltat, a un nivell superior al terreny de joc i 1,5m aproximadament respecte a l'últim nivell de la graderia.

1.3. LOCALITZACIÓ PROJECTE

La marquesina es col·locarà al camp de futbol, situat en la zona esportiva municipal d'Arenys de Munt, a la Carretera de Mataró a Arenys de Munt BV-5031 o Carretera de Torrentbó, d'Arenys de Munt.

Referència cadastral 1578601DG6017N0001HL.

2. AGENTS EDIFICACIÓ

El Promotor: AJUNTAMENT D'ARENYS DE MUNT, amb NIF P0800700G, adreça Rambla Francesc Macià, 59, de 08358-Arenys de Munt.

El Projectista-redactor projecte: Xavier Brullet Coll, Enginyer Industrial, amb DNI 43.693.087-X, col·legiat núm. 12.902 de l'Il·lustrat Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya, amb domicili a Mataró-08301, Carrer d'en Pujol, 22, baix; telèfon 93.796.04.46, i adreça electrònica info@brullet.com.

3. ESTAT ACTUAL - DESCRIPCIÓ DE L'EDIFICI I DEL LOCAL.

El camp de futbol està en funcionament. La graderia es troba a un costat del rectangle de joc, costat nord-est. Darrera seu hi ha un camí o vial de servei asfaltat, a un nivell superior al terreny de joc i 1,5m aproximadament respecte a l'últim nivell de la graderia.

4. NORMATIVA URBANÍSTICA.

4.1. PLANEJAMENT.

El present projecte està d'acord amb el Pla General d'Ordenació d'Arenys de Munt, de 2003 i el seu text refós de juliol de 2018. La zona esportiva està qualificada com a Sistema d'equipaments, clau E.

La zona esportiva està dins la classificació de Sòl Urbà.

5. DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE.

5.1. NECESSITATS FUNCIONALS.

El projecte pretén millorar les condicions davant les inclemències atmosfèriques de la graderia, procurant cobertura en cas de pluja i al estiu ombra vers el sol. La marquesina està ubicada al centre de la graderia, convertint-la en un element destacat.

5.2. INTEGRACIÓ PAISATGÍSTICA.

La nova coberta , ubicada al centre de la graderia del camp de futbol i convertint-se en un nou element dominant del camp , una nova façana .

La coberta aborda aquesta relació paisatgística amb l'intent de difuminar-se en material i lleugeresa....convertint-se en umbracle.

Buscant la discreció amb la menor alçada possible amb una ombra massissa horitzontal subjectada per un quatre pilars alts i esvelts, i uns tirants que l'acompanyen. Coberta massissa que es difumina amb unes lames horitzontals , tamisadores de sol.

Voluntat d'integració en el espai boscos que la rodeja.

5.3. DESCRIPCIÓ MARQUESINA.

Es tracta d'una estructura de perfils d'acer que sustentarà una coberta formada plafons prefabricats de xapa d'acer tipus sandvitx i una zona de lames d'acer. A partir de 4 pilars o tornapunts surten de cada un d'ells unes bigues HE que sustenten unes corretges IPE.

Per donar consistència estructural, de cada pilar surt un tirant cap l'extrem de la biga, i del mateix punt del pilar dos tirants cap les tornapunes inferiors ancorades al fonament. Per donar rigidesa al conjunt els pilars estan travats entre ells a nivell de sortida de biga i tornapunes inferiors. Per evitar la trabocada de la marquesina els pilars i tornapunes inferiors són ancorats a un gran fonament que fa de contrapès.

5.4. DESCRIPCIÓ DE L'ACTUACIÓ I EXECUCIÓ.

En ordre d'execució:

- Treballs previs. Es delimitarà l'espai del vial de servei necessari per poder fer les feines de forma segura i evitar entrada de persones alienes a l'obra.
- Enderrocs i excavació. Es delimitarà amb tall de disc l'espai on hi haurà el fonament i es procedirà a picar amb martell mecànic l'asfalt existent. La runa s'amuntegarà per la posterior càrrega i trasllat a un abocador. Es procedirà a l'excavació amb mitjans mecànics dels 4 daus de fonamentació deixant les terres a un costat per posteriorment amuntegar-les a l'obra. De manera puntual caldrà emprar un martell picador si el substrat de sauló ho requereix. Es preveu que els pous de fonament i rases puguin mantenir-se verticals. Si s'escau es farà un repàs de les parets per assegurar la seva verticalitat.
- Runes i terres excavació. Les runes del paviment i les terres de l'excavació amuntegades de forma separada a l'obra, seran carregades per mitjans mecànics a camions i portades a abocadors autoritzats.
- Formigó de neteja. Un cop feta l'excavació es procedirà a abocar formigó de neteja i anivellació al fons. També es farà abans de la col·locació de l'armadura de la llosa superior en els llocs on aquesta té contacte amb el terreny.
- Armadura fonaments. Es procedirà a la col·locació de l'armat treballat al taller o/i confeccionat a l'obra.
- Formigó fonaments. Seguidament s'abocarà amb bomba el formigó elaborat en planta i subministrat per formigonera. Es realitzarà un vibrat del formigó per evitar embossaments aire.
- Armadura llosa superior. Quan la direcció facultativa consideri adient es procedirà a la col·locació de l'armadura de la llosa superior i d'unió dels 4 fonaments. Al mateix moment també es col·locaran els perns d'ancoratge dels pilars i tornapunes, cal que la seva col·locació sigui acurada en relació a les posicions.
- Formigó llosa superior. Seguidament s'abocarà amb bomba el formigó elaborat en planta i subministrat per formigonera. Es realitzarà un vibrat del formigó per evitar embossaments aire.
- Ancoratges pilars i tornapunes. Es col·locaran les plaques d'ancoratge treballades en taller, sota d'aquestes i en contacte amb el formigó es posarà una base d'anivellament de morter d'alta resistència i sense retracció. Es col·locaran les femelles i contrafemelles. Es comprovarà l'anivellament correcte.

- Estructura marquesina. Es soldaran a les plaques d'ancoratge els pilars i tornapunts base de l'estructura. S'uniran els pilars amb una travesa. Seguidament es col·locaran la biga principal amb la costella per les lames, i tirants de la mateixa amb unions soldades. A les bigues principals s'hi soldaran les corretges i les creus als mòduls extrems. Els perfils es portaran a l'obra ja tallats i treballats a taller, les unions seran soldades. S'empraran grues per la col·locació i feines.
- Estructura marquesina - lames. Les lames de perfils tubulars d'acer es soldaran a les costelles, els perfils vindran tallats del taller o es tallaran a l'obra. En la col·locació es faran servir grues amb cistelles.
- Pintura estructura. L'estructura d'acer es pintarà amb dues capes d'imprimació antioxidant i dues d'esmalt sintètic d'acabat.
- Coberta. Es procedirà al muntatge dels panells sandvitx d'acer galvanitzat i prelacat, fixat a les corretges de l'estructura.
- Acabat final. Per donar per acabada l'obra es retiraran els materials sobrants i tanques necessàries per la seguretat de l'execució.

6. SUPERFÍCIES

La coberta té unes mides d'amplada 15,31 i longitud 6,13m més 2,58m de lames. La superfície és de 113,35m².

7. COMPLIMENT NORMATIU - CTE

- Codi Estructural. (justificat a la memòria i càlculs estructurals)
- Codi Tècnic Edificació, CTE, i els seus Documents Bàsics, DB.
Especifiquem quines parts hi incideixen i es justifiquen.

7.1. CTE DB SE – Seguretat estructural.

Justificat a la memòria i càlculs estructurals.

7.2. CTE DB SI – Seguretat en cas incendis.

No és d'aplicació per tractar-se d'una coberta a l'exterior, en un lloc de difícil desenvolupament d'incendis i de fàcil evacuació.

7.3. CTE DB SUA – Seguretat utilització i accessibilitat.

No és d'aplicació per no haver una utilització i accés a la coberta.

7.4. CTE DB HS – Salubritat.

No és d'aplicació per tractar-se d'una construcció a l'exterior, oberta, sense tancaments laterals. Especifiquem algunes característiques relacionades amb la protecció front la humitat i evacuació aigües.

CTE DB HS 1 – Protecció front la humitat.

Per la tipologia constructiva no cal tenir un grau d'impermeabilitat determinat. L'estructura d'acer estarà protegida amb pintures antioxidants i pintada. La xapa de coberta és d'acer galvanitzat i pintat de forma prelacada.

CTE DB HS 5 – Evacuació aigües.

Les aigües pluvials de la coberta s'aboquen directament per escorrentia al vial de servei que hi ha darrera la graderia. No suposen cap mena de molèstia pels ocupants de sota la marquesina.

7.5. CTE DB HR – Protecció al soroll.

No és d'aplicació per la tipologia de la construcció. S'ha optat per una coberta de xapa tipus sandvitx per esmorteir la remor produïda per la caiguda de la pluja.

7.6. CTE DB HE – Estalvi d'energia.

No és d'aplicació.

8. AVALUACIÓ DELS RESIDUS

A l'obra els únics residus seran l'enderroc del paviment i l'excavació per la realització dels fonaments. Una avaluació d'aquesta generació de residus és:

MAM/304/2002 - Codi LER

Paviment asfàltic, amb un volum de	170302	16,50 m ³
Terres excavació fonaments i llosa, amb un volum de	170504	206,39 m ³
Plàstics, amb un volum de	170203	0,50 m ³
Acer, amb un volum de	170405	0,50 m ³
TOTAL		223,89 m ³

L'avaluació del pes dels residus és de:

MAM/304/2002 - Codi LER

Paviment asfàltic, amb un pes de	170302	25,38 t
Terres excavació fonaments i llosa, amb un volum de	170504	238,14 t
Plàstics, amb un pes de	170203	0,19 t
Acer, amb un volum de	170405	1,51 t
TOTAL		265,22 t

Al ser una obra menor, no és d'aplicació el RD 210/2018 i el Decret 89/2010. Els residus produïts, són inerts i no perillosos, no es classificaran a l'obra, i es portaran a un abocador autoritzat pel seu triatge.

9. ABOCADOR DE RUNES

Si bé no està encara adjudicada l'obra de reforma a cap empresa, els residus generats per aquesta es portaran preferentment i en funció de les admissions permeses a un abocador comarcal controlat i proper a l'obra.

10. PRESSUPOST

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL.....	155.974,03 €
6 % Benefici industrial SOBRE 95.941,82.....	9.358,44 €
13 % Despeses generals SOBRE 95.941,82.....	20.276,62 €
 Subtotal	 185.609,09 €
 21 % IVA SOBRE 114.170,77.....	 38.977,91 €
TOTAL PRESSUPOST PER CONTRACTE	224.587,00 €

Aquest pressupost d'execució per contracte puja a
(DOS-CENTS VINT-I-QUATRE MIL CINC-CENTS VUITANTA-SET
EUROS)

11. NORMATIVA D'APLICACIÓ.

- Llei 38/1999, de 5 de novembre, d'Ordenació de l'Edificació.
- Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), de 17 de març de 2006. (RD 314/2006)
- RD. 1627/1997, de 24 d'octubre, sobre Disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.
- RD. 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.
- RD. 210/2018, de 16 d'abril, pel que s'aprova el Programa de Prevenció i gestió de Residus i Recursos de Catalunya (PRECAT20)
- D. 89/2010, de 29 de juny, pel qual s'aprova el Programa de gestió de residus de la construcció de Catalunya (PROGROC).
- D. 375/1988, de 1 de desembre, de Control de qualitat de l'edificació.
- Reglament Electrotècnic per la Baixa Tensió (Decret 842/2002 de 2 d'Agost) i instruccions complementaries.

Arenys de Munt, 5 de setembre de 2023
Xavier Brullet i Coll
Enginyer Industrial
Col·legiat núm.12.902

**ANNEX D'ESTRUCTURA PER A LA NOVA CONSTRUCCIÓ
D'UNA MARQUESINA AL CAMP MUNICIPAL D'ESPORTS
D'ARENYS DE MUNT, C.P. 08358, (BARCELONA)**



DOSGEUVEARQUITECTURA S.L.P.

C/ Wellington, nº 29, baixos

08018 Barcelona

Tel: 934052165 / e: 2gv@2gv.es

www.2gv.es

ÍNDEX

0. ANTECEDENTS I CONSIDERACIONS INICIALS	1
1. DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE	2
1.1. DESCRIPCIÓ GEOMÈTRICA I CONSTRUCTIVA	2
2. NORMATIVA D'OBLIGAT COMPLIMENT.....	3
3. REQUISITS DE L'ESTRUCTURA	5
3.1. VIDA ÚTIL.....	5
3.2. EXIGÈNCIES	6
4. JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ESTRUCTURAL ADOPTADA	10
4.1. FONAMENTACIÓ	10
4.2. ESTRUCTURA	10
5. CARACTERÍSTIQUES DELS MATERIALS EMPRATS.....	11
5.1 TERRENY	11
5.2 FORMIGÓ IN SITU	14
5.3 ACER EN BARRES	15
5.4 ACER EN PERFILS.....	15
5.5 CONTROL DE QUALITAT	15
6. ACCIONS CONSIDERADES	16
6.0 PES PROPI	16
6.1 CÀRREGUES DISTRIBUÏDES SOBRE FORJATS.....	16
6.3 ACCIONS TÈRMiques.....	16
6.4 ACCIONS SÍSMIQUES.....	17
6.5 ALTRES ACCIONS ACCIDENTALS	17
7. MÉTODES DE CÀLCUL.....	18
7.1. FORMIGÓ ARMAT.....	18
7.2. ACER LAMINAT I CONFORMAT	18
8. COMBINACIONS D'ACCIONS.....	19
9. CONSIDERACIONS FINALS.....	20
9.1 RECOMANACIONS CONSTRUCTIVES	20
ANNEX 1: MEMÒRIA DE CÀLCUL	
ANNEX 2: LLISTAT DE CÀLCUL DE L'ESTRUCTURA	

0. ANTECEDENTS I CONSIDERACIONS INICIALS

S'encarrega per part de XAVIER BRULLET I ASSOCIATS S.L.P., tècnics redactors del projecte, el disseny i càlcul de l'estructura per a una marquesina al Camp d'Esports Municipal d'Arenys de Munt. Dit emplaçament es troba a la Carretera de Sant Celoni s/n, C.P. 08358 d'Arenys de Munt (Barcelona). Es tracta d'una intervenció de nova construcció.

Els tècnics redactors van facilitar la documentació gràfica necessària per a la comprensió del projecte i l'adequació de la proposta estructural a la del projecte presentat. A més, es van fer les reunions necessàries per aclarir tots aquells punts susceptibles de ser comentats. Dita documentació gràfica es la que serveix com a base pel projecte de l'estructura de dit dipòsit.

Tota variació al projecte pot portar implícita la variació de l'estructura, havent-hi de ser re-calcada si la modificació li afectés.

1. DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE

1.1. DESCRIPCIÓ GEOMÈTRICA I CONSTRUCTIVA

El projecte redactat comprén el disseny i el càlcul de l'estructura de nova construcció d'una marquesina al Camp d'Esports Municipal d'Arenys de Munt. Dit emplaçament es troba a la Carretera de Sant Celoni s/n, C.P. 08358 d'Arenys de Munt (Barcelona).

Dit projecte d'ubica en el pròpi camp de futbol, al centre de la grada que es troba al costat llarg nord-est, i s'emplaça al nivell del camí de servei superior, que es troba a un desnivell de 5,65 m respecte del terreny de joc.

Es tracta d'una marquesina atirantada, de 15,31 x 8,26 metres de dimensions en planta. Hi ha una franja de 15,31 x 6,49 metres que es coberta, i la franja de 1,77 metres que resta, son lames pel control solar.

Els sistemes constructius emprats a la marquesina son els següents:

- Fonamentació semiprofunda amb sabates de formigó armat, i una llosa superior de formigó armat
- Pilars i tornapunts de perfils tubulars circulars d'acer
- Tirants amb capacitat a compressió de perfils tubulars d'acer
- Emparrillat de coberta amb perfils laminats d'acer tipus IPE o HEB

2. NORMATIVA D'OBLIGAT COMPLIMENT

La normativa d'obligat compliment es la següent:

LEY 38/1999. LEY DE ORDENACIÓN DE LA EDIFICACIÓN.

Es d'aplicació al present projecte.

R.D. 470/2021. CÓDIGO ESTRUCTURAL

- **TÍTULO 1: BASES GENERALES**
És d'aplicació al present projecte estructural.
- **TÍTULO 2: ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN**
És d'aplicació al present projecte estructural.
- **TÍTULO 3: ESTRUCTURAS DE ACERO**
És d'aplicació al present projecte estructural.
- **TÍTULO 4: ESTRUCTURAS MIXTAS**
No és d'aplicació al present projecte estructural.

EUROCÓDIGOS ESTRUCTURALES

Són d'aplicació en el present projecte, como a complement a l'aplicació del Código Estructural.

R.D. 314/2006. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)

- **DB-SE: SEGURIDAD ESTRUCTURAL**
És d'aplicació al present projecte estructural, com a complement a l'aplicació del Código Estructural.
- **DB-SE-AE: ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN**
És d'aplicació al present projecte estructural, com a complement a l'aplicació del Código Estructural.
- **DB-SE-C: CIMENTOS**
És d'aplicació al present projecte estructural, com a complement a l'aplicació del Código Estructural.
- **DB-SE-A: ACERO**
És d'aplicació al present projecte estructural, com a complement a l'aplicació del Código Estructural.
- **DB-SE-F: FÁBRICA**
No és d'aplicació al present projecte estructural, per no dissenyar-se elements estructurals de fàbrica.
- **DB-SE-M: MADERA**
No és d'aplicació al present projecte estructural, per no dissenyar-se elements estructurals de fusta.
- **DB-SI: SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO**
No és d'aplicació al present projecte estructural, donat que es tracta d'una estructura exterior, sense que es pugui desenvolupar un incendi.

R.D. 997/2002. NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE (NCSR-02)

Es de aplicació al present projecte, donat que tot i que l'edifici es troba dintre d'una zona d'acceleració bàsica de 0,04g, i un coeficient de contribució (k) de 1,0.

3. REQUISITS DE L'ESTRUCTURA

De conformitat amb la normativa vigent, i amb el fi de garantir la seguretat de les persones, els animals i els bens, el benestar de la societat i la protecció del medi ambient, les estructures, en la seva totalitat o als seus elements aïllats, hauran de ser adients per al seu ús, durant la totalitat del període de vida útil per la que es construeix. Per allò, hauran de satisfer els requisits següents:

- a. Seguretat i funcionalitat estructural, consistent en reduir a límits acceptables el risc de que l'estructura tingui un comportament mecànic inadequat front a les accions e influències previsibles a les que pugui estar sotmesa durant la seva construcció i ús previst, considerant la totalitat de la seva vida útil.
- b. Seguretat en cas d'incendi, consistent en reduir a límits acceptables el risc de que els usuaris de l'estructura pateixin danys derivats d'un incendi d'origen accidental.
- c. Higiene, salut i protecció del medi ambient, complint la legislació específica pertinent.
- d. En particular es recomana una utilització dels recursos naturals consistents en procurar l'ús de materials secundaris i reciclats en les obres de construcció, així com la reutilització i la reciclabilitat de les mateixes, els seus materials i les seves parts després de la seva demolició.

Per a la consecució dels anteriors requisits, hauran de complir-se les exigències que es relacionen en l'articulat de la normativa d'obligat compliment. Per a la seva comprovació serà suficient, en alguns casos, l'aplicació dels procediments inclosos en les instruccions i normatives pertinents per a cada tipus d'estructura i material, així com les comunes per a totes elles, mentre que en d'altres, hauran de ser complementats amb l'establert en altres reglamentacions vigents i de caràcter més específic en funció de l'ús de l'estructura.

La propietat podrà establir també altres requisits addicionals com, per exemple, l'aspecte. En dit cas haurà d'identificar prèviament a la realització del projecte les exigències lligades a la consecució dels citats requisits addicionals, així com els criteris per a la seva comprovació. Per al present projecte la Propietat no ha establert requisits addicionals.

Els anteriors requisits es satisfan mitjançant la redacció del present projecte, que inclou una adequada selecció de la solució estructural i dels materials de construcció, una execució curosa conforme a projecte, un control adequat del projecte i de la execució, així com una explotació, ús i manteniment apropiats.

3.1. VIDA ÚTIL

La propietat haurà de fixar prèviament a l'inici del projecte, la vida útil nominal de l'estructura, que no podrà ser inferior al indicat en les corresponents reglamentacions específiques o, en el seu defecte, als valors recollits a la taula següent:

Tabla 2.1 Vida útil nominal

Categoría de vida útil	Vida útil nominal (años)	Ejemplos
1	10	Estructuras temporales ⁽¹⁾
2	10 a 25	Partes reemplazables de la estructura, por ejemplo vigas carril, aparatos de apoyo
3	15 a 30	Estructuras agrícolas y similares
4	50	Estructuras de edificación y otras estructuras comunes
5	100	Estructuras de edificios monumentales, puentes y otras estructuras de ingeniería civil
(1) Las estructuras o partes de estructuras que pueden desmontarse con vistas a ser reutilizadas no deben considerarse como temporales.		

Per als elements estructurals que componen l'estructura, es podran establir valors inferiors de vida útil, en funció del tipus d'element, possibilitat de reposició del mateix i condicions per a la seva execució.

La categoria de vida útil adoptada pel present projecte en la seva totalitat, és **Categoria 4 (vida útil nominal de 50 anys)**

3.2. EXIGÈNCIES

Les exigències que deu complir una estructura per satisfer els requisits son les que es relacionen a continuació.

3.2.1. Exigències relatives al requisit de seguretat estructural

Per satisfer aquest requisit, les estructures s'han de projectar, construir, controlar i mantenir-se de manera que es compleixin uns nivells mínims de fiabilitat per cadascuna de les exigències que s'estableixen als apartats següents, d'acord amb el sistema de seguretat recollit al Código Estructural, i de manera complementària en el grup de normes europees EN 1990 a EN 1999 "Eurocodigos Estructurales", o en el DB-SE del Codi Tècnic de la Edificació.

S'entén que el compliment de la normativa pertinent per a cada material, complementada per les corresponents reglamentacions específiques que le siguin d'aplicació, és suficient per garantir la satisfacció d'aquest requisit de seguretat estructural.

3.2.1.1. Exigència de resistència i estabilitat

La resistència i l'estabilitat de l'estructura seran les adequades perquè no es generin riscos inadmissibles com a conseqüència de les accions i influències previsible, tant durant la seva fase d'execució com durant el seu ús, mantenint-se durant la seva vida útil prevista.

El nivell de fiabilitat que, amb caràcter general, ha d'assegurar-se en les estructures vindrà definit pel seu índex de fiabilitat, RC2 de les definides en l'apartat B.3.2 de l'Annex 18, del Código Estructural. Conseqüentment, el seu índex de fiabilitat per al període de referència de 50 anys, no haurà de ser inferior a 3,8. En el cas d'estructures singulars o d'estructures de poca importància, la propietat podrà adoptar altres índexs diferents, coherents amb les possibles classes de conseqüències i d'acord amb l'indicat en el referit apartat de l'Annex 18.

Els procediments inclosos en la normativa pertinent per a cada material mitjançant la comprovació dels estats límit últims (ELU), juntament amb la resta de criteris relatius a l'execució i control, permeten satisfer aquesta exigència.

3.2.1.2 *Exigència d'aptitud al servei*

L'aptitud al servei serà conforme amb l'ús previst per a l'estructura, de manera que no es produeixin deformacions admissibles, es limiti a un nivell acceptable, i si escau, la probabilitat d'un comportament dinàmic inadmissible per a la confortabilitat dels usuaris, i a més, no es produeixin degradacions o fissures inacceptables.

S'entendrà que l'estructura té deformacions admissibles quan compleixi les limitacions de fletxa establertes per les reglamentacions específiques que siguin aplicable.

S'entendrà que un element estructural té vibracions admissibles quan compleixi les limitacions establertes per les reglamentacions específiques que siguin aplicable.

El nivell de fiabilitat mínima que s'assegura per a la seva aptitud al servei en les estructures en les quals sigui aplicable el Código Estructural, vindrà definit per la classe de fiabilitat RC2 de les definides en l'apartat B.3.2 de l'Annex 18, de l'esmentat Codi.

Conseqüentment, el seu índex de fiabilitat per a un període de referència de 50 anys, no haurà de ser inferior a 1,5.

Per al present projecte s'han considerat els següents Estat Límits de Servei:

Limitació de fletxes

Considerant l'integritat dels elements constructius es limita la fletxa activa relativa a $L/300$, per a qualsevol combinació d'accions característica.

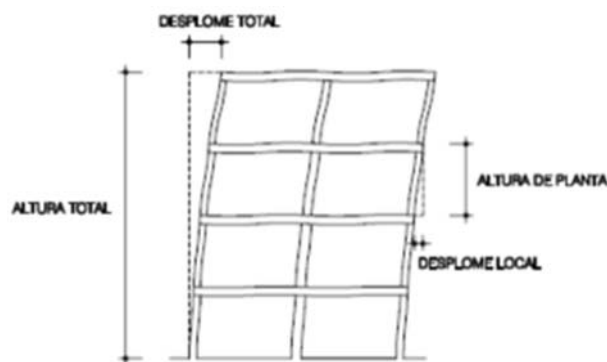
Considerant el confort dels usuaris es limita la fletxa instantània relativa a $L/350$, per a qualsevol combinació d'accions característica, considerant únicament accions de curta durada.

Considerant l'aparença de l'obra es limita la fletxa total relativa a $L/300$, per a qualsevol combinació d'accions cuasipermanent.

Desplaçaments horitzontals

La limitació dels desplaçaments horitzontals de l'edifici s'ha limitat a:

- Desplom total: $1/500$ de l'alçada total de l'edifici, per a qualsevol combinació d'accions característica.
- Desplom local: $1/250$ de l'alçada de la planta, en qualsevol d'elles, per a qualsevol combinació d'accions característica.
- Desplom relatiu: $1/250$ de l'alçada de la planta o de l'edifici, per a qualsevol combinació d'accions cuasipermanent.



Limitació de la fisuració

Per a les estructures de formigó, en absència de requisits addicionals específics (estanquitat, etc.), les obertures característiques de fissura no seran superiors a les màximes obertures de fissura ($w_{\max}$) que figuren en la taula següent:

Tabla 27.2 Abertura máxima de la fisura

Clase de exposición	$w_{\max}$	
	Hormigón armado (para la combinación cuasipermanente de acciones)	Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
X0 ⁽²⁾ , XC1 ⁽²⁾ .	0,4	0,2
XC2, XC3, XF1, XF3, XC4.	0,3	0,2 ⁽¹⁾
XS1, XS2, XD1, XD2, XD3, XF2, XF4, XA1 ⁽³⁾ .	0,2	Descompresión
XS3, XA2 ⁽³⁾ , XA3 ⁽³⁾ .	0,1	

⁽¹⁾ Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación cuasi-permanente de acciones.

⁽²⁾ Para las clases de exposición X0 y XC1, la abertura de fisura no influye normalmente en la durabilidad. Los valores recogidos en la tabla para estos casos se establecen para garantizar un aspecto aceptable.

⁽³⁾ La limitación relativa a las clases XA1, XA2 y XA3 solo será de aplicación en el caso de que el ataque químico pueda afectar a la armadura.

Es limita l'obertura màxima de fissura a **0,3 mm**, tant per als elements de fonamentació.

Vibracions

Per la pròpia naturalesa del projecte, no es limiten les vibracions, donat el propi ús de l'estructura.

3.2.1.3 Exigència de robustesa i redundància

Les estructures incloses en el Còdigo Estructural hauran de ser projectades de manera que qualsevol esdeveniment extraordinari no produeixi conseqüències desproporcionades respecte a la causa original.

3.2.1.4 Exigència relativa a la durabilitat

El projecte ha de contemplar una estratègia de durabilitat que permeti aconseguir la vida útil nominal definida per a l'estructura. Aquesta estratègia serà objecte de control durant l'execució i establirà condicions a complir en el manteniment durant la fase de servei.

3.2.2. Exigències relatives al requisit de seguretat en cas d'incendi

Per satisfer aquest requisit, si escau, les obres s'han de projectar, construir, controlar i mantenir-se de manera que es compleixin una sèrie d'exigències, entre les que es troba la de resistència de l'estructura davant del foc.

El compliment de la Instrucció pertinent per a cada material no és, per tant, suficient per al compliment d'aquest requisit, sent necessari complir a més les disposicions de la resta de la reglamentació vigent que sigui d'aplicació.

3.1.2.1. Exigència de resistència de l'estructura front el foc

L'estructura haurà de mantenir la seva resistència davant del foc durant el temps establert en les corresponents reglamentacions específiques que siguin aplicables de manera que es limiti la propagació del foc i es faciliti l'evacuació dels ocupants i la intervenció dels equips de rescat i extinció d'incendis.

En el cas d'estructures d'edificació, la resistència al foc requerida per a cada element estructural ve definida pel que estableix el Document Bàsic DB-SI del Codi Tècnic de l'Edificació.

El compliment del Código Estructural és suficient per a la satisfacció és aquesta exigència sense perjudici de la resta de la reglamentació específica que li sigui aplicable.

Per al present projecte no es determina cap resistència al foc dels elements estructurals, donat que es tracta d'una estructura exterior sense risc d'incendi.

3.2.3. Exigències relatives al requisit d'higiene, salut i medi ambient

Les estructures hauran de projectar-se, construir-se i controlar-se de forma que es compleixi l'exigència de qualitat mediambiental de l'execució.

3.2.3.1 Exigència de qualitat mediambiental de l'execució

La construcció de l'estructura haurà de ser projectada i executada de manera que es minimitzi la generació d'impactes ambientals provocats per la mateixa i evitant, dins del possible, la generació de residus.

Així mateix, les tasques d'intervenció sobre les estructures existents, inclòs les que formen part del seu manteniment, hauran de definir-se, planificar-se i portar-se a terme d'acord amb els mateixos criteris definits al paràgraf anterior.

3.2.3.1 Exigència de reutilització i reciclabilitat

Sempre que així ho consideri la propietat, el projecte, construcció i manteniment de l'estructura hauran d'estar enfocats a la reutilització o reciclatge de la seva totalitat o d'una part d'aquesta, una vegada que s'hagi assolit el final de la seva vida de servei. Per a això, es definirà una estratègia específica amb aquesta finalitat, d'acord amb els criteris establerts al Código Estructural.

4. JUSTIFICACIÓ DE LA SOLUCIÓ ESTRUCTURAL ADOPTADA

La vida útil per la que es projecten aquestes estructures es de 50 anys, tal i com es reflexa al capítol 3 de la present memòria (Requisits de l'estructura).

El projecte redactat comprén el disseny i el càlcul de l'estructura de nova construcció d'una marquesina al Camp d'Esports Municipal d'Arenys de Munt. Dit emplaçament es troba a la Carretera de Sant Celoni s/n, C.P. 08358 d'Arenys de Munt (Barcelona).

4.1. FONAMENTACIÓ

La fonamentació de la marquesina es resol amb 4 sabates/dau de formigó armat HA-25/B/20/XC2, armades amb barres corrugades d'acer B500S, i lloses amb els mateixos materials que les lliguen entre elles. Aquestes lloses tenen un cantell de 40 cm.

Sota tots els elements de fonamentació es disposa una capa de formigó de neteja de 10 cm. de gruix.

4.2. ESTRUCTURA

4.2.1. Estructura suport

L'estructura suport de la marquesina es compon dels següents sistemes:

- Pilars i tornapunts tubulars circulars d'acer S275JR, amb nusos rígids
- Tirants amb capacitat de treball a compressió amb perfils tubulars circulars d'acer S275JR, biarticulats

4.2.2. Estructura horitzontal

L'estructura horitzontal de la marquesina es compon dels següents sistemes:

- Bigues principals amb perfils HEB i IPE d'acer S275JR
- Bigues secundàries amb perfils IPE d'acer S275JR

5. CARACTERÍSTIQUES DELS MATERIALS EMPRATS

5.1 TERRENY

Per a la redacció del present projecte l'enginyeria ha facilitat un estudi geotècnic, encarregat a l'empresa D&S GEOPROJECTES. Dit estudi porta com a número de registre EG-220402. Es tracta d'un estudi geotècnic encarregat per al present projecte.

Les dades necessàries pel present projecte són les següents:

Quadre resum de les diferents unitats litològiques

Unitat de rebliment (R)

Terres saulonoses remogudes, per anivellar en el seu moment la plataforma objecte de l'estudi. Recobriment superior de l'estructura. Presenta un gruix detectat gairebé inexistent de 0,2 m.

Unitat Substrat de sauló (A)

Es tracta dels materials resultants de l'alteració de la roca granodiorítica, presentant una estructura en grans de quars i de feldspat ben desenvolupats i amb abundant quantitat de mica.

En el conjunt de la classificació es diferencia dos grans blocs quant a les seves característiques i comportament geomecànic:

- o Àmbit de Sauló: comportament general assimilable a un sòl. Abasta l'entorn comprès entre el grau III i el grau VI
- o Àmbit rocós: comportament general assimilable a una roca. Abasta l'entorn comprès entre el grau I i el grau III

En l'àrea estudiada, el sauló es compon majoritàriament per materials en un grau moderat a molt alterat. Corresponen a un grau III a IV dins la gradació de l'alteració dels materials de la família granítica. Es tracta d'un material lleugerament descompost o desintegrat en sòl, mantenint l'estructura intacta; els feldspats han quedat transformats en caolí blanquinós o marronós (mineral del grup de les argiles), mentre que els grans de quars i de mica continuen poc o gens alterats.

La presència de dics intrusius o filons de característiques porfíriques és habitual en el si de la massa sulonosa/granit. La intrusió es va produir a través de fractures preexistents, en estat fluïd i amb refredament ràpid, generant una estructura de dic encaixant i d'estructura micro-cristal·lina. Aquesta circumstància ha proporcionat una fragilitat que ha generat una malla de trencament més elevada que la del granit i del sauló que en deriva. Són materials als que se'ls pot atribuir un grau d'alteració de tipus IV, especialment degut a la seva gran fragmentació, que afavoreix la seva alteració. Les principals fractures que afecten el massís afecten també els dics.

Aquesta unitat constitueix el massís identificable com a substrat de la zona i el gruix de materials d'aquestes característiques es d'ordre hectomètric, evolucionant a roca amb un grau inferior d'alteració dins del quadre exposat anteriorment.

Els seus paràmetres geotècnics són els següents:

CARACTERÍSTIQUES GEOTÈCNIQUES			
Identificació	Sistema unificat de sòls (USCS)		SAULÓ GRAU IV
	Consistència/compacitat		Mitja a Densa
Resistència	Densitat Aparent	Tn/m ³	2.5 a 2.7
	Angle de fregament ϕ	°	40 a 42 en matriu
	Cohesió Cu "in situ"	Kg/cm ² *	>1 en matriu
	Compressió "in situ"	Kg/cm ² **	>5.0
Agr.	N _{spt}		23 a Retop
		%	<0.05
	Sulfats SO ⁴	Classificació	No agressiu

(*) indicatiu de cohesió aparent (Cu), corresponent a assaig ràpid sens drenar efectuat amb Vane test.

(**) indicatiu de valors de Resistència a la Compressió no confinada (Ru) efectuats amb micro-penetròmetre.

Es tracta d'una unitat de caràcter granular arenós mig-groller, cohesiu a subcohesiu, molt compacte, no compressible i resistent, amb valors de N_{spt}/N_{dps} mitjos a elevats i engeneral >40 amb tendència a retop; se li atribueix un comportament geotècnic front a sol·licitacions verticals que ha de considerar-se de bo a molt bo, resultant apta per a actuar com a base de suport de les estructures de fonamentació.

No es expansiu ni col·lapsable. Es tracta de sòls no agressius al ciment del formigó.

En els punts de reconeixement no ha estat detectat el nivell freàtic.

Fonamentació

En base a la caracterització del terreny, la fonamentació de l'estructura ha de reposar, en cada punt de suport o sabata, íntegrament en la unitat de substrat de sauló (A), el qual apareix en els punts de reconeixement gairebé superficialment.

Donada la proximitat de l'estructura de la coberta al mur superior de la graderia, per tal d'evitar empentes de la fonamentació de la coberta en aquest, es remarca la necessitat que la base dels fonaments quedi suficientment encastada en el si de la unitat de sauló (A), ultrapassant la base del referit mur, i guardant una distància de seguretat amb l'aresta del talús de les graderies, que no sigui inferior a 2 metres.

Així, a partir de la secció adjuntada en els annexes, es recomana que la cota de fonamentació sigui al voltant de la cota 183,5. Això seria, amb la base dels fonaments al voltant dels 2,5 metres respecte la plataforma actual on s'han realitzat els sondeigs.

Per altra banda, en cas que els diferents fonaments quedessin a diferents fondàries, aquests hauràn de guardar una relació entre si de manera que la diferència d'alçada (b) entre dues sabates contigües a diferent alçada no resulti superior a la meitat de la distància (a) entre les arestes més properes de les referides sabates: $b \leq a/2$. Això podria requerir l'aprofundiment d'algunes de les sabates, tot i trobar-se preceptivament encastades en el substrat ferm.

El procediment de fonamentació podrà ser de sabates aïllades/pous de fonamentació, encastades degudament en la Unitat (A) com s'ha dit en els paràgrafs anteriors.

La càrrega mitjana admissible de servei per a la Unitat de substrat de sauló (A) ha estat calculada mitjançant la fórmula 4.9 del CTE per a fonaments superficials per $B < 1.2\text{m}$ i amb assentaments admissibles de fins a $1''$:

$$Q_{\text{adm}} = 12N_{\text{spt}} \cdot \left(1 + \frac{D}{3B}\right) \cdot \left(\frac{S_t}{25}\right)$$

essent:

N_{spt} = valor de N_{spt} considerat
 D = encastament del fonament
 B = amplada del fonament
 S_t = assentament total admissible.

Així, la càrrega mitjana de treball admissible del terreny per a sabates de $B=1$, considerant $N_{\text{spt}}=30$ i $D=0.60\text{m}$ resulta de:

$$Q > 3.00 \text{ Kg/cm}^2$$

Però recomanem no superar aquesta càrrega de treball admissible del terreny

Els assentaments d'aquests tipus de fonamentació, encastada en el substrat de sauló/granit, han de resultar de magnituds insignificants.

Excavabilitat i estabilitat

Donada la naturalesa dels sòls investigats, no es preveu de manera general dificultats especials pel que fa als treballs d'excavació de les rases de fonamentació. Els materials a excavar presenten un grau d'excavació Normal els quals podran ser realitzats mitjançant maquinaria convencional de potència mitjana. De manera puntual potser caldrà l'ús del martell trencador en zones de major duresa del substrat de sauló.

En base a les condicions dels materials detectades en els punts de reconeixement, es preveu que les parets de les rases de l'excavació, puguin mantenir-se en vertical fins a permetre l'execució dels fonaments. De tota manera es recomana actuar amb celeritat en la seva execució.

Classificació sísmica del terreny

D'acord a la Norma de Construcció Sismorresistent: Part General i Edificació (NCSE-02), el territori d'Arenys de Munt queda classificat amb els següents valors d'acceleració sísmica bàsica i de coeficient de contribució:

Acceleració sísmica bàsica:	$a_b/g = 0.04$
Coefficient de Contribució:	$K = 1.0$
Tipus de terreny	II - III (Unitat A)

Classificació Terreny	Tipus de terreny	Vs (m/s)	Coefficient del sòl (Ci)
I	roca compacta, sòl cimentat o granular molt dens	$>750 \text{ m/s}$	1.0
II	roca molt fracturada, sòls granulars densos o cohesius durs	$750 > Vs > 400 \text{ m/s}$	1.3
III	sòl granular compactat mitjana o sòl cohesiu ferm a molt ferm	$400 > Vs > 200 \text{ m/s}$	1.6
IV	sòl granular solt o cohesiu tou	$Vs < 200 \text{ m/s}$	2.0

5.2 FORMIGÓ IN SITU

La caracterització del formigó a emprar s'ha fet d'acord amb l'establert als capítols 7, 8 i 9 del Código Estructural.

La situació dels elements estructurals de formigó son elements de fonamentació.

Per a la fonamentació de la marquesina es considera que la classe general d'exposició es **Classe XC2**.

El pes específic del formigó armat es considera 25 kN/m^3 .

FORMIGÓ C.E. XC2

Resistència

Per a una classe general d'exposició tipo XC2 s'emprarà un formigó HA-25, com a mínim, prescrit per la norma.

Composició

Així mateix, la màxima relació aigua-ciment serà de 0,60, i el mínim contingut de ciment serà de 275 kg/m^3 .

Recobriment

El recobriment nominal es de $20 + 10 \text{ mm}$, es a dir, 30 mm .

El quadre següent resum les característiques prescrites segons la norma.

CARACTERÍSTIQUES DEL FORMIGÓ XC2	
Recobriment nominal (r_{nom})	30 mm .

Màxima relació aigua-ciment	0,60
Mínim contingut ciment (kg/m ³)	275
Resistència mínima (N/mm ²)	25

Per tant, la fonamentació a projectar es realitzarà amb un formigó HA-25/B/20/XC2

5.3 ACER EN BARRES

L'acer emprat a l'armat dels elements de formigó te les següents propietats:

$$\rho_s = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 200000 \text{ N/mm}^2$$

El tipus d'acer per a armats serà B-500-SD

5.4 ACER EN PERFILS

L'acer emprat als nous elements de l'estructura metàl·lica en perfils serà del tipus S-275-JR, amb les següents propietats:

$$\rho_s = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

5.5 CONTROL DE QUALITAT

Formigó armat

D'acord als nivells de control previstos, es realitzaran els assaigs pertinents dels materials, acer i formigó segons s'indica al Código Estructural, Caps. 13 i 14 i els Articles 21, 22 i 23.

Acer

D'acord als nivells de control previstos, es realitzaran els assaigs pertinents dels materials, segons s'indica al Código Estructural. Caps. 23 i 24 i els Articles 21,22 i 23.

6. ACCIONS CONSIDERADES

6.0 PES PROPI

El pes propi dels elements es considera al propi model de càlcul, multiplicant el volum de material de cada element pel pes específic del material que el conforma.

6.1 CÀRREGUES DISTRIBUÏDES SOBRE FORJATS

CÀRREGUES PERMANENTS

COBERTA MARQUESINA	
Panell sandvitx xapa acer	0,30 kN/m ²
Total càrregues distribuïdes	0,30 kN/m²

SOBRECÀRREGA D'ÚS

FORJATS INTERIORS I COBERTES TRANSITABLES	
Codi de la sobrecàrrega	G1*
*No concomitant amb la resta d'accions variables	
Total sobrecàrrega d'ús distribuïda	0,40 kN/m²
Total sobrecàrrega d'ús concentrada	1,00 kN

SOBRECÀRREGA DE NEU

SOBRECÀRREGA DE NEU COBERTES	
Zona climàtica	Zona 2
Altura topogràfica	121 msnm
Total Sobrecàrrega de neu distribuïda	0,46 kN/m²

SOBRECÀRREGA DE VENT

SOBRECÀRREGA VENT	
Zona eòlica	Zona C
Pressió estàtica vent (q_b)	0,52 kN/m ²
Coeficient d'exposició (C_e)	2,18

6.3 ACCIONS TÈRMiques

No es consideren les accions tèrmiques per tractar-se d'elements de menys de 40 m. de longitud.

6.4 ACCIONS SÍSMIQUES

Es considera a l'anàlisi dinàmic, donat que la marquesina es troba dintre d'una zona d'acceleració bàsica de 0,04g.

6.5 ALTRES ACCIONS ACCIDENTALS

No es consideren.

7. MÉTODES DE CàLCUL

7.1. FORMIGÓ ARMAT

Per a l'obtenció de les sol·licitacions s'ha considerat els principis de la Mecànica racional i les teories clàssiques de la Resistència de materials i Elasticitat.

El mètode de càlcul aplicat és el dels Estats Límits, en els quals es pretén limitar que l'efecte de les accions exteriors ponderades per uns coeficients, sigui inferior a la resposta de l'estructura, minorant les resistències dels materials.

En els estats límits últims es comproven els corresponents a: equilibri, esgotament o trencament, adherència, ancoratge i fatiga (si s'escau).

En els estats límits d'utilització, es comprova: deformacions (fletxes), i vibracions (si s'escau).

Definits els estats de càrrega segons el seu origen, es procedeix a calcular les combinacions possibles amb els coeficients de majoració i minoració corresponents i les combinacions d'hipòtesis bàsiques definides en la normativa d'obligat compliment.

Situacions no sísmiques

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Situacions sísmiques

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_A A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

L'obtenció dels esforços en les diferents hipòtesis simples de l'entramat estructural, es faran d'acord a un càlcul lineal de primer ordre, és a dir admetent proporcionalitat entre esforços i deformacions, el principi de superposició d'accions, i un comportament lineal i geomètric dels materials i l'estructura.

Per a l'obtenció de les sol·licitacions determinants en el dimensionat dels elements dels forjats (bigues, biguetes, lloses, nervi) s'obtidran els diagrames d'envolupants per a cada esforç.

Per al dimensionat dels suports es comproven per a totes les combinacions definides.

7.2. ACER LAMINAT I CONFORMAT

Es dimensionen els elements metàl·lics, determinant coeficients d'aprofitament i deformacions, així com l'estabilitat, d'acord als principis de la Mecànica Racional i la Resistència de Materials.

Es realitza un càlcul lineal de primer ordre, admetent localment plastificacions d'acord amb el que indica la norma.

L'estructura es suposa sotmesa a les accions exteriors, ponderant per a l'obtenció dels coeficients d'aprofitament i comprovació de seccions, i sense majorar per a les comprovacions de deformacions, d'acord amb els límits d'esgotament de tensions i límits de fletxa establerts.

Per al càlcul dels elements comprimits es té en compte el vinclament per compressió, i per als flectats el vinclament lateral, d'acord amb les indicacions de la norma.

8. COMBINACIONS D'ACCIONS

Per a la combinació de les accions s'ha considerat l'establert a la normativa d'obligat compliment que li sigui d'aplicació. El llistat complet de les hipòtesi i combinacions es desenvolupa als annexos del present document.

- Amb coeficients de combinació

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sense coeficients de combinació

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- On:

G_k Acció permanent

Q_k Acció variable

g_G Coeficient parcial de seguretat de les accions permanents

$g_{Q,1}$ Coeficient parcial de seguretat de l'acció variable principal

$g_{Q,i}$ Coeficient parcial de seguretat de les accions variables d'acompanyament

$y_{p,1}$ Coeficient de combinació de l'acció variable principal

$y_{a,i}$ Coeficient de combinació de les accions variables d'acompanyament

9. CONSIDERACIONS FINALS

9.1 RECOMANACIONS CONSTRUCTIVES

La definició constructiva i recomanacions necessàries es realitzen als plànols adjunts.

No es realitzarà cap abassegament sobre l'estructura.

Barcelona, Novembre de 2022.

DOSGEUVEARQUITECTURA S.L.P.



ANNEX 1: MEMÒRIA DE CÀLCUL

ANNEX D'ESTRUCTURA
Nova marquesina Camp d'Esports Municipal d'Arenys de Munt

MEMÒRIA DE CÀLCUL DE L'ESTRUCTURA

Aquesta és la memòria de càlcul de l'estructura per a les següents normes d'Espanya:

- Accions: CTE DB SE i CTE DB SE-AE i Annex 18 del Código Estructural
- Sisme: NCSE-94 i NCSE-02
- Formigó armat i en Masa: Código Estructural
- Unidireccionals prefabricats: CÓDIGO ESTRUCTURAL
- Acer estructural: CÓDIGO ESTRUCTURAL
- Bigues Mixtes: EN 1994-1-1
- Alumini: EN 1999-1-1
- Fonaments: CTE DB SE-C
- Fàbrica: CTE DB SE-F
- Fusta: CTE DB SE-M
- Resistència al foc: CTE DB SI, CÓDIGO ESTRUCTURAL, EN 1994-1-2 i EN 1999-1-2

INTRODUCCIÓ

El càlcul de l'estructura ha estat realitzat mitjançant el programa TRICALC de Càlcul Espaiat d'Estructures Tridimensionals, versió 14.0, de l'empresa Graitec Spain, S.L. - ARKTEC, amb domicili a Caleruega, 81 – E28033 Madrid (Espanya).

GEOMETRIA

Sistemes de coordenades

S'utilitzen tres tipus de sistemes de coordenades:

- **SISTEMA GENERAL:** Es el sistema de coordenades utilitzat per situar elements en l'espai. Està constituït per l'origen de coordenades O_g i els eixos X_g , Y_g i Z_g formant un trèdre. Els eixos X_g i Z_g defineixen el pla horitzontal de l'espai i els plans formats per X_gY_g i Y_gZ_g són els verticals.

- **SISTEMA LOCAL:** Es el sistema de coordenades propi de cadascun dels nusos d'una barra de l'estructura i depèn exclusivament de la seva situació i orientació en l'espai. Cadascuna de les barres té un eix de coordenades local per a cadascun dels seus nusos, als quals hom denominarà $[O_i, X_i, Y_i, Z_i]$ i $[O_j, X_j, Y_j, Z_j]$. Els eixos locals es defineixen de la següent manera:

- Eixos Locals en el NUS i:

L'origen de coordenades O_i està situat en el nus i.

L'eix X_i es defineix com el vector de direcció j_i .

L'eix Y_i es selecciona perpendicular als eixos X_i i Z_g de forma que el producte vectorial de Z_g amb X_i coincideixi amb Y_i .

L'eix Z_i es determina per la condició d'ortogonalitat que ha de complir el trèdre format per X_i , Y_i i Z_i .

- Eixos Locals en el NUS j:

L'origen de coordenades O_j està situat en el nus j.

L'eix X_{lj} es defineix com el vector de direcció ij .

L'eix Y_{lj} es selecciona perpendicular als eixos X_{lj} i Z_g de forma que el producte vectorial de Z_g amb X_{lj} coincideixi amb l'eix Y_{lj} .

L'eix Z_{lj} es determina per la condició d'ortogonalitat que ha de complir el trèdre format per X_{lj} , Y_{lj} i Z_{lj} .

■ **SISTEMA PRINCIPAL:** Es el sistema de coordenades que coincideix amb el sistema d'eixos principals d'inèrcia de la secció transversal d'una barra. Mitjançant una rotació de valor θ s'obté un angle θ entre els eixos Y_{local} i $Y_{principal}$ del seu nus de menor numeració, mesurat des de l'eix Y_{local} en direcció a Z_{local} .

El sistema de coordenades general $[O_g, X_g, Y_g, Z_g]$ s'utilitza per definir les següents magnituds:

- Coordenades dels nusos.
- Condicions de suport dels nusos en contacte amb la fonamentació (suports, encastaments, ressorts i assentaments).
- Càrregues contínues, discontinúes, triangulars i puntuals aplicades en les barres.
- Forces i moments en els nusos.
- Desplaçaments en els nusos i reaccions d'aquells en contacte amb el terreny, obtinguts després del càlcul.

El sistema de coordenades principal $[O_p, X_p, Y_p, Z_p]$ s'utilitza per definir les següents magnituds:

- Càrregues de temperatures, amb gradient tèrmic al llarg de l'eix Y_p o Z_p de la secció.
- Càrregues del tipus moments flectors i torsors en barres.
- Resultats de sol·licitacions d'una barra.
- Gràfiques de les sol·licitacions principals.

Definició de la geometria

L'estructura ha estat definida com una malla tridimensional composta per barres i nusos. Hom considera que les barres són de directriu recta, de secció constant entre els seus nusos extrems i de longitud igual a la distància entre els eixos locals de dits extrems.

Les **unions de les barres** en els nusos poden ser de diferents tipus:

- **UNIONS RIGIDES**, en les que les barres transmeten girs i desplaçaments als nusos.
- **UNIONS ARTICULADES**, en les que les barres transmeten desplaçaments als nusos però no girs.
- **UNIONS ELÀSTIQUES**, en les que es defineix un percentatge en els tres girs, en eixos principals de la barra.

Les **condicions de suport** imposades als nusos de l'estructura en contacte amb la fonamentació, condicions de suport, permeten limitar el gir i/o desplaçament en els eixos generals. Segons les diferents combinacions dels sis possibles graus de llibertat per nus, es poden definir diferents casos:

- **NUSOS LLIURES:** desplaçaments i girs en els tres eixos de coordenades (-----).
- **NUSOS ARTICULATS:** sense desplaçaments, girs en els tres eixos (XYZ---).
- **NUSOS ENCASTATS:** sense desplaçaments ni girs (XYZXYZ).

- *SUPORTS VERTICALS*: desplaçaments respecte els eixos X_g i Z_g , girs en els tres eixos ($-Y----$).
- *SUPORTS HORIZONTALS EN X*: desplaçaments respecte els eixos Y_g i Z_g , girs en els tres eixos ($X-----$).
- *SUPORTS HORIZONTALS EN Z*: desplaçaments respecte els eixos X_g i Y_g , girs en els tres eixos ($--Z---$).
- *RESSORTS o SUPORTS ELASTICS*: desplaçaments respecte els eixos $X_g/Y_g/Z_g$ definits per les constants de rigidesa $K_{dx}/K_{dy}/K_{dz}$, girs respecte dits eixos definits per les constants de rigidesa $K_{gx}/K_{gy}/K_{gz}$. Es possible definir en un nus condicions de suport i ressorts, en diferents eixos.

Hom ha previst *ASSENTAMENTS* en nusos, tenint en compte per al càlcul de sol·licitacions els esforços produïts pel desplaçament de dits nusos.

Els codis expressats al final de cada tipus de suport, es recullen en diferents llistats del programa.

Eixos de càlcul

Es permet considerar com a eixos de càlcul o les barres que l'usuari defineixi (les línies que uneixen dos nusos) o l'eix físic (geomètric) de les seccions de les barres (veure LLISTAT D'OPCIONES).

En el primer cas, si es considera necessari, es podran introduir de forma manual en el càlcul els efectes que puguin produir la diferència de situació entre els eixos de càlcul i els eixos físics de les seccions transversals de les barres, mitjançant la introducció d'accions addicionals, forces i moments, o mitjançant la modelització dels nusos com elements amb dimensió.

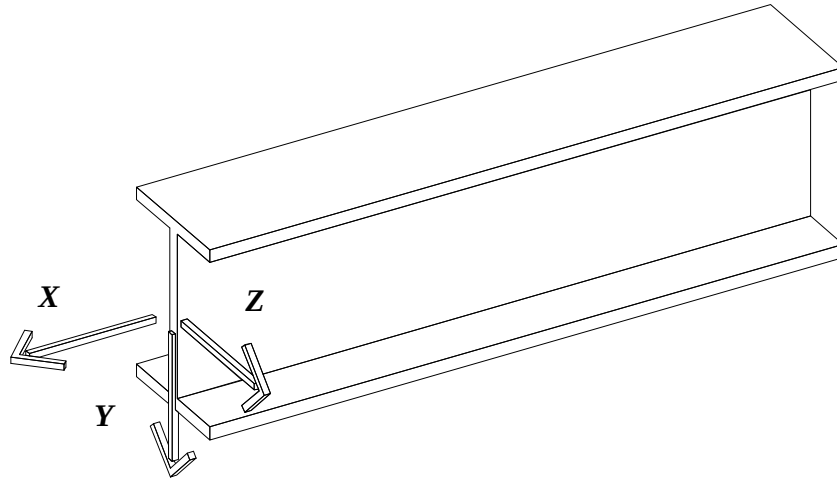
En el cas de considerar com a eixos de càlcul els eixos geomètrics de les peces, es poden utilitzar com a llum de les barres diferents criteris, entre els que es troba l'adoptat per la Instrucció CÒDIGO ESTRUCTURAL, la distància entre suports.

Barres i tirants

Existeix la possibilitat de treballar amb tirants, de forma que el programa consideri que les barres definides com a tals, sols absorbeixin esforços de tracció no aportant cap rigidesa quan es sotmetin a compressió. El càlcul dels tirants ha de fer-se en el càlcul en 2n ordre, ja que sols posteriorment a un càlcul en 1er ordre és possible detectar les combinacions en les que els tirants estan treballant a compressió, i llavors eliminar-los de la matriu de rigidesa de l'estructura, i tornar a calcular l'estructura. La llibertat de geometria per a definir les barres-tirant dins de l'estructura és total: poden unir-se nusos a distinta cota, façanes de naus, nusos en la mateixa planta,... sense necessitat de formar requadres rectangulars arriostrats.

Criteri de signes dels llistats de sol·licitacions de barres

Els llistats de 'Sol·licitacions' i 'Per Seccions', que s'obtenen majorats, es realitzen segons els eixos principals de la secció en el nus inicial de cada barra (X_p , Y_p , Z_p). El nus inicial d'una barra és el de menor numeració. El criteri de signes utilitzat és el següent:



Eixos principals de la secció en el nus inicial de una barra

- **Axils (Fx).** Un valor negatiu indicarà compressió, mentre que un positiu, tracció.
- **Tallants Y (Vy).** Un valor positiu indicarà que la tensió de talladura d'una rebanada, a la cara que es veu des del nus inicial, té el mateix sentit que l'eix Yp.
- **Tallants Z (Vz).** Un valor positiu indicarà que la tensió de talladura d'una rebanada, en la cara que es veu des del nus inicial, té el mateix sentit que l'eix Zp.
- **Moments Flectors Y (My) (plànol de flexió perpendicular a l'eix Yp).** En el cas de bigues i diagonals de les quals el plànol de flexió (el perpendicular a Yp) no sigui horitzontal (és a dir, el seu eix Yp no és vertical), s'utilitza el següent criteri: els moments situats per sobre de la barra (la fibra traccionada és la superior) són negatius, mentre que els situats per sota (la fibra traccionada és la inferior) són positius.
En el cas de bigues i diagonals de les quals el plànol de flexió (el perpendicular a Yp) sigui horitzontal (el seu eix Yp és vertical), i en el cas de pilars, s'utilitza el següent criteri: els moments situats cap a l'eix Zp positiu són positius, mentre que els situats cap a l'eix Zp negatius són negatius.
- **Moments Flectors Z (Mz) (plànol de flexió perpendicular a l'eix Zp).** En el cas de bigues i diagonals de les quals el plànol de flexió (el perpendicular a Zp) no sigui horitzontal (és a dir, el seu eix Zp no és horitzontal), s'utilitza el criteri: els moments situats per sobre de la barra (la fibra traccionada és la superior) són negatius, mentre que els situats per sota (la fibra traccionada és la inferior) són positius.
En el cas de bigues i diagonals de les quals el plànol de flexió (el perpendicular a Zp) sigui horitzontal (el seu eix Zp és horitzontal), i en el cas de pilars, s'utilitza el següent criteri: els moments situats cap a l'eix Yp positiu són positius, mentre que els situats cap a l'eix Yp negatiu són negatius.
- **Moments torsors (Mx).** El moment torsor serà positiu si, vista la secció des de l'eix Xp de la barra des del seu nus inicial, gira en el sentit de les agulles del rellotge.

CÀRREGUES

Hipòtesis de càrregues

Hipòtesis de càrregues contemplades:

- HIPÒTESI 0: CÀRREGUES PERMANENTS
- HIPÒTESIS 1 i 2, 7 i 8, 9 i 10.: SOBRECÀRREGUES ALTERNATIVES
- HIPÒTESIS 3, 4, 25 i 26: VENT.

Hom considera l'acció del vent sobre l'edifici segons quatre direccions perpendiculars. Dintre de cada direcció es té en compte que el vent actua en els dos sentits possibles, és a dir, en hipòtesis 3 i -3, 4 i -4, 25 i -25, i 26 i -26.

- HIPÒTESIS 5, 6 i 24: SISME.

Hom considera l'acció del sisme sobre l'edifici segons dues direccions horitzontals perpendiculars, una en hipòtesi 5 definida per un vector de direcció $[x, 0, z]$ donada i una altra en hipòtesi 6 definida pel vector de direcció perpendicular a l'anterior. Dins de cada direcció es té en compte que el sisme actua en els dos sentits possibles, és a dir, en hipòtesis 5 i -5 i en hipòtesis 6 i -6. Si es selecciona norma NCSE, les direccions d'actuació del sisme són les dels eixos generals; opcionalment es poden considerar l'actuació del sisme vertical en hipòtesi 24 i -24 definida pel vector $[0, Y_g, 0]$.

Per a verificar els criteris considerats per determinar l'acció del sisme (segons NTE-ECS i NBE-PDS1/74 o segons NCSE-94 o NCSE-02): veure LLISTAT D'OPCIONS.

- HIPÒTESIS 11 a 20: CÀRREGUES MÒBILS.
- HIPÒTESI 21: TEMPERATURA.
- HIPÒTESI 22: NEU.
- HIPÒTESI 23: CÀRREGA ACCIDENTAL.

Per verificar els coeficients de majoració de càrregues aplicats a cada hipòtesi de càrrega: veure LLISTAT D'OPCIONS.

Regles de combinació entre hipòtesis

- HIPÒTESI 0: CÀRREGUES PERMANENTS

Totes les combinacions realitzades consideren les càrregues introduïdes en hipòtesi 0.

- HIPÒTESIS 1 i 2, 7 i 8, 9 i 10: SOBRECÀRREGUES ALTERNATIVES

Es combinen les càrregues introduïdes en hipòtesis 1 i 2, 7 i 8, 9 i 10 de forma separada i conjunta. Mai no es realitzen combinacions de càrregues introduïdes en hip. 1 i 2 amb càrregues introduïdes en hip. 7 i 8, o càrregues introduïdes en hip. 7 i 8 amb càrregues en hip. 9 i 10.

- HIPÒTESIS 3, 4, 25 i 26: VENT

Mai no es considera l'acció simultània de les càrregues introduïdes en hip. 3, 4, 25 i 26.

- HIPÒTESIS 5, 6 i 24: SISME

Mai no es considera l'actuació de forma conjunta de les càrregues introduïdes en hip. 5 i 6 (només si s'activa l'opció "considerar la regla del 30%"), ni d'aquestes amb l'hipòtesi 24, sisme vertical.

- HIPÒTESIS 11 A 20: CÀRREGUES MÒBILS

No es realitza cap combinació en la qual aparegui l'acció simultània de les càrregues introduïdes en aquestes hipòtesis.

■ HIPÒTESI 21: TEMPERATURA

Les càrregues d'aquesta hipòtesi es combinen amb les introduïdes en hip. 23. No es combinen amb les que s'introdueixen en hipòtesis de vent i sisme.

■ HIPÒTESI 22: NEU

Les càrregues d'aquesta hipòtesi no es combinen amb les introduïdes en hip. 23. Tampoc es combinen amb les que s'introdueixen en hipòtesis de vent i sisme.

■ HIPÒTESI 23: CÀRREGA ACCIDENTAL

Les càrregues d'aquesta hipòtesi no es combinen amb les introduïdes en hipòtesis 21 i 22. Tampoc es combinen amb les que s'introdueixen en hipòtesis de vent i sisme.

Els coeficients de combinació entre hipòtesis aplicats venen definits en el LLISTAT D'OPCIONS. També és possible obtenir el llistat de les combinacions realitzades en una estructura, material i estat límit concrets.

Les combinacions d'hipòtesi efectuades de forma automàtica pel programa, es desglossen a l'apartat corresponent a cada normativa i material.

Opcions

S'han utilitzat les opcions de càrregues recollides en el llistat d'OPCIONS que acompanya a la estructura, en particular les relatives a:

- Consideració o no automàtica del pes propi de les barres de la estructura.
- Consideració de les càrregues introduïdes a l'hipòtesi 3, 4, 25 i 26 (Vent ACTIU), i en les hipòtesis 5, 6 i 24 (Sisme ACTIU).
- Sentit positiu i negatiu($\pm$) considerat en les hipòtesis 3, 4, 25, 26, 5, 6 i 24.

Mètode de càlcul sísmic segons la Norma NCSE-94 i NCSE-02.

El càlcul de les càrregues sísmiques es realitza mitjançant una anàlisi modal espectral de l'estructura, mètode proposat com a preferent per la Norma NCSE-94 i NCSE-02 (Art.3.6.2.).

Tricalc introdueix en l'estructura, sobre cada pla horitzontal on hi hagi un forjat unidireccional, reticular o llosa massissa, dues càrregues puntuals (segons les dues direccions dels eixos horitzontals generals X e Y) aplicades a una distància (excentricitat definida per la norma) del centre de masses del pla, i dos moments com a resultat de situar aquestes càrregues en el nus de major numeració del pla per a que coincideixin amb un nus de l'estructura.

En el cas de forjats unidireccionals les càrregues són del tipus 'Puntual en Nus' i 'Moment en Nus'. En el cas de forjats reticulars i de llosa les càrregues són del tipus 'Puntual en Plà' i 'Moment en Plà'. Sobre cadascun dels nusos on no hi sigui el forjat horitzontal s'introdueix les dues càrregues puntuals horitzontals segons els eixos X i Z. Si existeix sisme vertical, s'afegeix una tercera càrrega puntual a la direcció del eix Y.

Si s'han definit forjats horitzontals, en el càlcul de les càrregues sísmiques per el mètode dinàmic es considera com hipòtesis la indeformabilitat dels forjats horitzontals en el seu plànol. Es defineix com "grup" el conjunt de nusos d'una estructura inclosos dintre del perímetre d'un forjat unidireccional, reticular o de llosa horitzontals. Tots els nusos inclosos en un mateix "grup" tenen relacionats els seus graus de llibertat corresponents als desplaçaments en els eixos Xg y Zg, i al gir en l'eix Yg.

Anàlisi Modal Espectral

L'anàlisi modal espectral, considerada de tipus 'dinàmic', consta, fonamentalment, dels següents passos:

- Obtenció, per a cada direcció de sisme a considerar, dels valors i vectors propis del sistema d'equacions

$$[K] - \omega^2 [M] \cdot \{\Phi\} = 0$$

on

K: Matriu de rigidesa en la direcció considerada

w : Freqüència angular d'excitació (arrel quadrada del valor propi)

M: Matriu de massa de l'estructura

Φ: Vector propi

- Obtenció, per a cada mode de vibració i cada direcció, de l'acceleració imposada a cada punt de l'estructura, utilitzant per això una funció de "resposta espectral".
- A partir de l'acceleració característica i del vector propi de cada mode s'obté una força a aplicar a cada nus, en la mateixa direcció que la direcció de sisme. Donat que l'edifici vibra a la vegada en tots els seus nusos, es necessari sumar els efectes combinats de tots ells. Es la denominada 'superposició modal espectral'.
- Combinació, per a cada direcció, dels desplaçaments, girs i esforços obtinguts en els diferents modes de vibració per obtenir els desplaçaments, girs i sollicitacions ponderats de cada direcció de sisme.

Direccions de sisme considerades

Tricalc considera, com a direccions de sisme, les dels eixos generals (X+,X-, Z+, Z-, Y+ i Y-). Aquestes direccions corresponen a les hipòtesis del programa 5, 6 i 24, respectivament. Ja que no es pot predir la direcció en la que es situa l'epicentre d'un terratrèmol respecte l'edifici, es suficient considerar dues direccions horitzontals de sisme independents i ortogonals entre sí.

Als efectes de considerar l'acció del sisme d'una direcció a l'altre, és possible utilitzar un coeficient de majoració de les accions sísmiques incrementant en el factor 1.12, o utilitzar la regla del 30 % (vegi el LLISTAT D'OPCIONS).

La consideració del sisme vertical (Y+, Y-) es opcional (veure LLISTAT D'OPCIONS).

Modelització i graus de llibertat

Per a la correcta avaluació de l'acció sísmica, és necessari que l'estructura es trobi predimensionada i amb totes les càrregues introduïdes.

Als efectes d'avaluació de càrregues sísmiques, l'estructura es modelitza com un conjunt de barres amb les masses concentrades en els nusos. Aquesta modelització és acceptable per a la majoria de les situacions, encara que en alguns casos (sisme vertical d'una gran biga carregada uniformement, per exemple) no és correcte traslladar les càrregues als nusos. Es consideren solament nusos situats sobre la rasant de la qual, el moviment en la direcció d'estudi no estigui coaccionat mitjançant un recolzament. És a dir, es considera que tota l'estructura sota la rasant es mou solidàriament amb el terreny durant el sisme.

La modelització de l'estructura es pot realitzar separatament per a cada direcció d'estudi o bé globalment (veure el LLISTAT D'OPCIONS).

És opcional (veure el LLISTAT D' OPCIONS) la consideració del gir al voltant d'un eix vertical com a grau de llibertat. En aquest cas, es considera que els nusos situats en un forjat horitzontal indeformable roten al voltant del centre de rigideses del susdit forjat, mentre que la resta ho fan sobre sí mateixos.

També és opcional (veure LLISTAT D'OPCIONES) considerar el gir al voltant dels eixos X i Z generals (opció 'SENSE CONDENSACIÓ') o no (opció 'AMB CONDENSACIÓ').

Es realitza el càlcul condensant els graus de llibertat dels forjats horitzontals (unidireccionals, reticulars o lloses) de l'estructura, la qual cosa equival a considerar els forjats horitzontals infinitament rígids en el seu pla. Els forjats tindran un únic grau de llibertat en les direccions horitzontals del sisme i en el gir al voltant de l'eix Yg.

El terreny es considera un sòlid rígida, la qual cosa, en general, està del costat de la seguretat. Per que aquesta simplificació sigui correcta, s'han d'evitar estructures, la dimensió en planta de les quals, superi la de la longitud de les ondes sísmiques, de l'ordre de 100 metres.

Matriu de massa considerada: massa traslacional i massa rotacional

Tricalc calcula la matriu de massa, matriu diagonal en la que les masses de cada nus, grau de llibertat, es situen en la diagonal.

Els graus de llibertat traslacionals (2 desplaçaments horitzontals més, opcionalment, un desplaçament vertical) estan associats a masses traslacionals. Per al càlcul de les esmentades masses traslacionals, es considera la component vertical de les càrregues equivalents aplicades en els nusos. Tenen per tant unitats de massa.

És opcional (veure LLISTAT D' OPCIONS) la consideració d' un grau de llibertat rotacional (rotació al voltant de l'eix vertical). Aquest grau de llibertat està associat a masses rotacionals. Per al càlcul de dites masses rotacionals, es considera la component vertical de les càrregues equivalents aplicades en els nusos multiplicada per la distància al quadrat entre el punt d' aplicació de la càrrega i la posició de l'eix de rotació considerat. Tenen per tant unitats de massa per distància al quadrat.

En tot cas, ambdós tipus de massa són multiplicats pels següents coeficients:

$$0 + \alpha \cdot [\text{màx.}(1+2, 7+8, 9+10) + (11+12+\dots+20)/\text{NMov}] + \beta \cdot 21$$

on

'0'	és l' hipòtesi de càrrega permanent.
'1+2', '7+8' i '9+10'	són les parelles de càrregues alternatives (sobrecàrregues d'ús i tabiqueria).
'11' a '20'	són les hipòtesis de càrregues mòbils (ponts grua, per exemple).
'21'	és l' hipòtesi de càrrega de neu.
'α'	és un factor, entre 0,3 y 0,6 (NCSE-94) o 0,5 y 0,6 (NCSE-02), en funció de l'ús de l'edifici.
'β'	és 1,0 ó 0,3 (NCSE-94), 0,5 ó 0,0 (NCSE-02) en funció del temps de permanència de la neu (nº de dies / any).
'NMov'	és el nombre de càrregues mòbils actives.

Obtenció dels valors i vectors propis.

El programa calcula, per a cada direcció de forma separada o conjuntament per a tots els graus de llibertat considerats, els valors i vectors propis resultants del sistema d'equacions:

$$[[K] - \omega^2 [M]] \cdot \{\Phi\} = 0$$

Els valors propis, els valors de ω per als que el sistema té una solució no trivial, representen les freqüències angulars de vibració pròpies de l'estructura, en la direcció considerada (freqüències naturals). En una estructura existeixen tants modes de vibració com graus de llibertat. Si bé la norma NCSE obliga a considerar tres modes de vibració en cada direcció quan l'estudi es realitza de forma separada en cada direcció, i quatre globals quan l'estudi es realitza de mode global, Tricalc emmagatzema i utilitza els 30 primers modes de vibració, corresponents als 30 primers períodes de vibració, ordenats de major a menor. D'aquests fins a 30 modes, es poden indicar quants es desitja utilitzar per a l'obtenció d'esforços. Els períodes de vibració vénen donats per l'expressió.

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$$

Obtenció de la massa participant de cada mode

El tant per cent de massa participant, Mpd , en el mode de vibració 'k' i la direcció 'd', ve donat per l'expressió:

$$\%Mp_d = \frac{\left(\sum_{i=1}^n M_{d,i} \cdot \Phi_{d,k,i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n M_i \cdot \Phi_{k,i}^2} \cdot \frac{100}{\sum_{i=1}^n M_{d,i}}$$

$$\sum_{i=1}^n M_i \cdot \Phi_{k,i}^2 = \sum_{i=1}^n M_{x,i} \cdot \Phi_{x,k,i}^2 + \sum_{i=1}^n M_{y,i} \cdot \Phi_{y,k,i}^2 + \sum_{i=1}^n M_{z,i} \cdot \Phi_{z,k,i}^2 + \sum_{i=1}^n M_{yy,i} \cdot \Phi_{yy,k,i}^2 = 1.0$$

essent:

- n: Nombre de graus de llibertat.
- $M_{x,i}$: Massa traslacional en la direcció 'x' del grau de llibertat 'i'.
- $M_{yy,i}$: Massa rotacional sobre l'eix vertical 'y' del grau de llibertat 'i'.
- $F_{x,k,i}$: Component del vector propi corresponent a la traslació 'x', mode de vibració 'k' i grau de llibertat 'i'.
- $F_{yy,k,i}$: Component del vector propi corresponent a la rotació 'y', mode de vibració 'k' i grau de llibertat 'i'.

Obtenció de l'acceleració característica

L'acceleració lineal característica d'un determinat període de vibració es calcula mitjançant una expressió funció del període propi de vibració, de la zona sísmica, del tipus de terreny i de l'amortiguació i ductilitat considerades. Per a això es solen utilitzar gràfics de resposta espectral normalitzats per a una acceleració del terreny d' 1g (9.806 m/s²), en els que en eix X es situa el període de vibració natural de l'edifici, i en eix Y s'obté l'acceleració característica.

En la Norma NCSE els espectres de resposta estan normalitzats per a una acceleració del terreny d' 1 m/s².

Acceleració rotacional

Tricalc permet considerar, de forma opcional (veure LLISTAT D' OPCIONS), accions sísmiques rotacionals: és a dir, que el terreny, a més de desplaçar-se horitzontal i verticalment, pot rotar durant un sisme. Per a això, és necessari disposar de les acceleracions angulars produïdes per un sisme, per exemple mitjançant gràfiques de resposta espectral en les que en absisses s'entri per períodes o freqüències naturals i en ordenades s'obtinguin acceleracions angulars (rad / s²). Donat que dits espectres no estan actualment disponibles (estan fora de l'abast de l'actual ciència sismològica), Tricalc permet introduir un factor que multiplicat per l'acceleració lineal produïda en cada mode de vibració, obté l'acceleració angular corresponent.

Zones sísmiques.

La norma NCSE determina la situació d'un edifici per dos valors: l'acceleració sísmica bàsica i el coeficient de contribució.

L'acceleració sísmica bàsica és l'acceleració horitzontal patida pel terreny en un terratrèmol amb un període de retorn de 500 anys. Els seus valors, a Espanya, es situen entre 0 i 0,25 g, essent 'g' l'acceleració de la gravetat.

L'acceleració sísmica de càlcul és l'acceleració amb la que s'ha de calcular l'estructura. En NCSE-94 ve donada per un factor, entre 1,0 y 1,3, que multiplica l'acceleració sísmica bàsica en funció de la importància de l'edificació. Dita importància es determina mitjançant el període de vida estimat, 50 anys per a edificis de normal importància i 100 anys per a edificis d'especial importància. A NCSE-02 ve també afectat per un coeficient S d'amplificació del sòl.

El coeficient de contribució, K, té en compte la distinta contribució a la perillositat sísmica en cada punt d'Espanya, de la sismicitat de la Península i de la proximitat a la falla Açores - Gibraltar. Els seus valors es situen entre 1,0, per a tot el territori nacional llevat d'Andalusia occidental i sud-oest d'Extremadura, i 1,5.

Combinació dels diferents modes de vibració

Donat que l'edifici vibra a la vegada en tots els seus modes, és necessari sumar els efectes combinats de tots ells. És el que es denomina 'superposició modal espectral'.

Tricalc utilitza la 'Combinació Quadràtica Completa', tal com indica la norma NCSE-94. (A NCSE-02 s'indica el mètode de l'Arrel Quadrada de la Suma de Quadrats modificat, que el programa no utilitza.) Per a cada nus o barra, l'efecte ponderat 'S', que pot ser el desplaçament, la velocitat, l'acceleració o un esforç, ve donat per l'expressió:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^r |S_i| \cdot |S_j| \cdot \pi_{ij}}$$

$$\pi_{ij} \equiv \pi_{ji} = \frac{8 \cdot v^2 \cdot (1 + f) \cdot f^{3/2}}{(1 - f^2)^2 + 4 \cdot v^2 \cdot f \cdot (1 + f)^2} \quad ; \quad f = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

essent:

r: nombre de modes de vibració..

v: coeficient d'amortiguació, en tants per 1.

w: freqüència angular, de manera que f sigui menor o igual a la unitat.

Tricalc permet a més indicar quants modes de vibració es desitgen considerar en aquesta combinació.

Consideració dels efectes combinats de les direccions d'estudi.

Donat que es coneix 'a priori' la direcció del sisme més desfavorable, no n'hi ha prou amb estudiar de forma independent els efectes de l'acció sísmica en dues direccions ortogonals. La norma espanyola NCSE solament indica que, en el cas de calcular els modes de vibració de forma separada per a cada direcció, s'ha de sumar al pèssim esforç degut a una direcció el 30% del pèssim esforç de la direcció ortogonal. És la denominada, en la bibliografia clàssica, 'regla del 30%', que no és utilitzada pel programa. La bibliografia actual, considera més precís multiplicar els efectes de cada direcció horitzontal per un factor de 1,12. Per a considerar aquest factor en el programa, n'hi ha prou amb introduir, com a coeficients de majoració de les hipòtesis horitzontals de sisme ('5' y '6'), un valor de 1,12 en lloc de 1,0 com es sol definir (veure el LLISTAT D'OPCIONS).

Centre de masses i centre de rigideses

L'aplicació de les forces horitzontals obtingudes en el centre de masses de cada grup o forjat, provoca una torsió en cada forjat, si no coincideixen els centres de massa i de rigidesa del grup. En tot cas, sempre s'ha de considerar (encara que a Tricalc és opcional) una excentricitat accidental, de valor segons la normativa aplicada.

La norma NCSE considera a més, una excentricitat addicional d'un 1/20 de la màxima dimensió del pla, amidat ortogonalment a la direcció de sisme considerada.

Si s'ha habilitat la consideració de la massa rotacional, i s'ha definit una determinada acceleració rotacional (angular), es produeixen també unes rotacions addicionals degudes a elles.

Càlcul d'esforços.

Un cop obtingudes les forces estàtiques equivalents a l'acció sísmica, en les hipòtesis '5' (direcció X+, X-), '6' (direcció Z+, Z-) i '24' (eix vertical Y+, Y-) i en cada mode de vibració, es pot procedir al càlcul d'esforços en la forma habitual.

El programa obté així els desplaçaments, girs i esforços de cada mode de vibració i direcció, combinant-se posteriorment, en cada hipòtesi de sisme, mitjançant la 'combinació quadràtica complerta'. Per exemple: per obtenir el moment flector M_z de la hipòtesi '5' en una determinada secció, s'obtenen els moments M_z produïts pels modes de vibració de dita hipòtesi i es combinen aplicant la 'combinació quadràtica complerta'.

SECCIONS

Definició de les característiques geomètriques i mecàniques dels perfils

Cantell H

Es el valor de la dimensió del perfil en el sentit paral·lel al seu eix Y principal, en mm.

Ample B

Es el valor de la dimensió del perfil en el sentit paral·lel al seu eix Z principal, en mm.

Àrea Ax

Es el valor de l'àrea de la secció transversal d'un perfil d'acer, en cm², corresponent al valor A en la taula "B.1 Perfils IPN" de la norma EA-95 (Cap.2). En una secció rectangular ve donada per l'expressió:

$$A_x = B \cdot H$$

Àrea Ay

Es l'àrea a considerar en el càlcul de les tensions tangencials paral·leles a l'eix Y principal de la secció transversal d'un perfil d'acer, en cm². El seu valor es calcula amb l'expressió:

$$A_y = \frac{I_z \cdot e}{S_z}$$

essent

I_z: Inèrcia segons l'eix z.

e: Gruix del perfil en el punt en el que es produirà la màxima tensió tangencial deguda al tallant F_y.

S_z: Moment estàtic d'una secció corresponent entre la fibra paral·lela a l'eix Z principal, exterior i el punt on es produirà la màxima tensió tangencial deguda al tallant respecte l'eix paral·lel a l'eix Z principal que passi pel centre de gravetat de la secció. En la taula "B.1 Perfils IPN" de la norma EA-95 (Cap.2) correspon al valor S_x.

El valor d'A_y correspon aproximadament a l'àrea de l'ànima en els perfils en forma d'I. En una secció rectangular ve donada per l'expressió:

$$A_y = \frac{2}{3} \cdot B \cdot H$$

Àrea Az

Es l'àrea a considerar en el càlcul de les tensions tangencials paral·leles a l'eix Z principal de la secció transversal d'un perfil d'acer, en cm². El seu valor es calcula amb l'expressió:

$$A_z = \frac{I_y \cdot e}{S_y}$$

essent

I_y: Inèrcia segons l'eix y.

e: Gruix del perfil en el punt en el que es produirà la màxima tensió tangencial deguda al tallant F_z.

S_y: Moment estàtic d'una secció corresponent entre la fibra exterior i el punt on es produirà la màxima tensió tangencial.

El valor d'A_z correspon aproximadament a l'àrea de les ales en els perfils en forma d'I. En una secció rectangular té el mateix valor que A_y.

Moment d'inèrcia I_x

Moment d'inèrcia a torsió, en cm⁴. El moment d'inèrcia a torsió d'una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$I_x = \left[\frac{1}{3} - 0,21 \cdot \frac{B}{H} \cdot \left(1 - \frac{B^4}{12 \cdot H^4} \right) \right] \cdot H \cdot B^3$$

essent $H \geq B$

En les seccions en T es té en compte el que s'indica en la taula A3-1 de la norma EA-95 (Cap.3), que reflexa que l'inèrcia a torsió d'una peça formada per dos rectangles (d'inèrcies a torsió I_{x1} e I_{x2}) en forma de T ve donada per l'expressió:

$$I_x = 1,1 \cdot (I_{x1} + I_{x2})$$

Moment d'inèrcia I_y

Moment d'inèrcia de la secció respecte un eix paral·lel a l'eix Y principal que passi pel seu centre de gravetat, en cm^4 . El seu valor per a una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$I_y = \frac{H \cdot B^3}{12}$$

Moment d'inèrcia I_z

Moment d'inèrcia de la secció respecte un eix paral·lel a l'eix Z principal que passi pel seu centre de gravetat, en cm^4 . El seu valor per a una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$I_z = \frac{B \cdot H^3}{12}$$

Mòdul resistent W_t

Mòdul resistent a torsió en cm^3 d'una secció d'acer. Es la relació existent entre el moment torsiu i la tensió tangencial màxima produïda per ell. Per a una secció oberta formada per varis rectangles ve donat per l'expressió (Taula A3-1 de la norma EA-95(Cap. 3)):

$$W_t = \frac{I_x}{e_i}$$

essent

I_x : Inèrcia a torsió de la secció.

e_i : Gruix del rectangle de major gruix.

Mòdul Resistent Elàstic $W_{y,el}$

És el mòdul resistent a la flexió segons un pla ortogonal a l'eix Y principal d'una secció d'acer, en cm^3 , que es calcula a partir del moment d'inèrcia I_y . En seccions simètriques respecte a un pla paral·lel a l'eix Y principal de la barra, ve donat per l'expressió:

$$W_{y,el} = \frac{I_y}{B/2}$$

El seu valor per una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$W_{Y,el} = H \cdot \frac{B^2}{6}$$

Mòdul Resistent Elàstic $W_{Z,el}$

És el mòdul resistent a la flexió segons un pla ortogonal a l'eix Z principal d'una secció d'acer, en cm^3 , que es calcula a partir del moment d'inèrcia I_z . En seccions simètriques respecte a un pla paral·lel a l'eix Z principal de la barra, ve donat per l'expressió:

$$W_{Z,el} = \frac{I_z}{H/2}$$

El seu valor per una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$W_{Z,el} = B \cdot \frac{H^2}{6}$$

Mòdul Resistent Plàstic $W_{Y,pl}$

És el mòdul resistent a la flexió plàstica segons un pla ortogonal a l'eix Y principal d'una secció d'acer, en cm^3 , que es calcula suposant totes les fibres de la secció treballant al límit elàstic.

El seu valor per una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$W_{Y,pl} = H \cdot \frac{B^2}{4}$$

Mòdul Resistent Plàstic $W_{Z,pl}$

És el mòdul resistent a la flexió segons un pla ortogonal a l'eix Y principal d'una secció d'acer, en cm^3 , que es calcula suposant totes les fibres de la secció treballant al límit elàstic.

El seu valor per una secció rectangular ve donat per l'expressió:

$$W_{Z,pl} = B \cdot \frac{H^2}{4}$$

Pes P

Es el pes propi de la barra en Kg/ml.

Seccions d'inèrcia variable: carteles

El programa permet l'introducció de seccions d'inèrcia variable (carteles) d'acer o fusta (però no de formigó). Les carteles només podran definir-se sobre barres a les que prèviament s'hagin assignat un perfil amb les següents característiques: Han de ser en forma de 'I' i de material 'Acer' o 'Fusta', o en forma rectangular i de material 'Fusta'. Les carteles poden definir-se exclusivament en el pla Y principal, és a dir, en el pla de l'ànima.

Es possible definir quatre tipus de seccions d'inèrcia variable:

- **Tall oblic del perfil.** Consisteix en tallar obliquament l'ànima del perfil i soldar la secció donant la volta a un dels mitjos perfils. Es equivalent a allargar o escurçar l'ànima del perfil. Per què el perfil sigui vàlid, el cantell total del perfil acartelat ha d'ésser al menys 3 vegades el gruix de l'ala.

- **Cartabons.** Consisteix en soldar d'una a tres peces rectangulars o trapezoïdals perpendicularment a una de les ales d'un perfil base, essent totes les peces del mateix gruix. Per què la selecció sigui vàlida, el cantell del perfil més l'alçada de la cartela ha d'ésser al menys el del perfil de la base, i la suma dels gruixos dels cartabons no ha de superar l'ample del perfil base.
- **Semiperfil.** Consisteix en soldar a un perfil base un altre perfil en forma de 'T' extret d'un perfil idèntic al base. Perquè la selecció resultant sigui vàlida, el cantell del perfil acartelat ha d'ésser al menys el del perfil base.
- **Palastres.** Consisteix en soldar a un perfil base un perfil en forma de 'T' extret y d'un perfil idèntic al base. Perquè la selecció resultant sigui vàlida, el cantell del perfil acartelat ha d'ésser al menys el del perfil base.

Per realitzar el càlcul d'esforços i el càlcul dels modes de vibració dinàmics, Tricalc divideix les barres de secció variable en un nombre determinat de barres de secció constant. A la barra de secció variable completa se la denominarà en aquesta memòria 'Cartela primària', mentre que a cadascuna de les barres de secció constant en las que es divideix la cartela primària se les denominarà 'Carteles secundàries'.

CÀLCUL DE SOL·LICITACIONS

El càlcul de les sol·licitacions ha estat realitzat mitjançant el mètode matricial espacial de la rigidesa, suposant una relació lineal entre esforços i deformacions en les barres i considerant els sis graus de llibertat possibles de cada nus. A títol indicatiu, es mostra a continuació la matriu de rigidesa d'una barra, on es poden veure les característiques dels perfils utilitzats per al càlcul d'esforços:

$$\begin{array}{cccccc}
 \frac{E \cdot A_x}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & \frac{12 \cdot E \cdot I_z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & \frac{-6 \cdot E \cdot I_z}{L^2} \\
 0 & 0 & \frac{12 \cdot E \cdot I_y}{L^3} & 0 & \frac{6 \cdot E \cdot I_y}{L^2} & 0 \\
 0 & 0 & 0 & \frac{G \cdot I_x}{L} & 0 & 0 \\
 0 & 0 & \frac{6 \cdot E \cdot I_y}{L^2} & 0 & \frac{4 \cdot E \cdot I_y}{L} & 0 \\
 0 & \frac{-6 \cdot E \cdot I_z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{4 \cdot E \cdot I_z}{L}
 \end{array}$$

on E és el mòdul de deformació longitudinal i G és el mòdul de deformació transversal calculat en funció del coeficient de Poisson i de E. Els seus valors es prenen de la base de perfils corresponent a cada barra.

Es possible reduir l'escurçament per axil dels pilars mitjançant l'introducció d'un factor multiplicador del terme 'E·Ax / L' de la matriu anterior, com es recull en el LLISTAT DE DADES DE CALCUL.

Es possible considerar l'opció d'indeforabilitat de forjats horitzontals en el seu plànol, com es recull en el LLISTAT DE DADES DE CALCUL. Al seleccionar aquesta opció, tots els nusos situats dins del perímetre de cada forjat horitzontal, unidireccional, reticular o llosa, queden englobats en 'grups' (un per cada forjat), als que individualment s'assignen 3 graus de llibertat. El desplaçament vertical -Dy- i els girs segons els eixos horitzontals -Gx i Gz-. Els altres

tres graus de llibertat (Dx, Dz i Gy) es suposen comptabilitzats entre tots els nusos del 'grup'. Als nusos que no pertanyen a un forjat horitzontal, ja sigui per estar independents o per estar en plànols inclinats, se'ls hi assignen 6 graus de llibertat.

Es possible considerar el tamany del pilar en els forjats reticulars i lloses, tal com es recull en el LLISTAT DE DADES DE CALCUL. Al seleccionar aquesta opció, es considera que la part de forjat o llosa situada sobre el pilar (considerant per això l'exacta dimensió del pilar i la seva posició o creixement) és infinitament rígida. Tots els nusos situats a l'interior del perímetre del pilar comparteixen, per tant, els 6 graus de llibertat (Dx, Dy, Dz, Gx, Gy, Gz). Això fa que a l'interior d'aquesta porció de forjat, no existeixin esforços, i per tant, els nervis i les bigues que escometen al pilar s'armen amb els esforços existents a la cara del pilar.

En base a aquest mètode s'ha plantejat i resolt el sistema d'equacions o matriu de rigidesa de l'estructura, determinant els desplaçaments dels nusos per l'actuació del conjunt de les càrregues, per posteriorment obtenir els esforços en els nusos en funció dels desplaçaments calculats.

En el cas de que l'estructura es calculi sota els efectes de les accions sísmiques definides per la Norma NCSE es realitza el càlcul de l'estructura mitjançant el mètode de l'"Anàlisi Modal Espectral", recomanat per la mateixa. D'aquesta forma poden obtenir-se els modes i períodes de vibració propis de l'estructura, dades que poden ésser utilitzades per a la combinació de l'estructura amb càrregues harmòniques i la possibilitat d'entrada en ressonància de la mateixa.

Modelització de murs resistents i forjats

Els murs resistents, forjats reticulars, lloses de forjat, de fonamentació o escales es modelitzen com a elements finits tridimensionals de quatre o tres vèrtexs. Els altres tipus d'elements, siguin bigues, pilars, diagonals o bigues de forjat es modelitzen com a elements lineals tipus barra.

Una biga, un pilar o una diagonal està formada per dos nusos units mitjançant una 'barra'. De forma similar, un mur resistent, un forjat reticular, llosa de forjat, de fonamentació o escala està format per un conjunt d'elements finits juxtaposats definits pels seus nodes o vèrtexs.

Quan en una estructura es defineixen bigues, pilars, diagonals, forjats i murs resistents, el mètode de càlcul d'esforços consisteix a formar un sistema d'equacions lineals que relacionen els graus de llibertat que es desitgen obtenir, els desplaçaments i girs dels nusos i dels nodes, amb les accions exteriors, les càrregues, i les condicions de vora, suports i encastaments.

De forma matricial, es tracta de l'equació

$$[K] \cdot \{D\} = \{F\}$$

on '[K]' es la matriu de rigidesa de la estructura, '{D}' es el vector de desplaçaments i girs dels nusos i nodes, i '{F}' es el vector de forces exteriors. Una vegada resolt el sistema d'equacions, i per tant, obtinguts els desplaçaments i girs dels nusos i nodes de la estructura, es possible obtenir els esforços (en el cas de les bigues, pilars, diagonals i nervis dels forjats i lloses) i les tensions (en el cas dels murs resistents) de tota l'estructura.

Per obtenir el sistema '[K] · {D} = {F}', s'opera d'igual forma que amb una estructura formada exclusivament per nusos i barres: cada part de la estructura (barra, tros de nervi o element finit) posseeix una matriu de rigidesa elemental, [K]_e, que després de transformar-la al sistema d'eixos generals de la estructura, es pot sumar o ensamblar en la matriu general de la estructura. L'única diferència entre les barres i els elements finits es la dimensió i significat de cada fila o columna de les seves matrius de rigidesa elementals (a l'apartat '5.18.2

Característiques geomètriques i mecàniques dels perfils apareix la matriu de la rigidesa elemental d'una barra). Es pot, per tant, que el mètode matricial espacial de càlcul d'estructures de barres es un cas particular del mètode d'elements finits, en el que l'element finit es una barra.

Element finit utilitzat

Per la modelització de murs resistents, forjats reticulars, lloses de forjat, de fonamentació o escala, el programa utilitza un element finit isoparamètric quadrilàter de 4 nodes (i un auxiliar, triangle de 3 nodes, per facilitar el mallat). Cada node posseeix cinc graus de llibertat (u, v, w, θ_x y θ_y), sent els 2 primers de tensió plana i els 3 següents de flexió de placa. La matriu de rigidesa elemental té, en coordenades naturals, $4 \cdot 5 = 20$ files i 20 columnes, no existint termes que relacionin els graus de llibertat de tensió plana amb els de flexió de placa. Per tant, l'element utilitzat procedeix de l'engalzament d'un element quadrilàter de quatre nodes de tensió plana amb altre també quadrilàter de quatre nodes de flexió de placa. Concretament, per la flexió s'ha utilitzat l'element quadrilàter de quatre nodes amb deformacions de tallant lineals CLLL (placa grossa de Reissner-Mindlin basada en camps de deformacions de tallant transversal imposades).

Per la obtenció de la matriu de rigidesa, s'utilitza una integració numèrica mitjançant una quadratura de Gauss-Legendre de 2×2 punts. La posició dels 2×2 punts de Gauss en coordenades naturals, així com els pesos assignats a aquests punts, es la següent:

$$\begin{aligned} G_{1,1} &= \{1/\sqrt{3}, 1/\sqrt{3}\}; W_{1,1} = 1,0 \\ G_{1,2} &= \{1/\sqrt{3}, -1/\sqrt{3}\}; W_{1,2} = 1,0 \\ G_{2,1} &= \{-1/\sqrt{3}, 1/\sqrt{3}\}; W_{2,1} = 1,0 \\ G_{2,2} &= \{-1/\sqrt{3}, -1/\sqrt{3}\}; W_{2,2} = 1,0 \end{aligned}$$

(En el cas de l'element triangular auxiliar, s'utilitza una quadratura d'1 punt, situat en el centre de l'element)

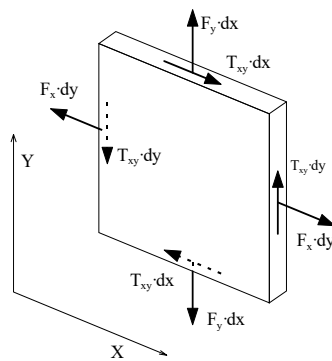
Una vegada obtinguts els desplaçaments de tots els nusos i nodes de la estructura (resolent el sistema $[K] \cdot \{D\} = \{F\}$), s'obtenen les tensions en els punts de Gauss de cada element mitjançant una quadratura de Gauss-Legendre de 2×2 punts. Les tensions nodals de cada element s'obtenen extrapolant, mitjançant les funcions de forma del element, les dels punts de Gauss. Aquests procediment produeix valors nodals discontinus entre elements adjacents, discontinuïtats que es redueixen segons es fa la malla d'elements més tupida, fins desaparèixer en el límit.

En el programa es realitza un 'allisat' de les tensions nodals mitjançant una mitja quadràtica de les tensions procedents de cada element al que pertany el node en qüestió. Aquest allisat es produeix mur a mur o forjat a forjat; es a dir, els nusos situats a l'interior d'un mur posseiran un únic vector de tensions, però els situats a la frontera entre dos murs posseiran un vector diferent per cada mur al que pertanyi el node. Aquest es fa així perquè normalment, a les unions entre murs (les unions en horitzontal s'acostumen a realitzar per canvis de direcció del mur, i les unions en vertical s'acostumen a realitzar en els forjats), es produeixen salts bruscos de les tensions.

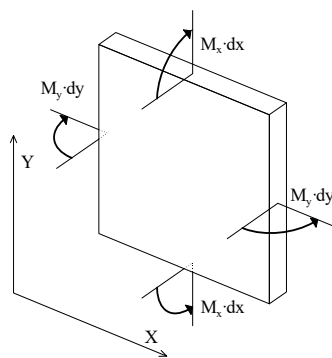
Les tensions (esforços) que es produeixen en un tros de mur elemental de dimensions dx, dy respecte al sistema de coordenades principal del mur, son les següents:

Tensió	Esforç	Tipus	Descripció
σ_x	$F_x \cdot dy$	Tensió Plana	Axil horitzontal

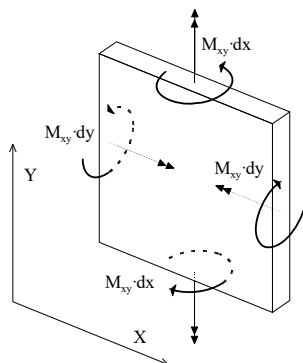
σ_y	$F_y \cdot dx$	Tensió Plana	Axil vertical
τ_{xy}	$T_{xy} \cdot dy, T_{yx} \cdot dx$	Tensió Plana	Tallant contingut en pla
$\int z \cdot \sigma_y \cdot dz$	$M_x \cdot dx$	Flexió	Moment flector respecte a un eix horitzontal
$\int z \cdot \sigma_x \cdot dz$	$M_y \cdot dy$	Flexió	Moment flector respecte a un eix vertical
$\int z \cdot \tau_{xy} \cdot dz$	$M_{xy} \cdot dy, M_{yx} \cdot dx$	Flexió	Moment Torsor respecte a un eix contingut en el pla.
$\int \tau_{xz} \cdot dz$	$T_{xz} \cdot dy$	Flexió	Tallant horitzontal perpendicular al pla
$\int \tau_{yz} \cdot dz$	$T_{yz} \cdot dx$	Flexió	Tallant vertical perpendicular al pla



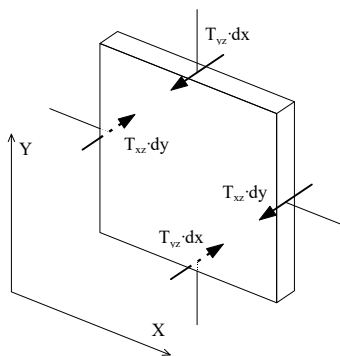
Axils i tallants de Tensió Plana.



Moments Flectors de Flexió de plaques.



Moments Torsors de Flexió de plaques.



Tallants de Flexió de plaques.

De manera similar s'obtenen les tensions (esforços) que es produeixen en un tros de forjat o llosa elemental de dimensions dx , dy respecte al sistema de coordenades principal del forjat, en les que l'eix x correspon a la direcció de l'armadura longitudinal i l'eix y a la de l'armadura transversal.

Principis fonamentals del càlcul matricial.

El programa Tricalc realitza el càlcul d'esforços utilitzant com a mètode de càlcul, el mètode matricial de la rigidesa. En aquest mètode, es calculen els desplaçaments i girs de tots els nusos de l'estructura, (cada nus té sis graus de llibertat: els desplaçaments i girs sobre tres eixos generals de l'espai, a menys que s'opti per la opció d'indeforabilitat dels forjats horitzontals en el seu plànol o la consideració del tamany del pilar en forjats reticulars i lloses), i en funció d'ells s'obtenen els esforços (axils, tallants, moment torsor i flectors) de cada secció.

Per a la validesa d'aquest mètode, les estructures a calcular han de complir o s'ha de suposar el compliment dels següents supòsits:

Teoria de les petites deformacions: 1er i 2on ordre

Es suposa que la geometria d'una estructura no canvia apreciablement sota l'aplicació de les càrregues. Aquest principi és en general vàlid, llevat dels casos en els que la deformació és excessiva (ponts penjants, arcs esvelts Si es realitza un càlcul en 1er ordre, implica a més, que es menyspreen els esforços produïts pels desplaçaments de les càrregues originats al

desplaçar-se l'estructura. Si es realitza un càlcul en 2n ordre, es consideren els esforços originats per les càrregues al desplaçar-se l'estructura, sempre dins de la teoria de les petites deformacions que implica que les longituds dels elements es mantenen constants.

Aquest mateix principi estableix que es menyspreen els canvis de longitud entre els extrems d'una barra deguts a la curvatura de la mateixa o a desplaçaments produïts en una direcció ortogonal a la seva directriu, tant en un càlcul en 1er ordre com en 2n ordre.

Hi ha altres mètodes tals com la teoria de les grans deflexions que sí recullen aquests casos, que no son contemplats a Tricalc.

En el càlcul en 2n ordre es permeten seleccionar les combinacions a considerar, pel criteri de màxim desplaçament i pel criteri de màxim axil, o també és possible la realització del càlcul en 2n ordre per a totes les combinacions.

Linealitat

Aquest principi suposa que la relació tensió -deformació, i per tant, la relació càrrega deflexió, és constant, tant en 1er ordre com en 2n ordre. Això és generalment vàlid en els materials elàstics, però s'ha de garantir que el material no arriba al punt de fluència en cap de les seves seccions.

Superposició

Aquest principi estableix que la seqüència d'aplicació de les càrregues no altera els resultats finals. Com a conseqüència d'aquest principi, és vàlid l'ús de les "forces equivalents als nusos" calculades a partir de les càrregues existents en les barres; això és, pel càlcul dels desplaçaments i girs dels nusos es substitueixen les càrregues existents a les barres per les seves càrregues existents a les barres per les seves càrregues equivalents aplicades als nusos.

Equilibri

La condició d'equilibri estàtic estableix que la suma de totes les forces externes que actuen sobre l'estructura, més les reaccions, serà igual a zero. Així mateix, han d'estar en equilibri tots els nusos i totes les barres de l'estructura, per la qual cosa la suma de forces i moments interns i externs en tots els nusos de l'estructura ha de ser igual a zero.

Compatibilitat

Aquest principi suposa que la deformació i conseqüentment el desplaçament, de qualsevol punt de l'estructura és continu i té un sol valor.

Condicions de contorn

Per poder calcular una estructura, s'han d'imposar una sèrie de condicions de contorn. TRICALC permet definir en qualsevol nus restriccions absolutes (suports i encastaments) o relatives (ressorts) al desplaçament i al gir en els tres eixos generals de l'estructura, així com desplaçaments imposats (assentaments).

Unicitat de les solucions

Per a un conjunt donat de càrregues externes, tant la forma deformada de l'estructura i les forces internes així com les reaccions té un valor únic.

Desplom i imperfeccions inicials

Existeix la possibilitat de considerar els efectes de les imperfeccions inicials globals degudes a les desviacions geomètriques de fabricació i de construcció de l'estructura. Tant la Norma **CTE DB SE-A** en el seu article **5.4.1 Imperfeccions geomètriques** com l'**Eurocodi 3** en el seu article **5.3.2 Imperfections for global analysis of frames**, citen la necessitat de tenir en compte aquestes imperfeccions. Aquests valors són els següents:

- L/200 si hi ha dos suports i una alçada.
- L/400 si hi ha 4 o més suports i 3 o més alçades.
- L/300 per a situacions intermedies.

A més es defineixen uns valors de deformació (e_0) per a les imperfeccions locals degudes als esforços de compressió sobre els pilars. Aquests valors venen donats per la taula 5.8 de la norma CTE.

COMBINACIÓ D'ACCIONS

Normatives

Les combinacions d'accions per als elements de formigó armat es realitzen segons l'indicat en el Codi Estructural - CTE.

Combinacions d'elements de formigó segons Codi Estructural - CTE

Les combinacions d'accions específiques en Codi Estructural i en el Codi Tècnic de l'Edificació són molt similars, per això es tracten en aquest únic epígraf.

En el programa no existeixen càrregues permanents de valor no constant (G^*), i les sobrecàrregues (Q) s'agrupen en les següents famílies:

■ Família 1

Sobrecàrregues alternatives. Corresponen a les hipòtesis 1, 2, 7, 8, 9 i 10

■ Família 2

Càrregues mòbils. Corresponen a les hipòtesis 11 a 20, inclusiv.

■ Família 3

Càrregues de vent. Corresponen a les hipòtesis 3, 4, 25 i 26 (i a les -3, -4, -25 i -26 si s'habilita el sentit $\pm$)

Càrrega de neu. Correspon a la hipòtesi 22.

Càrrega de temperatura. Correspon a la hipòtesi 21.

Coefficients de majoració

El coeficient de seguretat per accions permanent favorables és definit per l'usuari.

E.L.U. Situacions persistents o transitòries

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 1 (Hipòtesis 0, 1, 2, 7, 8, 9 i 10)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 2 (Hipòtesis 0 i de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 3 (Hipòtesis 0, 3, 4, 25, 26, 21 i 22)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1 i 2 (Hipòtesi 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 i de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1 i 3 (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 i 26)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 2 i 3 (Hipòtesi 0, 3, 4, 21, 22, 25, 26 i de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1, 2 i 3 (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25, 26 i de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

E.L.U. Situacions accidentals (extraordinàries en CTE)

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 1 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 i 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 2 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, de 11 a 20 i 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent+ sobrecàrregues de la família 3 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, 3, 4, 21, 22, 25, 26 i 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1 i 2 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10, 23 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1 i 3 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 25 i 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 2 i 3 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, 3, 4, 21, 22, 23, 25, 26 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1, 2 i 3 + càrrega accidental (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 25, 26 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

E.L.U. Situacions sísmiques

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 1 + sisme (Hipòtesi 0, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 i 24)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 2 + càrrega sísmica (Hipòtesi 0, 5, 6, 24 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 3 + càrrega sísmica (Hipòtesi 0, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 24, 25 i 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1 i 2 + càrregues sísmiques (Hipòtesi 0, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 24 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1 i 3 + càrrega sísmica (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 24, 25 i 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 2 i 3 + càrregues sísmiques (Hipòtesi 0, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 24, 25, 26 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de les famílies 1, 2 i 3 + càrregues sísmiques (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 24, 25, 26 i de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

E.L.S. Estats Límit de Servei

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 1 (Hipòtesi 0, 1, 2, 7, 8, 9 y 10)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 2 (Hipòtesi 0 i de 11 a 20)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de la família 3 (Hipòtesi 0, 3, 4, 21, 22, 25 i 26)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_k$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de las famílies 1 i 2 (Hipòtesi 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 i de 11 a 20)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de las famílies 1 i 3 (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 i 26)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de las famílies 2 i 3 (Hipòtesi 0, 3, 4, 21, 22, 25 i 26 i de 11 a 20)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Càrrega permanent + sobrecàrregues de las famílies 1, 2 i 3 (Hipòtesi 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 i 26 i de 11 a 20)

Combinacions poc probables (característiques en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinacions freqüents:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Combinacions quasi permanents:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

CÀLCUL DE L'ARMAT

Criteris d'armat

Els criteris considerats en l'armat segueixen les especificacions del Codi Estructural, ajustant-se els valors de càlcul dels materials, els coeficients de majoració de càrregues, les disposicions d'armadures i les quanties geomètriques i mecàniques mínimes i màximes a les mencionades especificacions. El mètode de càlcul és l'anomenat per la Norma com dels "estats límits". Hom ha efectuat les següents comprovacions:

Estat límit últim d'equilibri. (Article 41º)

Es comprova que en tots els nusos es tenen que igualar les càrregues aplicades amb els esforços de les barres.

Estat límit d'esgotament davant de sol·licitacions normals (Article 42º)

Es comproven a trencament les barres sotmeses a flexió i axil degudes a les càrregues majorades. Es consideren les excentricitats mínimes de la càrrega en dues direccions (no simultànies), en el càlcul de pilars.

Estat límit d'inestabilitat (Article 43º)

Es realitza de forma opcional la comprovació del efecte del guexament en els pilars d'acord amb el article 43.5.2 (Estat Límit d'inestabilitat / Comprovació de suports aïllats / Mètode aproximat) de la norma CÒDIGO ESTRUCTURAL. Es defineix per a cada pilar i a cadascun dels seus eixos principals independentment: si es desitja realitzar la comprovació de guexament, es desitja considerar l'estructura traslacional, intraslacional o es desitja fixar el seu factor de longitud de guexament α (factor que al multiplicar-ho per la longitud del pilar s'obté la longitud de guexament), d'acord al LLISTAT D'OPCIONS. Poden definir-se diferents hipòtesis de traslacionalitat i d'intraslacionalitat per a les combinacions de 1er ordre i per a les combinacions de 2n ordre.

Si es fixa el factor de longitud de guexament α d'un pilar, es considerarà que per aquest pilar l'estructura es traslacional quan sigui major o igual que 1,0, e intraslacional en cas contrari.

Si la esbelta d'un suport en una direcció és menor de la esbelta inferior establerta en l'Article 43.1.2 de la Instrucció CÒDIGO ESTRUCTURAL, no es comprova aquest estat límit en la direcció indicada.

Estat límit d'esgotament front a tallant (Article 44º)

Es comprova la resistència del formigó, les armadures longitudinals i les transversals davant les sol·licitacions tangents de tallant produïdes per les càrregues majorades.

Estat límit d'esgotament per torsió (Article 45º)

Es comprova la resistència del formigó, les armadures longitudinals i les transversals davant les sol·licitacions normals i tangencials de torsió produïdes a les barres per les càrregues majorades. També es comproven els efectes combinats de la torsió amb la flexió i el tallant.

Estat límit de punxonament (Article 46º)

Es comprova la resistència a punxonament en sabates, forjats reticulars, lloses de forjat i lloses de fonamentació produït en la transmissió de sol·licitacions als pilars o pels pilars. No es realitza la comprovació de punxonament entre bigues i pilars.

Estat límit de fissuració (Article 49º)

Es calcula la màxima fissura de les barres sotmeses a les combinacions quasi permanents de les càrregues introduïdes a les diferents hipòtesis.

Estat límit de deformació (Article 50º)

Es calcula la deformació de les barres sotmeses a les combinacions corresponents als estats límit de servei de les càrregues introduïdes a les diferents hipòtesis de càrrega. El valor de la inèrcia de la secció considerada es un valor intermig entre el de la secció sense fissurar i la secció fissurada (fórmula de Branson). Els valors de les fletxes calculades corresponen a les fletxes actives, on s'ha tingut en compte per a la seva determinació el procés constructiu de l'edifici, amb els diferents estats de càrregues definits al LLISTAT D'OPCIONS.

Consideracions sobre l'armat de seccions

S'ha considerat un diagrama rectangular de resposta de les seccions, assimilable al diagrama paràbola-rectangle però limitant la profunditat de la línia neutra.

Armadura longitudinal de muntatge

En l'armat longitudinal de bigues i diagonals s'han disposat unes armadures repartides en un màxim de dues files de rodons, estant els rodons separats entre sí segons les especificacions de la Norma: 2 cm. si el diàmetre del rodó es menor de 20 mm. i un diàmetre si és major. No es consideren grups de barres. En qualsevol cas l'armadura de muntatge de bigues pot ser considerada als efectes resistents.

En l'armat longitudinal de pilars s'han disposat unes armadures repartides com a màxim en una fila de rodons, de igual diàmetre, i, opcionalment, amb armadura simètrica a les seves quatre cares per al cas de seccions rectangulars. En el cas de seccions rectangulars, es permet que el diàmetre de les cantonades sigui major que el de les cares. Es considera una excentricitat mínima que es el valor major de 20 mm o 1/20 del costat de la secció, en cadascun dels eixos principals de la secció, encara no de forma simultània. L'armadura s'ha determinat considerant un estat de flexió esviada, comprovant que la resposta real de la secció de formigó més acer es menor que las diferents combinacions de sol·licitacions que actuen sobre la secció. La quantia de l'armadura longitudinal dels pilars serà, al menys, la fixada per la Norma: un 4‰ del àrea de la secció de formigó.

Armadura longitudinal de reforç en bigues

Quan la resposta de la secció de formigó i de l'armadura longitudinal de muntatge no són suficients per poder resistir les sol·licitacions a les que està sotmesa la barra o l'àrea d'acer es menor que la quantia mínima a tracció, s'han col·locat les armadures de reforç corresponents.

L'armadura longitudinal inferior (muntatge més reforços) se prolonga fins els pilars amb una àrea igual al menys a 1/3 de la màxima àrea d'acer en el va i, en les àrees on existeixi tracció, es col·loca al menys la quantia mínima a tracció especificada per la Norma. Les quanties mínimes utilitzades són:

- ACER B 400 S (i B 400 SD) 3,3 ‰
- ACER B 500 S (i B 500 SD) 2,8 ‰

Quanties expressades en tant per mil d'àrea de la secció de formigó.

Es limita el màxim moment flector a resistir a $0,53 \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2$.

Conforme a les especificacions de la Norma, i de forma opcional, es redueixen les longituds d'ancoratge dels reforços quan l'àrea d'acer col·locada en una secció es major que la precisada segons el càlcul.

Armadura transversal

En l'armat transversal de bigues i diagonals s'ha considerat l'armat mínim transversal com la suma de la resistència a tallant del formigó i de la resistència de l'àrea dels cercols d'acer, que compleixin les condicions geomètriques mínimes de la Norma CÒDIGO ESTRUCTURAL i els criteris constructius especificats per la Norma NCSE-94. Les separacions entre estreps varien en funció dels tallants trobats al llarg de les barres.

En l'armat transversal de pilars s'ha considerat l'armat mínim transversal amb les mateixes condicions exposades per a les bigues. S'ha calculat una única separació entre cercols per

a tota la longitud dels pilars, i en el cas de que siguin d'aplicació els criteris constructius especificats per la Norma NCSE-94 es calculen tres zones d'estrebat diferenciades.

Sempre es determina que els cercles formen un angle de 90° amb la directriu de les barres. Així mateix, sempre es considera que les bieles de formigó formant 45° amb la directriu de les barres. Es considera una tensió màxima de treball de l'armadura transversal de 400 MPa. Conforme a CÓDIGO ESTRUCTURAL, i d'acord amb lo indicat en el LLISTAT D'OPCIONES, es comprova el no esgotament del formigó i es calcula l'armat transversal necessari per resistir els moments torsors de bigues i pilars. També es comprova la resistència conjunta dels esforços de tallant més torsió i de flexió més torsió.

Armadura longitudinal de pell

Aquelles seccions de bigues en les quals l'armadura superior dista més de 30 cm de l'armadura inferior, han sigut dotades de l'armadura de pell corresponent.

Mènsules curtes

Les mènsules curtes de formigó armat definides a l'estructura, s'armen i comproven d'acord amb l'article 64 d'CÓDIGO ESTRUCTURAL.

Es comprova que les seves dimensions compleixin els rangs de validesa de l'esmentada norma. També invaliden aquelles mènsules que suporten accions verticals cap dalt significatives.

Es considera que les accions sobre la mènsula són sempre des de la cara superior, no contemplant-se per tant, el cas de càrregues penjades (article 64.1.3 d'CÓDIGO ESTRUCTURAL).

Paràmetres de càlcul de l'armat

Veure LLISTAT D'OPCIONES.

COMPROVACIÓ DE SECCIONS D'ACER

Al programa és possible definir si es desitja utilitzar el CTE DB ES-A ("Codi Tècnic de l'Edificació. Document Bàsic. Seguretat Estructural. Acer") o l'CÓDIGO ESTRUCTURAL ("Instrucció Espanyola d'Acer Estructural"). En el Llistat i Informe de Dades de Càlcul s'indica la normativa seleccionada.

Criteris de comprovació

S'han seguit els criteris indicats en CTE DB SE-A o CÓDIGO ESTRUCTURAL per realitzar la comprovació de l'estructura, en base al mètode dels estats límits.

Tipus de seccions

Es defineixen les següents classes de seccions:

Classe	Tipus	Descripció
1	Plàstica	Permeten la formació de la ròtula plàstica amb la capacitat de rotació suficient per la redistribució de moments.
2	Compacta	Permeten el desenvolupament del moment plàstic amb una capacitat de rotació limitada.

3	Semicompacta o Elàstica	En la fibra més comprimida es pot assolir el límit elàstic de l'acer però l'abonyegadura impedeix el desenvolupament del moment plàstic.
4	Esvelta	Els elements total o parcialment comprimits de les seccions esveltes s'abonyeguen abans d'assolir el límit elàstic en la fibra més comprimida.

Tingui en compte que una mateixa barra, pot ser de diferent classe en cada secció (en cada punt) i per cada combinació de sol·licitacions.

En funció de la classe de les seccions, el tipus de càlcul és:

Classe de secció	Mètode per la determinació de les sol·licitacions	Mètode per la determinació de la resistència de les seccions
1 Plàstica	Elàstic	Plàstic
2 Compacta	Elàstic	Plàstic
3 Semicompacta	Elàstic	Elàstic
4 Esvelta	Elàstic	Elàstic amb resistència reduïda

L'assignació de la classe de secció en cada cas, es realitza d'acord amb el que s'indica en el CTE DB SE-A o en CÓDIGO ESTRUCTURAL. En el cas de seccions de classe 4, el càlcul dels seus paràmetres resistents reduïts (secció eficaç) es realitza assimilant la secció a un conjunt de rectangles eficaços, d'acord amb el que s'estableix en el CTE DB SE-A i CÓDIGO ESTRUCTURAL.

Estat límit últim d'equilibri

Es comprova que en tots els nusos han d'igualar-se les càrregues aplicades amb els esforços de les barres. No es realitza la comprovació general de bolcada de l'estructura.

Estabilitat lateral global i guexament

El programa pot realitzar un càlcul en 1er ordre o en 2n ordre. Les imperfeccions inicials poden ser tingudes en compte de forma automàtica, encara que també l'usuari pot introduir les accions equivalents en les barres que siguin necessàries.

La consideració dels efectes del guexament es realitza de la següent forma:

- Si l'estructura és intraslacional (distorsió de pilars $r \leq 0,1$), basta realitzar un anàlisi elàstic i lineal en primer ordre i de segon ordre, i considerar el pandeig dels pilars com intraslacionals.
- Si l'estructura és traslacional (distorsió de pilars $r > 0,1$), pot realitzar-se un anàlisi elàstic i lineal considerant el pandeig com estructura traslacional, o bé:
 - o Realitzar un anàlisi elàstic i lineal de 1er ordre considerant el pandeig com estructura intraslacional però havent multiplicat totes les accions horitzontals sobre l'edifici pel coeficient d'amplificació $1 / (1 - r)$.
 - o Realitzar un anàlisi elàstic i lineal de 2n ordre considerant el pandeig com estructura intraslacional sense coeficient d'amplificació.

Es defineix per cada tipus de barra (bigues, pilars o diagonals) o cada barra individual y en cada un dels seus eixos principals independentment, si es desitja realitzar la comprovació a guexament, es desitja considerar l'estructura traslacional, intraslacional o es desitja fixar

manualment el seu factor de longitud de guexament β (factor que al multiplicar-lo per la longitud de la barra s'obté la longitud de guexament), tal i com es recull en el LLISTAT D'OPCIONES.

Si es deshabilitza la comprovació de guexament en un determinat pla de guexament d'una barra, no es realitza la comprovació especificada anteriorment en l'esmentat plànol. El factor reductor de guexament d'una barra, χ , serà el menor dels factors de guexament corresponents als dos plànols principals de la barra. Si es fixa el factor de longitud de guexament ' β ' d'una barra, es considerarà que per a aquesta barra l'estructura es traslacional quan β sigui major o igual que 1,0, i intraslacional en cas contrari. La formulació pel càlcul dels coeficients de pandeo és la recollida en el CTE DB SE-A, i és la següent:

El càlcul del factor de guexament β en cadascun dels plans principals de les barres, en funció dels factors d'encastament η_1 (en la base del pilar) i η_2 (en el seu cap) és (quan no és fixat per l'usuari).

- Estructures traslacionals:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \sqrt{\frac{1 - 0,2 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0,8 \cdot (\eta_1 + \eta_2) + 0,60 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}}$$

- Estructures intraslacionals:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0,145 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,265 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{2 - 0,364 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,247 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}$$

on ' β ' és el factor de guexament, L_k la longitud de guexament i L la longitud del pilar, o distància entre els seus dos nusos extrems.

Per seccions constants i axial constant, l'esveltesa reduïda és

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

El factor reductor de guexament d'una barra, χ , es calcula d'acord amb el CTE DB SE-A o CÓDIGO ESTRUCTURAL.

Estat límit últim de rotura

La comprovació a rotura de les barres sotmeses a l'acció de les càrregues majorades, es desenvolupen de la següent forma:

Descomposició de la barra en seccions i càlcul en cadascuna d'elles dels valors de moments flectors, tallants, axial de compressió i axial de tracció.

- Càlcul de la tensió combinada en les següents seccions:

Secció de màxima compressió

Secció de màxima tracció

Secció de màxim moment flector segons l'eix Y_p

Secció de màxim moment flector segons l'eix Z_p

Secció de major tensió tangencial combinada

Secció de major tensió combinada, que pot coincidir amb alguna de les anteriors, encara que no necessàriament.

- Obtenció de les sis combinacions de sol·licitacions més desfavorables per altres seccions de la barra.

Resistència de las seccions

La capacitat resistent de les seccions depèn de la seva classe. Per seccions de classe 1 i 2 la distribució de tensions s'escollirà atenent a criteris plàstics (en flexió s'assoleix el límit elàstic en totes les fibres de la secció). Per les seccions de classe 3 la distribució seguirà un criteri elàstic (en flexió s'assoleix el límit elàstic només en les fibres extremes de la secció) i per seccions de classe 4 aquest mateix criteri s'establirà sobre la secció eficaç.

En tots els casos, es considera $f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$, si no s'indica el contrari.

- Resistència de les seccions de tracció. Es complirà:

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

- Resistència de les seccions de tall. En absència de torsió, es considera la resistència plàstica:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

on A_v és l'àrea resistent a tallant, que el programa pren de la base de dades de perfils.

- Resistència de les seccions a compressió sense guexament. Es complirà

$$N_{c,Ed} \leq N_{c,Rd}$$

La resistència de la secció, serà, per seccions classe 1, 2 o 3:

$$N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

Per seccions classe 4:

$$N_{c,Rd} = N_{u,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

- Resistència de les seccions de flexió. Es complirà

$$M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$$

La resistència plàstica de la secció bruta, per seccions de classe 1 o 2, serà

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd}$$

La resistència elàstica de la secció bruta, per seccions de classe 3, serà

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd}$$

La resistència elàstica de la secció eficaç, per seccions de classe 4 serà

$$M_{c,Rd} = M_{0,Rd} = W_{ef} \cdot f_{yd}$$

- Resistència de les seccions de torsió

Hauran de considerar-se les tensions tangencials degudes a la torsió uniforme, $\tau_{t,Ed}$, així com les tensions normals $\sigma_{w,Ed}$ i tangencials $\tau_{w,Ed}$ degudes al bimoment i a l'esforç torsor de torsió de guexo.

En absència de tallant, es considera:

$$T_{Ed} \leq T_{c,Rd}$$

$$T_{c,Rd} = W_T \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

on W_T és el mòdul resistent a torsió, que el programa pren de la base de dades de perfils.

Interacció d'esforços en seccions

Normalment, en una mateixa secció i combinació d'accions, es donen varies sol·licitacions simultàniament. CTE considera els següents casos (l'CÓDIGO ESTRUCTURAL considera expressions més ajustades. Vegeu el Manual de Normatives per a més informació):

- **Flexió composta sense tallant ni pandeo.** Pot utilitzar-se, conservadorament:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{seccions de classe 1 y 2})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{seccions de classe 3})$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} \leq 1 \quad (\text{seccions de classe 4})$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

- **Flexió i tallant.** Si $V_{Ed} > 0,5 \cdot V_{c,Rd}$, es comprovarà que:

$$M_{Ed} \leq M_{v,Rd}$$

$$M_{v,Rd} = \left(W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd} \not\geq M_{0,Rd} \quad \text{per seccions I o H amb flexió i tallant en el plànol de}$$

l'ànima

$$M_{v,Rd} = W_{pl} \cdot (1 - \rho) \cdot f_{yd} \not\geq M_{0,Rd} \quad \text{per la resta de casos}$$

$$\rho = \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

- **Flexió, axial i tallant sense pandeo.** Si $V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{c,Rd}$, només s'ha de considerar el cas 'Flexió composta sense tallant ni guexament'. En el cas contrari, s'utilitzarà també aquest cas, però l'àrea de tallant es multiplicarà per $(1 - \rho)$, prenent ρ del cas anterior.

- **Tallant i torsió.** En la resistència a tallant s'usarà la resistència plàstica a tallant reduïda per la resistència de tensions tangencials de torsió uniforme:

$$V_{c,Rd} \leq V_{pl,T,Rd}$$

En seccions buides tancades:

$$V_{pl,T,Rd} = \left(1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{f_{yd}/\sqrt{3}} \right) \cdot V_{pl,Rd}$$

Resistència de les barres

- **Compressió i guexament.** Es complirà que

$$N_{c,Rd} \leq N_{pl,Rd}$$

$$N_{c,Rd} \leq N_{b,Rd}$$

La resistència a guèrxament per flexió en compressió centrada pot calcular-se amb:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

■ Compressió i flexió amb guèrxament

L'expressió aquí reproduïdes corresponen al criteri d'eixos del CTE DB SE-A, de la qual la seva correspondència amb els eixos principals de **Tricalc** és:

Eix	DB	Tricalc
Longitudinal de la barra	X	Xp
Paral·lel a les ales	Y	Zp
Paral·lel a l'ànima	Z	Yp

En el cas del CTE, per a tota peça es comprovarà:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

A més, si no hi ha guèrxament per torsió (seccions tancades):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

A més, si hi ha guèrxament per torsió (seccions obertes):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Veure l'apartat 6.3.4.2 de CTE DB SE-A per a més informació.

En el cas de l'CÓDIGO ESTRUCTURAL es comprovarà:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \right) \cdot \gamma_{M1} \leq 1$$

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}} \right) \cdot \gamma_{M1} \leq 1$$

Veure l'apartat 35.3 de la CÓDIGO ESTRUCTURAL per a més informació.

Estat límit de servei de deformació

D'acord amb el CTE DB SE i CÓDIGO ESTRUCTURAL, es comprova la màxima deformació vertical (fletxa) de bigues i diagonals referent a:

- Fletxa produïda per les sobrecàrregues amb les combinacions característiques.
- Fletxa produïda per tota la càrrega amb les combinacions quasi permanents.

Estat límit últim d'abonyegament de l'ànima

Es realitza la comprovació d'abonyegament de l'ànima per contacte d'acord amb l'article 6.3.3.3 de la norma CTE DB SE-A o l'article 35.5 de la CÓDIGO ESTRUCTURAL, considerant la peça de l'ànima plena. El programa indica, en cas de ser necessari, la distància i espessor dels rigiditzadors transversals a disposar per així complir aquesta comprovació.

Estat límit últim de guerxament lateral de bigues

Aquesta comprovació és opcional en **Tricalc** i només es realitza en bigues i diagonals.

Es comprovarà que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$. En el cas de barres traccionades i flectades, el moment M_{Ed} podrà substituir-se per $M_{ef,Ed}$ per aquesta comprovació d'acord amb l'expressió:

$$M_{ef,Ed} = W \cdot [M_{Ed}/W - N_{t,Ed}/A]$$

El moment resistent de guerxament lateral serà:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_z \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

on W_z és el mòdul resistent de la secció, segons la seva classe i χ_{LT} el factor reductor per guerxament lateral. El programa calcula i indica el coeficient de seguretat a guerxament lateral ($M_{Ed} / M_{b,Rd}$).

Cas particular de les seccions d'inèrcia variable: carteles

Estat límit de trencament

Per l'estat límit de trencament, es parteix de les sol·licitacions existents en cada secció, que van ser calculades suposant que cada cartela secundària es de secció constant de valor la de la secció en el seu punt mig. A partir d'aquests esforços, es realitzen les comprovacions indicades anteriorment utilitzant les característiques geomètriques del perfil real en cada secció d'estudi (es a dir, considerant-la com una secció d'inèrcia variable).

Estat límit de guerxament

Pel càlcul de la longitud de guerxament, l'esveltesa λ i el coeficient reductor de guerxament χ , es considera la cartela primària com una barra única amb una secció equivalent d'acord amb l'article '6.3.2.3 Barres de secció variable' de la norma CTE DB SE-A. En la funció de retocat de resultats de guerxament s'utilitzaran també aquests criteris pel càlcul de la longitud, factor de pandeo β , esveltesa λ i coeficient reductor de guerxament χ .

Estat límit de deformació

Pel càlcul de l'estat límit de deformació, s'estudia cada cartela secundària per separat i considerant-la de secció constant.

Perfils Conformats

Donat que el CTE DB SE-A és insuficient per a comprovar aquest tipus de seccions, s'utilitzen els criteris de la norma europea EN 1993-1-3. Vegi's la memòria de càlcul corresponent als Eurocodis Genèrics.

En el cas de l'CÓDIGO ESTRUCTURAL, s'utilitza l'indicat en el seu article 73°.

Paràmetres de comprovació de l'acer

Veure LLISTAT D'OPCIONS.

COMPROVACIÓ DE BIGUES MIXTES

Camp d'aplicació i normativa

Tricalc permet definir bigues mixtes no embegudes en formigó formades per un perfil metàl·lic sota un cap de formigó, connectades entre si mitjançant connectors de tallant soldat a l'ala del perfil metàl·lic.

El perfil metàl·lic ha de ser d'acer estructural, de secció constant, amb forma en I o H, d'ànima alleugerida i amb la seva ala superior en contacte amb el cap de formigó.

El cap de formigó pot ser d'una secció rectangular, o un determinat ample d'una llosa massissa de formigó o un forjat de xapa. El forjat de xapa pot tenir els seus nervis paral·lels a la biga o perpendiculars a aquesta. En casos intermedis, el programa considera que els nervis de la xapa són ortogonals a la biga composta.

S'utilitzen les següents normes:

- EN 1994-1-1 (2004): Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.
- Els connectors entre la biga metàl·lica i el cap de formigó, seran del tipus 'perns de tallant', d'acord amb la norma EN ISO 13918 (2008); Welding — Studs and ceramic ferrules for arc stud welding

Rigidesa equivalent i eficàcia de la connexió de tallant

Una biga mixta està formada per dos materials (acer estructural i formigó armat) que treballen de forma més o menys conjunta, de manera que la rigidesa (i la resistència) de la secció composta és major que la summa de les rigideses (o resistències) del perfil metàl·lic i el cap de formigó armat. No obstant això, no es pot parlar d'una secció composta perfecta, perquè:

- Sempre es produeix un cert lliscament entre el perfil metàl·lic i el cap de formigó, degut, entre altres coses, a la deformació dels connectors de tallant.
- La fluència i la retracció del formigó fan que amb el temps, es produeixi una certa redistribució tensional en la connexió entre acer i formigó.

Per tenir en compte aquests fenòmens, tant les normes de càlcul com el programa, estableixen dos mecanismes:

- Per al càlcul d'esforços, es defineix un coeficient reductor del mòdul d'elasticitat del formigó.
- Per l'anàlisi de la secció composta, s'estableix el grau d'eficàcia de la connexió de tallant.

Perquè es pugui parlar de comportament mixt, aquest grau d'eficàcia ha d'estar per sobre d'un determinat mínim, que la norma EN 1994-1-1 el fa en un 40% (o major, en funció d'una sèrie de paràmetres). Si l'eficàcia és d'un 100% es parla llavors d'una connexió completa.

Com més gran sigui el grau de connexió, la resistència a flexió de la secció serà major, encara que a costa d'augmentar el nombre o diàmetre dels connectors.

Vegi el MANUAL DE NORMATIVES i l'INFORME DE DADES DE CÀLCUL per a més informació.

Ample eficaç del cap de formigó

La norma estableix un ample màxim eficaç del cap de formigó (variable al llarg de la longitud de la biga), de forma que no s'ha de comptar a efectes de resistència, amb el

formigó ni amb les armadures situades fora del seu ample. En el programa es segueix el següent criteri:

- L'usuari defineix l'ample 'nominal' d'aquest cap de formigó. Aquest ample és el que s'utilitza per definir l'àrea i inèrcies de la secció mixta per al càlcul d'esforços.
- En el moment del dimensionament i armat de la biga mixta, el programa utilitza, per a cada secció al llarg de la biga, el menor entre aquest ample nominal i l'ample eficaç definit a la norma seleccionada. Aquesta dada queda reflectida a l'INFORME DE BARRES DE FORMIGÓ I MIXTES del programa.
- En cas de bigues mixtes paral·leles, l'ample eficaç no pot superar la línia situada a mitja distància entre ambdues bigues. Aquest límit no es verificat pel programa.

Càlcul a flexió

El càlcul dels moments resistents de la secció mixta, tant en flexió positiva com en flexió negativa, es basa en el programa en el **comportament plàstic de la secció**, en el que els materials treballen a la següent tensió (vegi més detalls en el Manual de Normatives):

- El formigó comprimit treballa amb tensió $0,85 \cdot f_{cd}$
- El formigó en tracció es menysprea
- L'acer estructural, en tracció o compressió, treballen amb tensió f_{yd}
- Les armadures, en tracció o compressió, treballen amb tensió f_{sd} . Sols es considera l'armadura en compressió si està lligada mitjançant estreps.
- La xapa dels forjats de xapa es menysprea en el programa.

Perquè aquesta assumpció sigui correcta, les normes emprades en el programa exigeixen el compliment d'alguns requisits (per a més informació, vegi el MANUAL DE NORMATIVES):

- El perfil metàl·lic ha de permetre la seva comprovació, pel que fa a secció, amb una distribució plàstica de tensions. En els Eurocodis Estructurals implica que la secció sigui de classe 1 o 2.
- L'armadura ha de tenir suficient ductilitat. En CÓDIGO ESTRUCTURAL implica que siguin de classe SD.

Per tenir en compte el grau d'eficàcia de la connexió de tallant, es limita la profunditat del cap de compressió de formigó o la tracció en les armadures.

Bigues compostes en flexió negativa

Encara que la disposició d'un perfil metàl·lic sota un cap de formigó pugui fer pensar que les bigues mixtes sols treballen com a tals en flexió positiva i que per tant han d'utilitzar-se únicament en vans birecolzats, això no és cert: pot establir-se un mecanisme resistent mixt entre les armadures traccionades i el perfil metàl·lic en flexió. En aquest cas, el programa dimensiona les armadures de negatius necessàries.

Càlcul a tallant i torsió

En general, la resistència a tallant i torsió de les bigues mixtes, d'acord a les normatives emprades, es confia al perfil d'acer estructural, d'acord amb el que s'estableix en l'EN 1993. Únicament, en el cas que en el cap de formigó puguin disposar-se estreps (el que al programa ocorre quan aquesta no és un forjat xapa), la torsió es reparteix entre el perfil metàl·lic i el cap de formigó en funció de la seva rigidesa relativa a torsió.

Càlcul a rasant: connectors de tallant

Els connectors de tallant són els encarregats de transmetre el rasant (tallant horitzontal paral·lel a la biga) entre el cap de formigó i el perfil metàl·lic. Per tant, són imprescindibles per poder considerar una acció mixta de la secció.

Per a la resistència d'un connector se segueix l'indicat en la norma, que la calcula com el mínim entre la resistència de l'acer del connector i la resistència per aixafament en el formigó.

La distribució dels connectors al llarg de la biga es realitza d'acord amb els següents supòsits:

- La norma permet un repartiment uniforme dels connectors al llarg de cada tram de biga en estudi, pel que és necessari que la connexió sigui dúctil. Aquest és el criteri adoptat pel programa, verificant que la connexió pugui ser dúctil.
- Els trams en estudi s'estableixen entre les seccions crítiques establertes en la norma: seccions de moment màxim (positiu o negatiu), extrems de la barra i seccions en què deixi d'haver-hi moment positiu o negatiu.
- D'acord a la norma, el rasant total a transmetre es calcula amb criteris de capacitat, és a dir, segons la màxima compressió o tracció resistent del cap de formigó, tenint en compte el grau d'eficàcia de la connexió de tallant establerta. Aquest criteri és certament molt conservador, perquè és independent dels esforços als quals està sotmesa la biga.

En l'INFORME DE BARRES DE FORMIGÓ I MIXTES es detalla, en cada secció, el rasant de càlcul establert amb aquests criteris i el rasant resistent aportat pels connectors disposats actualment.

Com que l'ample eficaç del cap de formigó és major que la zona d'acció dels connectors, els Eurocodis Estructurals estableixen la necessitat d'una armadura horitzontal i perpendicular a la biga que absorbeixi aquest tallant transversal.

- En el cas que el cap de formigó tingui estreps (és a dir, quan no es tracta d'un forjat de xapa), són les branques horitzontals d'aquests estreps les encarregades d'això.
- En el cas de forjats de xapa, el programa no col·loca cap armat específic. L'habitual és resoldre-ho amb l'armadura de repartiment del forjat de xapa, d'acord amb la quantia (en cm^2/ml) que s'indica en l'INFORME DE BARRES DE FORMIGÓ I MIXTES.

COMPROVACIÓ DE SECCIONS D'ALUMINI

Criteris de comprovació

Tricalc incorpora **part** de les especificacions que la norma europea **EN 1999** (d'ara en endavant, **EC9**) contempla per al disseny d'estructures d'alumini. Aquest Eurocodi està dividit en varies parts, de les que s'han implementat les següents:

- EN 1999-1-1:2007 + A1:2009. Regles generals.
- EN 1999-1-2:2007 + AC:2009. Resistència al foc.

A més, **Tricalc** només contempla les seccions d'alumini extruït (que són les més habituals), no permetent el càlcul de seccions laminades, foses, conformades en fred o formades per xapes soldades.

Tipus de seccions

Es defineixen les següents classes de seccions:

Classe	Tipus	Descripció
1	Plàstica	Permeten la formació de la ròtula plàstica amb la capacitat de rotació suficient per a la redistribució de moments.
2	Compacta	Permeten el desenvolupament del moment plàstic amb una capacitat de rotació limitada.
3	Semicompacta o Elàstica	En la fibra més comprimida es pot aconseguir el límit elàstic de l'alumini però l'abonyegadura impedeix el desenvolupament del moment plàstic
4	Esvelta	Els elements total o parcialment comprimits de les seccions esveltes s'abonyegen abans d'aconseguir el límit elàstic en la fibra més comprimida.

S'ha de tenir en compte que en l'EC9 (a diferència del que indica l'EC3 per a acer), es defineix una classe per a compressió simple, altra per a flexió simple segons l'eix Y_p i una tercera classe per a flexió simple segons l'eix Z_p , independentment dels esforços als que estigui sotmesa la secció en cada punt i/o combinació.

En funció de la classe de les seccions, el tipus de càlcul és:

Classe de secció	Mètode per a la determinació de les sol·licitacions	Mètode per a la determinació de la resistència de les seccions
1 Plàstica	Elàstic	Plàstic
2 Compacta	Elàstic	Plàstic
3 Semicompacta	Elàstic	Elàstic
4 Esvelta	Elàstic	Elàstic amb resistència reduïda

L'assignació de la classe de secció en cada cas, es realitza d'acord amb l'indicat en EC-9. En el cas de seccions de classe 4, el càlcul dels seus paràmetres resistents reduïts (secció eficaç) es realitza assimilant la secció a un conjunt de rectangles eficaços, d'acord amb l'establert en l'EC-9.

Estat límit d'equilibri

Es comprova que en tots els nusos han d'igualar-se les càrregues aplicades amb els esforços de les barres. No es realitza la comprovació general de volcada de l'estructura.

Estabilitat lateral global i pandeig

El programa pot realitzar un càlcul en 1er ordre o en 2on ordre. Les imperfeccions inicials poden ser tingudes en compte de forma automàtica, encara que també l'usuari pot introduir les accions equivalents en les barres que siguin necessàries.

La consideració dels efectes del pandeig es realitza de la següent forma:

- Si l'estructura és intraslacional (distorsió de pilars $r \leq 0,1$), basta realitzar una anàlisi elàstica i lineal en primer ordre i de segon ordre, i considerar el pandeig dels pilars com intraslacionals.
- Si l'estructura és traslacional (distorsió de pilars $r > 0,1$), pot realitzar-se una anàlisi elàstica i lineal considerant el pandeig com a estructura traslacional, o bé:

- Realitzar una anàlisi elàstica i lineal de 1er ordre considerant el pandeig com estructura intraslacional però havent multiplicat totes les accions horitzontals sobre l'edifici pel coeficient d'amplificació $1 / (1 - r)$.
- Realitzar una anàlisi elàstica i lineal de 2on ordre considerant el pandeig com estructura intraslacional sense coeficient d'amplificació.

Es defineix per a cada tipus de barra (bigues, pilars o diagonals) o cada barra individual i en cada un dels seus eixos principals independentment, si es desitja realitzar la comprovació de pandeig, es desitja considerar l'estructura traslacional, intraslacional o es desitja fixar manualment el seu factor de longitud de pandeig k (factor que al multiplicar-lo per la longitud de la barra s'obté la longitud de pandeig), tal com es recull en el LLISTAT D'OPCIONS.

Si es deshabilita la comprovació de pandeig en un determinat pla de pandeig d'una barra, no es realitza la comprovació especificada anteriorment en aquell pla. El factor reductor de pandeig d'una barra, χ , serà el menor dels factors de pandeig corresponents als dos plans principals de la barra.

Si es fixa el factor de longitud de pandeig ' k ' d'una barra, es considerarà que per a aquella barra l'estructura és traslacional quan k sigui major o igual que 1,0, i intraslacional en cas contrari.

La formulació per al càlcul dels coeficients de pandeig és la recollida en EC-9, i és la següent:

El càlcul del factor de pandeig k en cadascun dels plans principals de les barres es calcula de la següent manera, en funció dels factors d'encastament η_1 (en la base del pilar) i η_2 (en el seu cap) és (quan no és fixat per l'usuari).

- Estructures traslacionals:

$$k = \frac{L_k}{L} = \sqrt{\frac{1 - 0,2 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0,8 \cdot (\eta_1 + \eta_2) + 0,60 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}}$$

- Estructures intraslacionals:

$$k = \frac{L_k}{L} = \frac{1 + 0,145 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,265 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{2 - 0,364 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,247 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}$$

on ' k ' és el factor de pandeig, L_k la longitud de pandeig i L la longitud del pilar, o distància entre els seus dos nusos extrems.

Per a seccions constants i axial constant, l'esveltesa reduïda és

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_o}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

El factor reductor de pandeig d'una barra, χ , es calcula d'acord amb EC-9.

Estat límit de trencament

D'acord amb l'apartat 6.2 de l'EN 1999-1-1, es realitzen les següents comprovacions.

La comprovació a trencament de les barres, sotmeses a l'acció de les càrregues majorades, es desenvolupa de la següent forma:

Descomposició de la barra en seccions i càlcul en cadascuna d'elles dels valors de moments flectors, tallants, axial de compressió i axial de tracció.

- Càlcul de la tensió combinada en les següents seccions:

Secció de màxima compressió

Secció de màxima tracció

Secció de màxim moment flector segons l'eix Y_p

Secció de màxim moment flector segons l'eix Z_p

Secció de major tensió tangencial combinada

Secció de major tensió combinada, que pot coincidir amb alguna de les anteriors, encara que no necessàriament.

- Obtenció de les sis combinacions de sol·licitacions més desfavorables per a altres tantes seccions de la barra.

Resistència de les seccions

La capacitat resistent de les seccions depèn de la seva classe. Per a seccions de classe 1 i 2 la distribució de tensions s'escollirà atenent a criteris plàstics (en flexió s'aconsegueix el límit elàstic en totes les fibres de la secció). Per a les seccions de classe 3 la distribució seguirà un criteri elàstic (en flexió s'aconsegueix el límit elàstic només en les fibres extremes de la secció) i per a seccions de classe 4 aquest mateix criteri s'establirà sobre la secció eficaç.

- Resistència de les seccions a tracció:

$$N_{t,Ed} \leq N_{t,Rd}$$

$$N_{t,Rd} = N_{o,Rd} = A_g \cdot f_o / \gamma_{M1}$$

Sent A_g l'àrea de la secció bruta.

- Resistència de les seccions a tall. En absència de torsió, es considera la resistència plàstica:

$$V_{Ed} \leq V_{c,Rd}$$

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_o}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

sent A_v l'àrea resistent a tallant, que el programa pren de la base de dades de perfils.

- Resistència de les seccions a compressió sense pandeig. Es complirà

$$N_{c,Ed} \leq N_{c,Rd}$$

sent $N_{c,Rd} = A_{eff} \cdot f_o / \gamma_{M1}$;

on A_{eff} és l'àrea efectiva basada en un espessor reduït per pandeig local.

- Resistència de les seccions a flexió.

S'ha de complir que

$$M_{Ed} / M_{Rd} \leq 1$$

La resistència per a moments al voltant de l'eix principal és:

$$M_{Rd} = \min \{ M_{u,Rd} ; M_{c,Rd} \}$$

$$M_{u,Rd} = W_{net} \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

$$M_{c,Rd} = \alpha \cdot W_{el} \cdot f_o / \gamma_{M1}$$

El factor de forma α pot prendre els següents valors:

Classe de	α

la secció	
Classe 1	W_{pl} / W_{el}
Classe 2	W_{pl} / W_{el}
Classe 3	$\alpha_{3,u}$
Classe 4	W_{eff} / W_{el}

Sent

α factor de forma, d'acord amb la taula anterior. El valor de $\alpha_{3,u}$ és:

$$\alpha_{3,u} = 1 + \left(\frac{\beta_3 - \beta}{\beta_3 - \beta_2} \right) \left(\frac{W_{pl}}{W_{el}} - 1 \right) \geq 1$$

W_{el} mòdul resistent elàstic de la secció bruta;

W_{pl} mòdul resistent plàstic de la secció bruta;

W_{eff} mòdul resistent efectiu, prenent un espessor eficaç t_{eff} per a les parts de Classe 4;

W_{net} mòdul resistent elàstic de la secció neta, descomptant forats i prenent un espessor $\rho_{u,haz} \cdot t$ per a les HAZ. En **Tricalc** coincideix amb W_{el} ;

β paràmetre d'esveltesa de la part més crítica de la secció (la que tingui el menor valor β_2 / β);

β_2, β_3 valors límit per a aquesta part d'acord amb la Taula 6.2.

Cada tros de la secció es calcula amb un espessor reduït o no, de forma que per a les zones comprimides de parts de Classe 4, prendre $t_{eff} = \rho_c \cdot t$.

■ Resistència de les seccions a torsió

Si les deformacions per distorsió poden ser rebutjades, hauria de complir-se que

$$T_{Ed} / T_{Rd} \leq 1$$

$$T_{Rd} = \frac{W_{T,pl} \cdot f_o}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

El torsor total de càlcul és la suma de dos efectes interns:

$$T_{Ed} = T_{t,Ed} + T_{w,Ed}$$

Sent

$T_{t,Ed}$ valor de càlcul de la torsió de St. Venant. En seccions obertes (H, I, U,...) pot menysprear-se;

$T_{w,Ed}$ valor de càlcul de la torsió de guexesa. En seccions buides tancades pot menysprear-se.

La torsió produeix les següents tensions:

$\tau_{t,Ed}$ tensions tangencials degudes a la torsió de St. Venant $T_{t,Ed}$;

$\sigma_{w,Ed}$ tensions normals longitudinals degudes al bimoment B_{Ed} ;

$\tau_{w,Ed}$ tensions tangencials degudes a la torsió per guexesa $T_{w,Ed}$.

Per a tallant més torsió, la resistència plàstica a tallant, $V_{pl,Rd}$, es substitueix per $V_{T,Rd}$, de forma que

$$V_{Ed} / V_{T,Rd} \leq 1$$

Per a seccions en I o H:

$$V_{T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1,25 \cdot f_o / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1})}} \cdot V_{Rd}$$

Per a seccions en U:

$$V_{T,Rd} = \left[\sqrt{1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{1,25 \cdot f_o / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1})}} - \frac{\tau_{w,Ed}}{f_o / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1})} \right] \cdot V_{Rd}$$

Per a seccions buides

$$V_{T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{t,Ed}}{f_o / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1})} \right] \cdot V_{Rd}$$

Interacció d'esforços en seccions

- Flexió i tallant. Si $V_{Ed} < 0,50 \cdot V_{pl,Rd}$, no és necessari reduir la resistència a flexió (excepte el que indiqui l'apartat 6.7.6 de l'EN 1999-1-1:2007 sobre abonyegadura per tallant). Si pel contrari, $V_{Ed} \geq 0,50 \cdot V_{pl,Rd}$, la resistència a flexió es calcularà suposant en l'àrea a tallant, un límit elàstic reduït

$$f_{o,V} = f_o \cdot \left[1 - \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} - 1 \right)^2 \right]$$

Sent V_{Rd} la resistència a tallant segons l'apartat 6.2.6 d'EN 1999-1-1:2007. Si hi ha també torsió, es substitueix V_{Rd} en les anteriors expressions per $V_{T,Rd}$ (veure la comprovació a torsió). Alternativament, per a seccions en I o H bisimètriques amb tallant i flexió en el pla de l'ànima, el moment resistent és (amb els eixos definits en **EC9**)

- Per a secció de Classe 1 o 2:

$$M_{y,V,Rd} = t_f \cdot b_f \cdot (h - t_f) \cdot \frac{f_o}{\gamma_{M1}} + \frac{t_w \cdot h_w^2}{4} \cdot \frac{f_{o,V}}{\gamma_{M1}}$$

- Per a secció de Classe 3:

$$M_{y,V,Rd} = t_f \cdot b_f \cdot (h - t_f) \cdot \frac{f_o}{\gamma_{M1}} + \frac{t_w \cdot h_w^2}{6} \cdot \frac{f_{o,V}}{\gamma_{M1}}$$

- Per a secció de Classe 4 o amb HAZ, vegi's l'apartat 6.2.5 d'EN 1999-1-1:2007.
- Si també hi ha càrregues transversals, vegi's l'apartat 6.7.6 d'EN 1999-1-1:2007.
 - Flexió i axial en seccions obertes:
- Per a seccions bisimètriques (excepte seccions convexes) s'haurien de complir les 2 condicions següents:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\omega_0 \cdot N_{Rd}} \right)^{\xi_0} + \frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\omega_0 \cdot N_{Rd}} \right)^{\eta_0} + \left(\frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{y,Rd}} \right)^{\gamma_0} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}} \right)^{\xi_0} \leq 1$$

Sent

$$\eta_0 = 1 \text{ ó } \eta_0 = \alpha_z^2 \cdot \alpha_y^2, \text{ con } 1 \leq \eta_0 \leq 2$$

$$\gamma_0 = 1 \text{ ó } \gamma_0 = \alpha_z^2, \text{ con } 1 \leq \gamma_0 \leq 1,56$$

$$\xi_0 = 1 \text{ ó } \xi_0 = \alpha_y^2, \text{ con } 1 \leq \xi_0 \leq 1,56$$

$$N_{Rd} = A_{eff} \cdot f_o / \gamma_{M1}, \text{ ver 6.2.4;}$$

$$M_{y,Rd} = \alpha_y \cdot W_{y,el} \cdot f_o / \gamma_{M1};$$

$$M_{z,Rd} = \alpha_z \cdot W_{z,el} \cdot f_o / \gamma_{M1};$$

α_y, α_z factor de forma a flexió per a considerar pandeig local i HAZ, vegi's 6.2.5;

$$\omega_0 = 1.$$

- Flexió i axial en seccions buides i massisses convexes. Ha de complir-se la condició

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\omega_0 \cdot N_{Rd}} \right)^\psi + \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1$$

sent

$$\psi = 1,3 \text{ ó } \psi = \alpha_z \cdot \alpha_y, \text{ con } 1 \leq \psi \leq 1,3 \text{ per a seccions buides}$$

$$\psi = 2,0 \text{ ó } \psi = \alpha_z \cdot \alpha_y, \text{ con } 1 \leq \psi \leq 2,0 \text{ per a seccions massisses convexes}$$

- Flexió, tallant i axial. Si $V_{Ed} < 0,50 \cdot V_{Rd}$, no és necessari reduir la resistència conjunta a axial més flexió d'apartats anteriors (excepte el que indiqui EN 1999-1-1:2007 en l'apartat 6.7.6 sobre abonyegadura de l'ànima per tallant). Si pel contrari, $V_{Ed} \geq 0,50 \cdot V_{Rd}$, la resistència a flexió es calcularà suposant en l'àrea a tallant, un límit elàstic reduït

$$\rho = \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} - 1 \right)^2$$

En lloc de reduir el límit elàstic, també es pot reduir en la mateixa mesura l'espessor de la part de secció corresponent a l'àrea de tallant.

- Flexió, axial i tallant sense pandeig. Si $V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{c,Rd}$, basta considerar el cas 'Flexió composta sense tallant ni pandeig'. En cas contrari, s'utilitzarà també aquest cas, però l'àrea de tallant es multiplicarà per $(1 - \rho)$, prenent ρ del cas anterior.

Resistència de les barres

- Compresió i pandeig. Es complirà que

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} \leq 1$$

La resistència a pandeig per flexió en compresió centrada pot calcular-se amb:

$$N_{b,Rd} = \kappa \cdot \chi \cdot A_{eff} \cdot f_o / \gamma_{M1}$$

- Compresió i flexió amb pandeig

Les seccions sotmeses a compresió més flexió en ambdòs eixos amb pandeig, compliran l'indicat a continuació. Per a aquest apartat les seccions es classifiquen en:

- Elements no susceptibles de deformació torsional, en els que només existirà pandeig per flexió. Seccions buides circulars o amb torsió impedita;
- Elements susceptibles de deformació torsional, en els que hi haurà pandeig per flexió i pandeig lateral-torsional. Seccions obertes o amb torsió no impedita.

Quan només existeixi **pandeig per flexió** se'ns presenten els següents casos:

- Per a seccions obertes doblement simètriques (però no convexes) i flexió simple haurien de satisfer-se les expressions (6.59) i (6.60) d'EN 1999-1-1:2007:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot \omega_x \cdot N_{Rd}} \right)^{\xi_{yc}} + \frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{y,Rd}} \leq 1 \quad (6.59)$$

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \omega_x \cdot N_{Rd}} \right)^{\eta_c} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}} \right)^{\xi_{zc}} \leq 1 \quad (6.60)$$

Sent:

$$\eta_c = 0,8 \text{ ó } \eta_c = \eta_0 \chi_z, \text{ con } \eta_c \geq 0,8$$

$$\xi_{yc} = 0,8 \text{ ó } \xi_{yc} = \xi_0 \chi_y, \text{ con } \xi_{yc} \geq 0,8$$

$$\xi_{zc} = 0,8 \text{ ó } \xi_{zc} = \xi_0 \chi_z, \text{ con } \xi_{zc} \geq 0,8$$

η_0, ξ_0 segons l'apartat "Resistència conjunta a flexió i esforç axial en seccions obertes";

seccions

$\omega_0 = \omega_x = 1$ en bigues o pilars sense soldadures localitzades i moments en extrems

extrems

- Per a seccions massisses convexes utilitzarem l'equació 6.60, però amb:

$$\eta_c = 0,8 \text{ ó } \eta_c = 2 \chi, \text{ con } \eta_c \geq 0,8$$

$$\xi_c = 0,8 \text{ ó } \xi_c = 1,56 \chi, \text{ con } \xi_c \geq 0,8$$

- Per a seccions buides i tubs:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_{\min} \cdot \omega_x \cdot N_{Rd}} \right)^{\psi_c} + \frac{1}{\omega_0} \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1$$

Per a aquests tres casos de pandeig per flexió:

$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}, N_{Ed}$ Esforços de primer ordre;

$N_{Rd} = A \cdot f_o / \gamma_{M1}$, en seccions de Classe 1 a 3;

$= A_{eff} \cdot f_o / \gamma_{M1}$, per a seccions en Classe 4;

$M_{y,Rd} = \alpha_y \cdot W_y \cdot f_o / \gamma_{M1}$;

$M_{z,Rd} = \alpha_z \cdot W_z \cdot f_o / \gamma_{M1}$;

α_y, α_z veure els apartats "Resistència a flexió" i "Resistència conjunta a flexió i esforç axial en seccions obertes", però amb $\alpha_y \leq 1,25$; $\alpha_z \leq 1,25$.

Quan existeixi **pandeig lateral-torsional per flexió**, en elements amb secció simètrica segons l'eix fort, amb simetria central o bisimètriques, hauria de complir-se:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \omega_x \cdot N_{Rd}} \right)^{\eta_c} + \left(\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \omega_{xLT} \cdot M_{y,Rd}} \right)^{\gamma_c} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}} \right)^{\xi_{zc}} \leq 1$$

Sent

$M_{y,Ed}$ moment y-y de primer ordre si l'element és biarticulat o intraslacional; de 2on ordre en pòrtics traslacionals;

$M_{z,Ed}$ moment z-z de primer ordre;

$N_{Rd} = A \cdot f_o / \gamma_{M1}$, en seccions de Classe 1 a 3;

	$= A_{eff} \cdot f_o / \gamma_{M1}$, per a seccions en Classe 4;
$M_{y,Rd}$	$= \alpha_y \cdot W_{el,y} \cdot f_o / \gamma_{M1}$;
$M_{z,Rd}$	$= \alpha_z \cdot W_{el,z} \cdot f_o / \gamma_{M1}$;
α_y, α_z	veure els apartats "Resistència a flexió" i "Resistència conjunta a flexió i esforç axial en seccions obertes", però amb $\alpha_y \leq 1,25$; $\alpha_z \leq 1,25$.
η_c	$= 0,8$ ó $\eta_c = \eta_0 \cdot \chi_z$, con $\eta_c \geq 0,8$
γ_c	$= \gamma_0$
ξ_{yc}	$= 0,8$ ó $\xi_{yc} = \xi_0 \cdot \chi_z$, con $\xi_{yc} \geq 0,8$
$\omega_x, \omega_0, \omega_{xLT}$	factors de reblandiment per HAZ, en Tricalc valen 1.

En tots els casos, les expressions són les d'**EC-9**, en les que l'eix yy de la secció correspon al Zp de **Tricalc**, i l'eix zz correspon al Yp de **Tricalc**.

Estat límit de deformació

D'acord amb l'EC-0 i EC-9, es comprova la màxima deformació vertical (fletxa) de bigues i diagonals referent a:

- Fletxa produïda per les sobrecàrregues amb les combinacions característiques.
- Fletxa produïda per tota la càrrega amb les combinacions quasi permanents.

Estat límit d'abonyegadura de l'ànima

El programa realitza la comprovació a l'abonyegadura de l'ànima per tallant en bigues d'acord a l'apartat 6.7.4 de l'EN 1999-1-1:2007. El programa indica, en cas de ser necessari, la distància i espessor dels rigiditzadors transversals a disposar per a així complir aquesta comprovació. No es consideren rigiditzadors longitudinals.

Paràmetres de comprovació de l'alumini

Veure LLISTAT D'OPCIONS.

CÀLCUL DE LA FONAMENTACIÓ

Aquest apartat és referent al càlcul de la fonamentació superficial mitjançant sabates aïllades o combinades i les seves possibles bigues centradores. Existeixen altres apartats en aquesta memòria que es refereixen a la fonamentació superficial mitjançant lloses de fonamentació, murs de soterrani, murs resistents i fonaments profunds mitjançant encepades i estakes

Geometria

Els sistemes de coordenades utilitzats com referència són els següents:

- **SISTEMA GENERAL:** constituït per l'origen de coordenades Og i els eixos Xg, Yg y Zg. Els eixos Xg y Zg són els horitzontals i l'eix Yg és l'eix vertical.
- **SISTEMA LOCAL:** format per un sistema d'eixos [Xl,Yl,Zl] amb origen en el nus en el qual cada sabata es defineix i paral·lels als eixos Xg, Yg y Zg.
- **SISTEMA D'EIXOS PRINCIPAL:** resultant d'aplicar una rotació damunt els eixos locals de la sabata quan aquesta està girada respecte l'eix Yl.

Càrregues

Es consideren les càrregues aplicades directament sobre les bigues ríostres i centradores, i les reaccions obtingudes en els nusos de l'estructura en contacte amb el terreny, determinades en l'etapa de càlcul de l'estructura.

Càlcul de la tensió admissible

Es realitza d'acord al que hi ha establert en CTE DB SE-C. L'usuari podrà establir la tensió admissible explícitament o bé decidir que el programa la calculi en base a l'annex F.1.1 del CTE DB SE-C.

Criteris de càlcul de sabates aïllades

Es contemplen distintes distribucions del diagrama de pressions sota les sabates en funció de les càrregues que incideixen damunt d'aquestes; en el cas de sabata centrada amb càrrega vertical i sense moment, es considera un diagrama de distribució de pressions rectangulars i uniforme; en el cas de sabata centrada amb càrrega vertical i moments i en el cas de sabata en cantonada o paret mitgera amb càrrega vertical i/o moments, es considera un diagrama també rectangular i uniforme estès a part de la sabata de forma que l'àrea de pressions sigui cobaricèntrica amb la resultant d'accions verticals.

En sabates rectangulars $B \times L$ equival a considerar una sabata equivalent $B^* \times L^*$, amb

$$B^* = B - 2 \cdot e_B$$

$$L^* = L - 2 \cdot e_L$$

on e_B , e_L són les excentricitats de la resultant respecte al baricentre de la sabata.

Criteris de càlcul de sabata amb bigues centradores

Quan dos sabates estan unides per una biga centradora, s'analitza el conjunt sabata-biga-sabata independentment de que alguna de les sabates es trobi també unida amb una altra sabata mitjançant una biga, sense considerar interaccions amb altres conjunts biga-sabata-biga. A la biga se li pot assignar qualsevol tipus d'unió (inclòs unions elàstiques), la qual cosa es tingut en compte pel programa.

El conjunt de sabates i biga centradora s'analitza amb una biga invertida, amb càrrega contínua igual a la resultant de la pressió del terreny en les dues sabates i amb suports en els pilars comprovant-se que la tensió sota les dues sabates no superin la tensió admissible del terreny.

Criteris de càlcul de sabates combinades

El predimensionament de les sabates combinades s'estableix de forma que el ciment pugui ser analitzar com rígid, hipòtesi que permet considerar una tensió uniforme sobre el terreny tant en les zones allunyades dels pilars com en la seva proximitat. D'aquesta forma, les condicions de rigidesa que compleixen les dimensions de les sabates combinades són les següents:

- Volades:

$$v \leq \frac{\pi}{4} \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_c \cdot I_c}{B \cdot k_{sB}}}$$

- Va central:

$$\ell \leq \frac{\pi}{2} \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_c \cdot I_c}{B \cdot k_{SB}}}$$

on,

ℓ	la llum del va (màxima) entre pilars;
v	volada (màxim) en la direcció longitudinal i transversal;
B	l'amplada de la sabata (direcció transversal);
E_c	el mòdul de deformació del material de la sabata representatiu del tipus de càrrega i la seva duració;
I_c	el moment d'inèrcia de la sabata en un pla vertical, transversal (perpendicular al pla d'alineació de pilars), respecte a l'horitzontal que passa pel seu centre de gravetat;
k_{SB}	el mòdul de balast de càlcul, representatiu de les dimensions del fonament.

Càlcul estructural del fonament

Criteris d'armat de sabates simples rígides i flexibles

Considerant els aspectes referents a sabates recollits en la Instrucció CÒDIGO ESTRUCTURAL, hom realitza les següents comprovacions:

Comprovació a punxonament i tallant

La Instrucció CÒDIGO ESTRUCTURAL defineix la secció de càlcul S2, situada a una distància 'd' de la cara del pilar, i que tenen en compte la secció total de l'element de fonamentació, on d és el cantell útil de la sabata. Aquests valors s'amiden segons la direcció en la que es realitzin les comprovacions.

En la comprovació a punxonament hom verifica que la tensió tangencial produïda pel tallant en un perímetre crític situat al voltant del pilar i a una distància 2.d de la seva cara no superi la màxima tensió tangencial.

En la comprovació a tallant hom verifica que el tallant existent a la secció S2 es menor o igual a V_{u2} (tallant d'esgotament per tracció en l'ànima en peces sense armadura transversal).

Comprovació a flexió

En la Instrucció CÒDIGO ESTRUCTURAL es defineix la secció de càlcul S1, situada a 0,15b, interior a la cara del pilar de cantó b, per a pilars de formigó mentre que per a pilars d'acer es pren com a referència la secció en la cara del pilar. El càlcul de l'armadura a flexió es realitza en dita secció i de manera que no sigui necessària l'armadura de compressió. L'armadura mínima col·locada compleix una separació mínima entre barres de 30 cm. i la següent quantia geomètrica mínima de la secció de formigó:

- B 400 S 1,0 ‰
- B 500 S 0,9 ‰

Criteris d'armat de sabates tipus M o de formigó en massa

Es dimensiona el cantell pe que existeixi en la base de la sabata una màxima tensió de tracció igual a la màxima tensió de càlcul del formigó a flexo-tracció, a efectes de que no sigui necessari la col·locació d'armadura. Es col·loca no obstant una armadura mínima recomanada a efectes de redistribució d'esforços a la base, composta per barres separades 30 cm. Es realitzen les següents comprovacions:

Comprovació de punxonament

Es comprova que la tensió tangencial resistida per un perímetre definit a distància $h/2$ de la cara del pilar no sigui major de $2 \cdot f_{ctd}$, on f_{ctd} és la resistència de càlcul del formigó a flexo-tracció, de valor:

$$\begin{aligned} f_{ck} \leq 50 \text{ MPa} &\rightarrow f_{ct,d} = 0,21 \cdot f_{ck}^{2/3} / \gamma_c \\ f_{ck} > 50 \text{ MPa} &\rightarrow f_{ct,d} = 0,41 \cdot f_{ck}^{1/2} / \gamma_c \end{aligned}$$

on f_{ck} és la resistència característica del formigó, en MPa.

Comprovació a tallant

Es comprova que la tensió tangencial resistida per una secció paral·lela a cada un dels costats i a distància h de la cara del pilar, no es major que la resistència de càlcul del formigó a tracció, on $f_{ctd,fl}$ té el valor definit anteriorment.

Criteris d'armat de sabates combinades

Per al càlcul de la flexió longitudinal es considera el model de biga recolzada en els pilars, amb va central i dos voladissos, segons el cas, determinant-se les armadures longitudinals superior e inferior. Les quanties geomètriques mínimes considerades en cada direcció (superior més inferior) son, en relació a la secció de formigó (CÓDIGO ESTRUCTURAL Art.42.3.5):

- B 400 S 2,0 ‰
- B 500 S 1,8 ‰

Per al càlcul de la secció transversal, la sabata es divideix en cinc trams, definits al considerar un àrea delimitada al valor d'un cantell a cada costat dels pilars.

- Tram 1: s'estendeix des de la vora de la sabata fins una línia separada a un cantell del primer pilar.
- Tram 2: es l'àrea situada sota del primer pilar, d'ample dues vegades el cantell de la sabata.
- Tram 3: es l'àrea compresa entre els dos pilars, d'ample la seva separació menys dues vegades el cantell de la sabata.
- Tram 4: es situa sota el segon pilar, tenint com ample dues vegades el cantell de la sabata.
- Tram 5: es el tram comprés entre una línia a distància d'un cantell des de el pilar, i la vora de la sabata.

A partir d'una hipòtesi de voladís de longitud el major dels vols en sentit transversal es calcula l'armadura longitudinal en els trams 2 i 4. En els trams 1, 3 i 5 es col·loca una armadura que cobreixi al menys un moment igual al 20% del longitudinal, respectant les quanties geomètriques mínimes.

Per la comprovació de l'armadura transversal es calculen unes dimensions tals que no sigui necessària la disposició d'estreps.

Paràmetres de càlcul del fonament

Veure LLISTAT D'OPCIONS.

CÀLCUL DE FORJATS UNIDIRECCIONALS

Criteris de càlcul

Els criteris considerats en el càlcul dels forjats unidireccionals segueixen les especificacions de la Instrucció CÓDIGO ESTRUCTURAL, tenint que ajustar-se a elles tant les condicions generals del forjat, com les dels nervis i les peces d'entrebegat que subministren els fabricants, tant en forjats amb elements prefabricats com aquells formigonats totalment "in situ".

L'anàlisi de sol·licitacions es realitza mitjançant càlcul isostàtic (sense continuïtat), elàstic, elàstic amb redistribució limitada o plàstic, d'acord amb les consideracions exposades a la Instrucció CÓDIGO ESTRUCTURAL.

Es possible decidir els casos en els quals es realitza el càlcul considerant o no alternància de sobrecàrregues, si bé la Instrucció CÓDIGO ESTRUCTURAL indica que no és necessari realitzar-la si el càlcul es realitza per mètodes plàstics.

Estats límits últims sota sol·licitacions normals i tangencials

Segons els Articles 42º i 44º de la Instrucció CÓDIGO ESTRUCTURAL.

Estat límit de servei de fissuració

La comprovació de les condicions de fissuració es realitza conforme l'indicat en l'article 49 de la Instrucció CÓDIGO ESTRUCTURAL.

Sota l'acció d'accions quasi permanents, a les peces de formigó armat (biguetes armades i la llosa superior en tots els casos), i sota l'acció d'accions freqüents, en les peces de formigó pre-tensat (biguetes pre-tensades i alveoplaques) presentarà una fissura màxima:

Tabla 27.2 Abertura máxima de la fisura

Clase de exposición	w_{max}	
	Hormigón armado (para la combinación cuasipermanente de acciones)	Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
X0 ⁽²⁾ , XC1 ⁽²⁾ .	0,4	0,2
XC2, XC3, XF1, XF3, XC4.	0,3	0,2 ⁽¹⁾
XS1, XS2, XD1, XD2, XD3, XF2, XF4, XA1 ⁽³⁾ .	0,2	Descompresión
XS3, XA2 ⁽³⁾ , XA3 ⁽³⁾ .	0,1	

⁽¹⁾ Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación cuasi-permanente de acciones.

⁽²⁾ Para las clases de exposición X0 y XC1, la abertura de fisura no influye normalmente en la durabilidad. Los valores recogidos en la tabla para estos casos se establecen para garantizar un aspecto aceptable.

⁽³⁾ La limitación relativa a las clases XA1, XA2 y XA3 solo será de aplicación en el caso de que el ataque químico pueda afectar a la armadura.

En moments positius, el programa compara el moment de servei amb el moment màxim resistit per l'element resistent indicat pel fabricant, en funció de la classe d'exposició fixada en les opcions. En moments negatius el programa comprova l'obertura màxima de fissures en funció de l'armadura prèviament calculada i la compara amb la màxima permesa indicada a la taula anterior.

Estats límits de deformació

El càlcul de les deformacions dels forjats es fa atenent als criteris establerts a l'article 50 de la CÒDIGO ESTRUCTURAL, obtenint-se les fletxes instantànies, diferida, activa i total.

Per això es pot definir com rigidesa equivalent a utilitzar, la rigidesa total o fissurada de l'element o bé la rigidesa equivalent establerta a la Instrucció CÒDIGO ESTRUCTURAL: veure LLISTAT D'OPCIONES.

Armadures

Hom considera per al càlcul de l'armadura de negatius la secció de formigó resistent de la bigueta i la secció de formigó in situ. El càlcul de les longituds d'aquestes armadures es realitza determinant els punts de tall de la gràfica de moments utilitzada per al càlcul dels moments negatius, les longituds d'ancoratge en posició I i el decalatge corresponent. L'ancoratge de l'armadura en el cas en que un forjat escomet un altre perpendicularment es realitza segons els criteris de l'annex 12º de la CÒDIGO ESTRUCTURAL.

L'armadura superior en els suports està constituïda per al menys una barra. En el cas de suports interiors en continuïtat, aquesta armadura tindrà la quantia mínima fixada a l'article 42.3.5 de la Instrucció CÒDIGO ESTRUCTURAL.

Paràmetres de càlcul de forjats unidireccionals

Veure LLISTAT D'OPCIONES.

CÀLCUL DE MURS DE SOTERRANI I DE CONTENCIÓ EN MÈNSULA

Murs de Soterrani

Criteris de càlcul

Els murs de soterrani treballen a flexió composta, rebent les càrregues verticals dels pilars i dels forjats que es recolzen sobre ells, a més de les empentes horitzontals del terreny i de l'aigua per sota del nivell freàtic. Són elements estructurals de contenció de terres sobre els quals se suporten pilars o forjats provinents de l'estructura.

El càlcul estructural del mur es realitza suposant que existeixen suports en els elements horitzontals units al mur; en concret es suposa que existeixen suports horitzontals al menys a la base i a la part superior del mur. Dits elements horitzontals (bigues i forjats) tenen que estar construïts prèviament al mur perquè puguin transmetre les accions horitzontals produïdes quan s'omple el trasdós. Per tant, si el mur es construeix formigonant contra el terreny, és indispensable col·locar els apuntalaments convenients fins que els forjats o bigues puguin estabilitzar el mur a bolcada i esllavissament, a la vegada que suporten les càrregues provocades per l'empenta del terreny.

Els pilars amb continuïtat dins del mur experimenten un augment de rigidesa corresponent a una secció equivalent de dimensions:

- ample igual a l'espessor del mur.
- cantell igual a la base d'un triangle equilàter calculat a partir de la intersecció del pilar amb el nivell superior del forjat. Donat un mur d'espessor X cm i alçada Y cm, un pilar tindria una rigidesa addicional corresponent a una secció d'ample X cm i de cantell

$$2 \cdot Y / \tan 60$$

Si un pilar pertany a dos murs, com és el cas de pilars de cantonada, hom considera simultàniament l'augment de rigidesa produït per pertànyer a aquells dos murs.

Les bigues i diagonals embotides dins del mur transmeten les càrregues provinents dels forjats als murs, quedant posteriorment sense armar, amb la consideració de que el seu armat es substitueix per l'armat del propi mur.

Les bigues de sabata que uneixen sabates aïllades o combinades amb el mur, centren la càrrega que reben aquestes sabates, però no la del propi mur.

Els murs recolzats en lloses de fonamentació transmeten les seves càrregues a aquestes. El grau d'encastament entre la llosa de fonamentació i el mur vindrà donat per la rigidesa imposada a les barres contingudes en el mur, essent, en general, més pròxim al recolzament que al encastament. Aquests murs manquen de sabata, havent de disposar a la llosa les esperes necessàries per l'armat del mur.

Accions horitzontals

Per a la determinació del valor de les empentes, hom considera el coeficient d'empenta en repòs del terreny. El terreny per sobre de la cota del nivell freàtic es considera sempre sec. L'empenta per sota de la cota del nivell freàtic és la suma de l'empenta produïda de la pressió hidrostàtica i de l'empenta produïda pel terreny considerant la seva densitat submergida. Si existeix sobrecàrrega en coronació s'assimila a una pressió uniforme en tota l'alçada del mur.

El càlcul de l'empenta produïda per l'acció sísmica, segons NBE PDS-1/74 o NCSE-94, es realitza afectant un factor de majoració al valor del coeficient d'empenta del terreny, igual a 1 més l'acceleració sísmica de càlcul dividida per g (acceleració de la gravetat).

Accions verticals

Pilars i bigues contingudes en el mur

A l'efecte de considerar la càrrega vertical actuant sobre el mur, el programa determina la càrrega mitja per metre lineal de mur transmesa pels pilars continguts, així com la càrrega de les bigues embotides en el mur, que no transmeten la seva càrrega a cap pilar.

Suports en coronació o dins del mur

Els suports en coronació o dins del mur que suposin al menys una reacció vertical, transmeten accions també verticals al mur, de la següent forma:

- Suports de pilars en coronació o interiors. Transmeten la càrrega vertical del pilar, determinant el programa la càrrega mitja equivalent per metre lineal de mur.
- Suports de bigues exemptes al mur, tant en coronació com dins del mur. Transmeten la reacció vertical del suport, determinant el programa la càrrega mitja equivalent per metre lineal de mur.
- Suports de bigues embotides en el mur, tant en coronació com dins del mur. Les reaccions del suport no es tenen en compte, ja que les càrregues de les bigues són assumides directament pel programa.

- Suports sobre els que descansen conjuntament pilars i bigues exemptes al mur, tant en coronació com dins del mur. Transmeten únicament la càrrega vertical del pilar, determinant el programa la càrrega mitja equivalent per metre lineal de mur.

Combinacions

Hom considera dues hipòtesis per al càlcul transversal (armadura vertical) del mur:

- HIPÒTESI 1: Actuació de les accions del terreny.
- HIPÒTESI 2: Actuació conjunta de les accions del terreny i de la càrrega vertical.

Es consideren dues situacions en la unió entre el mur i la sabata: suport simple o encastament del mur en la sabata.

A l'efecte del càlcul del mur, es considera l'excentricitat produïda per la reacció de la sabata respecte l'eix del mur, a l'alçada d'aixecament del mur de cota inferior.

Càlcul de l'armadura transversal (vertical)

L'armadura transversal a cada cara del mur i per a cada alçada del mur es dimensiona per a la combinació més desfavorable de esforços, compressió i flexió, de les hipòtesis anteriors, i per una amplada de mur d'un metre.

Es consideren les quanties mínimes a retracció i temperatura de la norma de formigó seleccionada (CÓDIGO ESTRUCTURAL, EHE o EH-91). També es realitza la comprovació del E.L.S. de Fisuració, d'acord amb la norma de formigó seleccionada (CÓDIGO ESTRUCTURAL, EHE o EH-91).

Càlcul de la sabata del mur

La sabata del mur es calcula utilitzant les mateixes hipòtesis considerades en el càlcul de la fonamentació. Veure apartat de Càlcul de Fonamentació.

Càlcul de l'armadura longitudinal

Es considera el mur en el seu sentit longitudinal com una biga contínua rebent com a càrrega la tensió del terreny. Per als moments positius i negatius que té que resistir es comprova la resposta de la secció del mur amb les armadures horitzontals degudes a les quanties mínimes.

Es consideren les quanties mínimes a retracció i temperatura de la norma de formigó seleccionada, per l'armadura horitzontal.

Es comprova l'armadura enfront l'aparició de traccions horitzontals, tenint que resistir l'armadura longitudinal una força de valor:

$$T = 0,3 \cdot Nu \cdot (1 - d/L)$$

on,

L	és la llum més gran entre pilars
Nu	és l'axil màxim dels pilars, distribuïda en l'alçada del mur o en una alçada menor si la llum més petita entre pilars és menor que l'alçada del mur

Armat de pilars amb continuïtat dins del mur

Els pilars de formigó dins del mur prolonguen l'armat del pilar a cota immediatament superior exempt al mur. D'aquesta forma l'armat de pilars embotits es fa continu fins la sabata del mur, tant per pilars amb cantó igual com major que l'espessor del mur.

El projectista pot decidir entre prolongar les armadures del pilar fins la sabata del mur o fer que arrenquin des de la coronació del mur, cas en què deurà deixar previstes en obra les corresponents esperes.

Murs de Contenció i en Mènsula

Criteris de càlcul

Els murs de contenció en mènsula treballen fonamentalment a flexió simple, reben les empentes horitzontals i (en menor mesura) verticals del terreny i de l'aigua per sota del nivell freàtic, i transmetin-los de nou al terreny mitjançant la seva pròpia fonamentació.

Són elements autoportants, que no necessiten de la col·laboració de cap altre element estructural. Tampoc reben accions de cap altre part de l'estructura.

Determinació de les empentes

A la determinació del valor de les empentes, es considera el coeficient d'empenta activa del terreny, d'acord amb la teoria de Coulomb. El terreny per sobre de la cota del nivell freàtic es considera sempre humit (densitat aparent). L'empenta per sota de la cota del nivell freàtic és la suma de la empenta produïda per la pressió hidrostàtica i de la empenta produïda pel terreny considerant la seva densitat submergida. Si existeix sobrecàrrega en coronació s'assimila a una pressió uniforme a tota l'alçada del mur. Aquestes empentes tenen sempre una component horitzontal, i depenent de la geometria del mur i els paràmetres de càlcul, una component vertical.

El càlcul de la empenta produïda per l'acció sísmica, segons NBE PDS-1/74 o NCSE, es realitza afectant d'un factor de majoració al valor del coeficient de la empenta del terreny, igual a 1 més l'acceleració sísmica de càlcul dividida per g (acceleració de la gravetat).

Es considera també el pes propi del mur, del terreny situat sobre la puntera i de part del terreny situat sobre el taló. Totes les accions es consideren concomitants.

Dimensionat de la fonamentació

La fonamentació es dimensiona de manera que no es superi la tensió màxima admissible del terreny, amb l'hipòtesis de resposta uniforme.

Es comprova la seguretat a bolcada, d'acord amb l'indicat en les opcions.

Es comprova la seguretat a lliscament, d'acord amb l'indicat en les opcions. Si es considera l'efecte favorable de la empenta passiva sobre la puntera i tacó del mur, també es realitza la comprovació sense tenir en compte l'esmentada empenta passiva i amb coeficient de seguretat unitat.

Càlcul de l'armadura transversal (vertical)

L'armadura transversal a cada cara del mur i per cada alçada del mur es dimensiona per la combinació més desfavorable d'esforços, compressió i flexió i per una amplada de mur d'un metre.

Es consideren les quanties mínimes a retracció i temperatura de la normativa de formigó (CÓDIGO ESTRUCTURAL, EHE o EH-91) seleccionada. També es realitza la comprovació del E.L.S. de Fisuració, de l'esmentada normativa.

Armadura longitudinal

Es consideren les quanties mínimes a retracció i temperatura de la norma de formigó seleccionada, per l'armadura horitzontal. En tot el punt, l'armadura horitzontal tindrà una quantia no menor d'un 20% de l'armadura vertical en el mateix punt.

Paràmetres de càlcul de murs de soterrani i de contenció en mènula

Veure LLISTAT D'OPCIONS.

CÀLCUL DE FORJATS RETICULARS I LLOSES MASSISES DE FORJAT

Els forjats reticulars responen a la tipologia de llosa alleugerada de cantell constant; amb blocs alleugerants perduts o recuperables (casetons). Les lloses de forjat responen a la tipologia de plaques massisses de cantell constant.

Un mateix pla (horitzontal o inclinat) pot comptar amb un o varis forjats reticulars i/o lloses. Un mateix pilar - àbac pot pertànyer a varis forjats reticulars i/o lloses.

Modelització

Els forjats reticulars i les lloses de forjat es modelitzen com un conjunt d'elements finits. Aquests elements, juntament amb les barres i elements finits de la resta de l'estructura conformen la matriu de rigidesa d'aquesta. El càlcul de sol·licitacions ha estat realitzat mitjançant el mètode matricial espacial de la rigidesa, suposant una relació lineal entre esforços i deformacions, i presentant cada nus sis graus de llibertat, a menys que s'opti per l'opció de indeformabilitat dels forjats horitzontals en el seu plànol o la consideració del tamany dels pilars ja esmentada a l'apartat 5 d'aquesta Memòria. No s'utilitzen, per tant, simplificacions del tipus 'pòrtics virtuals' o línies de rotura.

Les característiques del material (mòdul de Young, de Poisson i coeficient de dilatació tèrmica) són pròpies pels forjats reticulars i lloses de forjat. En forjats reticulars, la rigidesa de la zona alleugerida és diferent de la dels àbacs (massissos). També es té en compte que la rigidesa (àrea, inèrcia...) dels nervis del reticular en ambdues direccions pot ser diferent.

Les càrregues introduïdes en els forjats reticulars i lloses es consideren concentrades en els nodes (vèrtexs dels elements finits).

No és convenient utilitzar distàncies entre nervis de més de 100 cm. En el cas de lloses de forjat és recomanable utilitzar un pas de discretització de l'ordre de 50 cm. o 1/8 de la distància mitja entre pilars.

Nervis (forjats reticulars i lloses)

Els nervis són línies sobre les quals s'integren les tensions dels elements finits amb què es modelitzen els reticulars i lloses per obtenir els esforços de dimensionament de l'armat. En aquesta integració, les tensions de torsió, m_{xy} , modifiquen els moments flectors de dimensionament (M_x y M_y) i les tensions de tallant de tensió plana (τ_{xy}) modifiquen els axils de dimensionament (N_x y N_y), d'acord a la teoria de Wood.

Nervis (forjats reticulars)

Es defineix la geometria del nervi com una secció en T mitjançant una poligonal de 12 vèrtexs. En funció d'aquesta, per integració, s'han obtingut les característiques geomètriques i mecàniques del mateix: h , I_z i A_x , amb els quals s'obté la rigidesa dels

elements finits amb els quals es modelitza la zona alleugerida del forjat. No es consideren característiques mecàniques diferencials degudes a proximitat de bigues de forjat o àbacs.

Àbacs

Es consideren tant àbacs del mateix cantell al del forjat reticular o llosa de forjat com de major cantell (àbacs ressaltats). Es modelitzen com un conjunt d'elements finits, amb una mida de discretització menor al de la resta del forjat.

Bigues de vora o interiors

S'assumeix que el volum de formigó comú al forjat i la biga de forjat ja s'ha comptabilitzat amb el forjat, pel qual es descompta de la rigidesa de les bigues de forjat.

- **Bigues de vora amb fitxa predefinida.** Una biga de vora o interior amb fitxa predefinida és una barra de secció constant amb un determinat armat longitudinal o transversal constant en tota la seva longitud. Cada biga de vora o interior s'associa a un perfil de formigó de la biblioteca de perfils, la forma de la qual ha d'ésser 'Rectangular' o en 'T' i de les quals s'agafen les característiques geomètriques i mecàniques, dimensions, àrees i inèrcies.
- **Bigues de vora amb secció assignada.** Una biga de vora o interior amb secció assignada és una barra de secció constant o de cantell variable a la que s'assigna un perfil de formigó de forma 'Rectangular' o en 'T', de la biblioteca de perfils i de les quals s'agafen les característiques geomètriques i mecàniques, dimensions, àrees i inèrcies. L'armat es calcularà d'igual forma i junt amb la resta de bigues, pilars i diagonals de formigó armat de l'estructura. Aquests tipus de bigues de vora o interiors poden pertànyer o no a pòrtics. Les bigues de vora situades a l'interior de murs de soterrani no poden ésser d'aquest tipus.

Dimensions dels diferents elements

Les dimensions dels diferents elements venen fixades en la Instrucció CÓDIGO ESTRUCTURAL. Concretament, es compleixen les esmentades a continuació:

Nervis (forjats reticulars)

La seva amplada mínima, b , és

$$b \geq 7 \text{ cm.}$$

$$b \geq d/4; \text{ essent 'd' el cantell del bloc alleugerant}$$

La capa de compressió, t , és

$$t \geq 5 \text{ cm.}$$

Si els nervis no disposen de cercols,

$$d \leq 80 \text{ cm., essent 'd' el cantell útil del forjat}$$

$$a \leq 100 \text{ cm., essent 'a' la distància entre nervis}$$

$$a \leq 8b, \text{ essent 'b' l'ample mínim del nervi}$$

Comprovació a punxonament

Es realitza la comprovació a punxonament indicada per l'article 46 de la Instrucció CÓDIGO ESTRUCTURAL amb les següents excepcions (la nomenclatura utilitzada és la indicada per la dita Norma):

No es realitza la comprovació a punxonament si al pilar d'estudi escometen bigues de forjat amb cantell superior al màxim cantell dels forjats, lloses o l'àbac existents sobre aquest pilar. En aquest cas, les tensions tangencials en l'àbac es comproven com a tallant.

No es necessària armadura de punxonament si es verifica:

$$\tau_{sd} \leq \tau_{rd}$$

essent

$$\tau_{sd} = \frac{F_{sd,ef}}{u_1 \cdot d}; \quad F_{sd,ef} = \beta \cdot F_{sd}$$

$$\tau_{rd} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv}} + 0,1 \cdot \sigma'_{cd} \geq \frac{0,075}{\gamma_{cd}} \sqrt{\xi^3 \cdot f_{cv}} + 0,1 \cdot \sigma'_{cd}$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 0,02; \quad \xi = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2,0$$

És opcional la consideració o no del paràmetre β (que redueix la capacitat resistent a punxonament dels pilars de mitjanera i cantonada).

En cap cas la resistència total a punxonament, N_d supera el valor $f_{1cd} = 0,30 \cdot f_{cd}$.

No es considera la incidència de forats pròxims als suports (opcional, segons CÓDIGO ESTRUCTURAL).

No es consideren els costats del perímetre crític que distin menys de 6d d'una vora, ja sigui exterior o interior.

Quan es necessari col·locar armadura a punxonament, el programa calcula l'armadura de la rama més desfavorable, dimensionant totes les rames per igual amb aquesta armadura.

Es comprova la no necessitat d'armadura de punxonament en un perímetre crític a distància 2·d exterior al armat de punxonament (equival a 4 vegades el cantell útil de la vora del pilar).

Criteris d'armat

Els criteris considerats a l'armat dels forjats reticulars segueixen les especificacions de la Instrucció CÓDIGO ESTRUCTURAL, tal com s'indica a l'apartat corresponent a bigues d'aquesta Memòria, així com les especificacions particulars exposades a l'article 55º ("Plaques, lloses i forjats bidireccionals") de la mencionada Norma.

No s'utilitzen rodons de diàmetre superior a la dècima part del cantell total del forjat reticular ni de diàmetre superior a 25 mm.

No es té en compte la flexió lateral (flexió en el pla del forjat) en el càlcul de l'armat, encara que sí l'axil (de compressió o tracció) existent.

Es permet, de forma opcional, considerar una redistribució (plastificació) de moments flectors M_z en vans de fins a un 20% del moment negatiu, afectant tant a l'armat dels nervis com dels àbac. Aquesta redistribució es realitza va a va de cada nervi de forma independent. Per la definició dels 'suports' (i per tant els vans) s'utilitzen els 'pics' dels moments negatius de la hipòtesi de càrrega permanent.

Es realitzarà aquesta redistribució sempre que el moment màxim positiu sigui no menor d'1/4 del màxim negatiu ni major del màxim negatiu i existeixin moments negatius en els dos extrems (o propers a zero). No es baixarà la gràfica d'aquell extrem en que existeixi moment positiu.

Càlcul de l'armat de nervis

S'ha considerat un diagrama paràbola – rectangle de resposta de les seccions, i limitant la profunditat de la fibra neutra en el cas de flexió simple. En el cas de reticulars, l'armat es calcula per nervis. En el cas de lloses, l'armat es calcula en bandes d'amplada fixa a les que denominarem 'nervis' per la seva similitud amb els nervis d'un forjat reticular.

Armadura base longitudinal (lloses de forjat)

A tota la superfície de la llosa de forjat es disposa un armat longitudinal a la cara inferior, essent opcional a la cara superior, i en dues direccions. Estarà constituït per barres o malles electrosoldades d'un mateix diàmetre i separació (encara que poden ser diferents per a cada cara i direcció).

La separació entre rodons ha de ser menor o igual a 25 cm i a dues vegades el cantell de la llosa. Si no existeix armat base superior, aquestes separacions mínimes seran respectades per l'armadura longitudinal superior de reforç.

La quantia geomètrica mínima total a cada direcció (repartint-la com 40% en superior i 60% en inferior si existeix armat base superior i inferior; o com 100% en inferior en el cas d'existir sols armat base inferior) és, expressades en tant per mil d'àrea de la secció de la llosa (art. 42.3.5 d'CÓDIGO ESTRUCTURAL):

- ACER B400S (i B400SD): 2.0 ‰
- ACER B500S (i B500SD): 1.8 ‰

Aquesta armadura base, a més de com armadura de repartiment, es considera en el càlcul dels reforços (tant com armadura de tracció com de compressió).

Armadura longitudinal de reforç de nervis

L'armat longitudinal de nervis es disposa exclusivament en una capa de rodons, respectant-se la limitació de Norma sobre distància entre ells: 1,25 vegades el tamany màxim de l'àrid, 2 cm. per a rodons de diàmetre menor de 20 mm. i un diàmetre per a la resta. No es consideren grups de barres. Un terç de l'armadura inferior màxima de cada nervi es perllonga en tota la seva longitud. Per a aquest armat es considera com a nervi una alineació de nervis entre voreres exteriors o interiors (degudes a forats) del forjat.

Com a armadura de negatius mínima en les vores dels forjats i lloses es col·loca, al menys, un armat constituït per barres de tal forma que la seva separació sigui com a màxim la màxima permesa per normativa (25 cm. o dues vegades el cantell de la llosa, segons CÓDIGO ESTRUCTURAL) i amb una quantia, en cm^2/m , d' almenys $0,025 \cdot d$, essent 'd' el cantell útil de la llosa en centímetres. La longitud d'aquests rodons serà al menys dues vegades el cantell de la llosa. Aquesta armadura no serà necessària si el forjat o llosa disposa d'una armadura base superior. Aquesta armadura podria substituir-se per l'armat transversal de les bigues de vora, encara que el programa no ho realitza de forma automàtica.

En el cas de forjats reticulars, l'armat longitudinal del nervi existent en la secció límit nervi - àbac, es perllonga en tota la longitud de l'àbac.

En el cas de reticulars, es comprova la quantia geomètrica mínima de tracció indicada per la normativa (art. 42.3.5 d'CÓDIGO ESTRUCTURAL), considerant-los a aquests efectes com a bigues de secció rectangular d'amplada l'ample del tallant (b_w) i cantell el del forjat.

Armadura transversal

Als forjats reticulars, l'armadura transversal dels nervis és opcional (veure LLISTAT D'OPCIONS). Si no es desitja aquest tipus d'armat, es tenen que complir les limitacions de dimensions indicades en l'apartat corresponent d'aquesta Memòria.

En el cas de que sigui necessària armadura transversal, es compleixen les separacions mínimes imposades per CÓDIGO ESTRUCTURAL. Dita armadura transversal es realitza mitjançant cercles ortogonals a la directriu del nervi. Les branques laterals prenen la inclinació respecte l'horitzontal 'g' inicial dels paraments laterals del nervi (la inclinació del costat lateral inferior del polígon que defineix la geometria del nervi).

Hom compleix que la contribució de l'armadura transversal a la resistència de l'esforç tallant, V_{su} , és:

$$V_{su} = \sum (A_s \cdot f_{yd} \cdot 0,9 \cdot d \cdot \sin(\theta))$$

amb

A_s :	Secció, per unitat de longitud, segons un pla horitzontal, de les armadures transversals que travessen dit pla.
f_{yd} :	Resistència de càlcul de l'armadura transversal, no més gran que 4.200 kp/cm ² .
d :	Cantell útil.
θ :	Angle que formen les branques amb la direcció perpendicular al pla del forjat.

L'amplada eficaç, b_w , és:

- L'amplada mínima del nervi si la secció considerada està sol·licitada amb moments positius.
- L'amplada del nervi, a una alçada des de la vora inferior del mateix 'd/4', si la secció està sol·licitada amb moments negatius, essent 'd' el cantell útil de la secció.

Càlcul de l'armat d'àbacs

Armadura longitudinal d'àbacs

Els àbacs de forjats reticulars, i els àbacs ressaltats de forjats reticulars, lloses massisses i de fonamentació, contenen amb armadura longitudinal en les dues direccions i cares.

Es calcula per separat l'armat longitudinal en les dues direccions.

Per al càlcul de l'armat es considera la secció completa de l'àbac (ample de l'àbac x cantell de l'àbac) tenint en compte el sumatori de sol·licitacions de tota la secció. Es considera la contribució de l'armat longitudinal dels nervis (que com queda dit en 11.4, es perllonga en l'interior dels àbacs). Dit armat, es suplementa, si és necessari, mitjançant reforços disposats en ambdues direccions i tant en la cara superior com en la inferior. Els reforços es disposen equidistants entre sí i en tota la superfície de l'àbac.

Si en l'àbac existeixen bigues, no es consideren els esforços ni l'armat de la biga per el càlcul de l'armat del àbac.

La separació entre rodons ha d'ésser menor o igual a 25 cm. La quantia geomètrica mínima total en cada direcció (superior més inferior) és:

- ACER B400S (i B400SD): 2.0 ‰
- ACER B500S (i B500SD): 1.8 ‰

Quanties expressades en tant per mil d'àrea de la secció de l'àbac. A més, a cada cara (superior i inferior) existeix una quantia mínima d' un terç de l'esmentada. En tot cas, existeix un armat mínim consistent en barres del diàmetre mínim que es fixi i separades 25 cm.

En el cas de què un àbac sigui comú a més d'un forjat reticular (amb direccions de nervis diferents), hom considera un armat en cada cara (superior i inferior) constituït per rodons del mateix diàmetre i a la mateixa separació en dues direccions ortogonals.

L'ancoratge de l'armadura superior es realitza en prolongació recta, i el de l'armadura inferior amb barres doblegades, encara que les barres inferiors que coincideixin amb els nervis poden ancorar-se en prolongació recta.

Armadura transversal d'àbacs

L'armadura transversal d'àbacs (armadura de punxonament) es opcional (Veure LLISTAT D'OPCIONS). Si no es desitja armat de punxonament, s'invaliden els àbacs que la necessitin. L'armadura de punxonament es disposa mitjançant barres longitudinals i cercles verticals en les dues direccions dels nervis. Conformen, a cada direcció, una 'gàbia' d'amplada la del suport i de longitud no major a la del àbac ni menor a 2 d contat des de la cara del suport. El primer cercle es disposa a una distància de 0,5 d del suport. La resta, es disposen separats una mateixa distància que es menor de 0,75 d (en ambdós casos, 'd' es el cantell útil de l'àbac).

Quan es necessari col·locar armadura a punxonament, el programa calcula l'armadura de la rama més desfavorable, dimensionant totes les rames per igual amb aquesta armadura.

Si existeixen en l'àbac bigues de cantell superior al de l'àbac, no es realitza la comprovació a punxonament de l'àbac. Es considera que el punxonament es transforma en tallant que es assumit per els estreps del o les bigues

Càlcul de l'armat de bigues de vora o interiors

Tant per les bigues de vora o interiors de 'fitxa predefinida' com per les de 'secció assignada' es consideren dos casos:

- **A.** El cantell de la biga és menor o igual al màxim cantell dels forjats o lloses als que pertany.
- **B.** El cantell de la biga és més gran que el màxim cantell dels forjats o lloses als que pertany.

Si la biga i l'àbac estan en el límit entre una llosa de forjat i un forjat reticular, es suposa, a efectes d'armat, que pertanyen al forjat reticular.

L'armat longitudinal i transversal es calcula per la combinació d'esforços (axils, flexors, tallants i torsors) en les seccions de la biga de forjat en tota la seva longitud, tenint en compte que les bigues de forjat de tipus 'A' pertanyents a lloses de forjat o a les zones situades en un àbac, els seus esforços seran molt petits, perquè no constitueixen un augment de rigidesa respecte la mateixa llosa o àbac.

Bigues de secció predefinida

L'armat d'una biga està format per una armadura longitudinal i una armadura transversal constants a tota la seva longitud, d'acord amb les opcions de càlcul de forjats (veure LLISTAT D'OPCIONS).

L'armat longitudinal de les bigues de vora interiors (perímetre de forats) es perllonga la longitud d'ancoratge necessària a cada costat, envaint la zona de nervis.

Bigues de vora o interiors amb secció assignada

El programa considera les opcions d'armat existents en al LLISTAT D'OPCIONS. Els materials que es consideren són també els recollits en el LLISTAT D'OPCIONS

En el càlcul de l'armadura transversal, el programa considera fins a tres separacions diferents d'estreps. Per la consideració del tallant existent en la zona pròxima als pilars, el programa calcula a cada extrem el tallant existent a una distància igual a 'd' de la cara del pilar inferior. Donat que el programa considera les càrregues sobre els forjats reticulars i de la llosa com càrregues aplicades als nusos, per obtenir aquest valor del tallant es realitza una interpolació lineal entre el tallant existent a sobre del pilar i la mitja aritmètica dels tallants existents a un i altre costat de cada tram de la biga.

Paràmetres de càlcul de l'armat

Veure LLISTAT D'OPCIONS

Creixements

És possible definir un creixement (distància entre l'eix de càlcul i el seu centre geomètric) qualsevol per als pilars, bigues de vora i bigues interiors. Dit creixement és considerat en la determinació de la secció crítica a punxonament.

Grafisme de les sortides gràfiques de resultats

Existeix una escala numerada per a la identificació i replanteig dels nervis, en ambdues direccions.

Un grafisme en forma de claudàtor '['' que engloba 2 o més nervis indica que dits nervis presenten el mateix armat.

Limitacions de disseny. Pilars d'acer.

No es contempla la possibilitat de forjats reticulars o lloses de forjat sobre suports metàl·lics. Si s'utilitzen suports metàl·lics l'usuari deurà disposar i calcular els corresponents elements de connexió entre el forjat i el pilar metàl·lic, com per exemple, perfils metàl·lics en u, a cada una de les direccions del forjat.

Forjats reticulars i lloses sobre murs de soterrani

S'assigna de forma automàtica una condició de suport (articulació) als nusos d'un forjat reticular continguts en un mur de soterrani. Si s'assigna un suport elàstic, tant al desplaçament com al gir (ressort), a la vora del forjat, es considera prioritàriament aquesta condició enfront la primera. D'aquesta forma es modifica la condició de suport per la d'encastament elàstic. Es prendran les disposicions constructives necessàries perquè l'unió entre el forjat i el mur respongui a l'hipòtesi considerada en el càlcul.

CÀLCUL DE LLOSES DE FONAMENTACIÓ I DE BIGUES FLOTANTS

Les Lloses de Fonamentació són, des del punt de vista de modelització i de càlcul del seu armat, molt similars a las lloses massisses de forjat. Són d'aplicació, per tant, totes les indicacions recollides en el capítol corresponent d'aquesta memòria amb les salvetats que s'indiquen en aquest capítol.

Les bigues flotants s'armen segons el criteri general d'CÓDIGO ESTRUCTURAL, per la qual cosa és d'aplicació tot el que s'indica en el capítol 'CÀLCUL D'ARMAT' d'aquesta memòria amb les salvetats que s'indiquen en aquest capítol.

Tant les lloses de fonamentació com les bigues flotants poden disposar-se en qualsevol pla horitzontal. En el mateix pla es poden definir varies lloses, tant de forjat com de fonamentació, i forjats unidireccionals o reticulars, però les lloses de fonamentació no poden estar en contacte amb forjats reticulars o lloses de forjat. Tampoc han d'existir elements de l'estructura, bigues, pilars, diagonals o altres tipus de forjat, situats por sota les lloses de fonamentació. Sí és possible, pel contrari, definir lloses de fonamentació a cotes diferents.

Es poden definir murs de soterrani recolzats en lloses de fonamentació, no sent imprescindible que es situïn a la seva vorada. No es permeten, tanmateix, murs de soterrani cimentats en una part a la llosa de fonamentació i en una altra a la sabata, havent de dividir, en aquest cas, el susdit mur en dos.

Tipologies de lloses de fonamentació i bigues flotants

D'entre els diversos mètodes de càlcul de lloses de fonamentació, Tricalc utilitza el de modelització mitjançant elements finits (igual que a la resta de lloses). Quant a la interacció terreny-estructura, d'entre els diversos mètodes aplicables, s'utilitza el més comunament acceptat de consideració de proporcionalitat entre la tensió aplicada i la deformació produïda. D'aquesta forma, les lloses de fonamentació es modelitzen com un conjunt d'elements finits, amb ressorts situats en els vèrtexs (nodes), i en contacte amb el terreny en tots els seus punts. De forma anàloga, les bigues flotants es modelitzen dividint-les en segments i situant un ressort en els punts de divisió. Aquestes barres i elements finits, juntament amb les de la resta de l'estructura conformen una única matriu de rigidesa que s'utilitza per al càlcul de desplaçaments.

A la constant de proporcionalitat entre tensió i deformació del terreny se la denomina, en general, coeficient o mòdul de balast, també conegut com mòdul de Winkler.

Coeficient de balast.

El mètode de càlcul utilitzat per Tricalc es basa en l'hipòtesi de que si 's' és la pressió transmesa en un punt pel fonament al sòl, l'assentament 'y' produït està lligat a 's' per la relació

$$y = \frac{\sigma}{K}$$

on 'K' és el mòdul de balast i té dimensions de força per unitat de volum.

La determinació de 'K' es realitza per mètodes experimentals, generalment mitjançant assajos de càrrega amb placa. Tanmateix, la dada obtinguda per a un mateix sòl depèn de nombrosos factors (forma i tamany de la placa, pressió exercida, velocitat i repetitivitat de l'aplicació de la càrrega, etcètera).

Així mateix, ha d'adaptar-se (modificar-se) el valor de 'K' obtingut en un assaig a l'estructura que es desitja calcular. Les expressions que permeten aquesta adaptació son totalment experimentals, i per lo tant, aproximades. Per exemple, en el CTE DB SE-C es proposen les següents:

La conversió del mòdul per placa de 30 cm, k_{sp30} , o placa de 60 cm, k_{sp60} , al coeficient de referència, k_{sb} , (a introduir en el programa) es pot obtenir mitjançant les següents expressions:

- Sabata quadrada de costat B (en metres) i terreny cohesiu:

$$k_{sB} = k_{sp30} \cdot 0,30 / B$$

$$k_{sB} = k_{sp60} \cdot 0,60 / B$$

- Sabata quadrada de costat B (en metres) i terreny granular:

$$k_{sB} = k_{sp30} \left(\frac{B + 0,3}{2 \cdot B} \right)^2$$

$$k_{sB} = k_{sp60} \left(\frac{B + 0,3}{2 \cdot B} \right)^2 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,6}{0,6 + 0,3} \right)^2$$

- Sabata rectangular de costats B i L, amb L > B:

$$k_{sBL} = k_{sB} \left(1 + \frac{B}{2 \cdot L} \right)$$

En el cas de lloses de fonamentació, 'b' no és el costat de la losa, sinó el tamany de la losa, al voltant dels pilars, que és eficaç a l'hora de transmetre pressions al terreny. En els casos habituals pot prendre entre ½ i ¼ de la distància mitja entre pilars.

A Tricalc s'ha d'introduir el valor final de 'K' a adoptar. Si bé solament s'ha indicat fins ara un mòdul de balast 'vertical', el programa permet introduir un valor de ressort per a cadascun dels 6 graus de llibertat (tres desplaçaments i tres girs).

En el cas de desplaçament horitzontal, el valor introduït representa la resistència a esllavissament de la losa sobre el terreny.

Els valors de ressort per a girs no solen ser considerats normalment en les lloses de fonamentació, per la qual cosa el seu valor serà habitualment zero. Tanmateix, en el cas de bigues flotants, pot resultar important fixar un valor en KGX i KGZ per indicar una rigidesa a la 'bolcada' de la biga sobre el seu propi eix longitudinal.

Càlcul de lloses de fonamentació i bigues flotants.

El càlcul dels esforços i tensions originats es realitza de forma integrada amb la resta de l'estructura en una fase anterior. En l'etapa de càlcul d'esforços es comprova la tensió del treball del terreny en totes les combinacions de càrregues, havent de tenir en compte el següent:

- **Tensions del terreny negatives.** El càlcul realitzat pressuposa que les lloses de fonamentació i les bigues flotants estan recolzades en el terreny al que se li transmet una determinada pressió, degut a la qual es produeix una davallada de les lloses i bigues flotants. S'ha d'evitar l'aparició de punts de les lloses que es separen del terreny, és a dir, que es desplacen cap amunt. (Es produirien tensions negatives en el terreny, la qual cosa no és possible). Mitjançant un càlcul en 2on ordre (opcional) poden eliminar-se aquestes tensions negatives, permetent que el càlcul sigui correcte.
- **Tensions del terreny excessives.** S'ha de comprovar que en cap punt de les lloses de fonamentació i de las bigues flotants es produeixen tensions en el terreny majors de les admissibles.

Càlcul d'armat de bigues flotants.

Les bigues flotants estan formades per barres del mateix tipus que la resta de bigues de l'estructura, i s'armen juntament amb aquelles tal com s'indica en el capítol 'CÀLCUL D' ARMAT'.

Consideracions sobre el càlcul d'armat en lloses de cementació.

Per al càlcul d'armat de les lloses de fonamentació és d'aplicació tot el que s'ha indicat sobre lloses de forjat, amb les següents salvetats:

Redistribució de moments

No es permet la redistribució de moments (plastificació) a lloses de fonamentació.

Punxonament

En el cas de que la normativa de formigó seleccionada sigui l'CÓDIGO ESTRUCTURAL o l'EHE, es permet no considerar, a efectes del càlcul d'esforç de punxonament de càlcul (F_{sd}), la força neta vertical (reacció del terreny menys pes propi de la llosa) situada a una determinada distància de la cara del pilar:

- Mig cantell total ($h/2$), com indiquen els comentaris de l'article 46.3 d'CÓDIGO ESTRUCTURAL y del 46.2 d'EHE per lloses de forjat, ó
- Dues vegades el cantell útil ($2 \cdot d$), com indiquen aquests mateixos comentaris per sabates.

Armadura Base Longitudinal

En tota la superfície de la llosa de fonamentació es disposa un armat longitudinal en ambdues cares i en ambdues direccions. Estarà constituït per barres o malles electrosoldades d'un mateix diàmetre i separació, tot i que poden ser diferents per a cada cara i direcció.

En l'Art. 58.8.2 de CÓDIGO ESTRUCTURAL, Art. 59.8.2 d' EHE i en l'Art. 58.8.2 d' EH-91 s' indica que la separació ha de ser menor o igual a 30 cm i dues vegades el cantell de la llosa.

Paràmetres de càlcul de l'armat.

Veure LLISTAT D'OPCIONS.

CÀLCUL D'ESCALES I RAMPES

Les Escales i Rampes són, des de el punt de vista de la modelització i el càlcul del seu armat, molt similars a les lloses massisses de forjat. Són d'aplicació, per tant, totes les indicacions recollides en el capítol corresponent d'aquesta memòria amb les salvetats que s'indiquen en aquest capítol.

Per tant, el càlcul dels esforços i tensions originats es realitza de forma integrada amb la resta de l'estructura en una fase anterior.

Elements d'una escala / rampa

Són els mateixos que els de la llosa massissa de forjat: elements finits, àbacs i bigues, encara que amb les següents particularitats:

- Àbacs
- No es permeten àbacs ressaltats en una escala / rampa.

- Si en un mateix plànol existeix un àbac a cavall entre una escala / rampa i un forjat reticular o llosa, és de suposar que l'àbac pertany al reticular o llosa, per tant el seu càlcul (inclòs el punxonament) i l'obtenció dels seus resultats es realitzarà des de l'esmentat reticular o llosa.
- Bigues
- Les vores laterals i la vora d'unió dels trams inclinats amb els replans es constitueixen amb bigues de vora "fictícies" (no existeixen realment), mentrestant que la resta són bigues de vora reals a les que s'ha d'assignar una secció pel càlcul i obtenció del seu armat.

Escales 'aprofitades'

Es poden definir trams inclinats d'escala (rampes) 'aprofitades', de forma que la llosa de l'esmentat tram no escometi a la part superior del replà, sinó un davanter per sota. Aquesta propietat no té incidència en la modelització i obtenció dels esforços i tensions de l'escala, però sí és tinguda en compte en els seus plans d'armat i vistes en sòlid

Consideracions sobre el càlcul d'armat de les escales i rampes

Pel càlcul d'armat de les escales i rampes és d'aplicació tot l'indicat sobre lloses de forjat en el capítol corresponent, amb les següents excepcions:

Criteris generals d'armat

El programa utilitza criteris diferents per l'armat de les zones inclinades de les escales (les 'rampes') i per l'armat de les zones horitzontals (els 'replans').

Com criteris generals dels dos casos, es pot afegir:

- No es contempla l'existència d'armadura transversal de tallant, pel que la llosa de formigó ha de, per sí mateixa, resistir el tallant existent. En tot cas, el programa augmenta l'armadura longitudinal si fos necessari per així resistir el tallant existent.
- No es permeten àbacs ressaltats. Els possibles àbacs d'aquestes escales i rampes no tenen armadura longitudinal pròpia. Si podran, si és necessari, posseir armadura de punxonament.
- Pel càlcul de l'àrea de reforç longitudinal s'utilitzen diagrames d'interacció axil – moment a base als dominis de deformació definits a norm i amb el diagrama tensió – deformació de paràbola – rectangle. Així mateix, es té en compte les limitacions d'armat mínim i màxim especificats a norm.

Armat longitudinal de les rampes

La direcció X principal de les rampes d'escala coincideix sempre amb la línia de màxima pendent. Per tant, la direcció Y de les esmentades rampes és sempre horitzontal.

L'armat d'aquestes rampes estarà constituït per una armadura base i, si és necessari, un determinat reforç a la direcció X. No existeixen per tant, reforços a la direcció Y.

L'armadura base estarà constituïda per rodons o malles electrosoldades (d'acord a les opcions fixades). En cas d'utilitzar-se malles electrosoldades, el diàmetre de les dues direccions serà el mateix, i les quanties de les dues direccions tindran la relació 1:1, 1:2 ó 1:4. En cas de barres d'acer, la quantia disposada en una direcció no serà inferior a 1/5 de la necessària a la direcció contrària.

Si són necessaris reforços, només es disposaran en una capa. A més, la seva quantia serà constant en tot l'ample de l'escala. Es designaran pel seu diàmetre i separació. La

separació entre rodons de reforços es calcula de forma que siguin un múltiple o un submúltiple sencer de la separació de l'armadura base. La màxima separació permesa és de tres vegades la separació de l'armadura base. La mínima separació permesa és la indicada per la normativa tenint en conte que tant els reforços com l'armadura base de la seva mateixa direcció estan a la mateixa capa.

Per l'obtenció de l'armat en una determinada direcció es procedeix de la següent manera:

- Es calcula, a cada secció en la direcció d'estudi, la quantia necessària d'armat en funció de la envoltant de moments i axils en diversos punts.
- A cada secció perpendicular a la direcció d'estudi, s'obté la quantia d'armat necessari com a mitja quadràtica de les quanties calculades en el pas anterior en els punts estudiats d'aquesta secció.
- Es defineix l'armat base de la rampa. Si a les opcions s'ha fixat directament el seu diàmetre i separació, s'utilitzen aquests valors. Si pel contrari es fixa un percentatge de l'àrea necessària a cobrir, es calcula el diàmetre i separació necessària (en tot cas, a la direcció Y, l'armadura base ha de cobrir la màxima quantia necessària calculada en el pas anterior).
- Si l'armadura base, a la direcció X, no és suficient, es calculen els reforços necessaris.

Aquests procés d'armat simplifica els plànols a obtenir, i a més, 'suavitza' els possibles 'pics' d'àrea d'armat necessària que puguin aparèixer al llarg de la direcció perpendicular als rodons. Per això, els resultats obtinguts poden diferir lleugerament als que s'obtidrien si l'escala es modelitza mitjançant lloses massisses de forjat.

Armat longitudinal dels replans

L'armat dels replans estarà constituït exclusivament per una armadura base, que podrà ser formada per rodons o malles electrosoldades (d'acord a les opcions fixades). Aquesta opció és independent de la fixada a les rampes: l'armadura base de les rampes pot ser amb malles electrosoldades i la dels replans amb barres d'acer. Per exemple.

En cas d'utilitzar-se malles electrosoldades, el diàmetre de les dues direccions serà el mateix, i les quanties de les dues direccions tindran la relació 1:1, 1:2 ó 1:4. En cas de barres d'acer, la quantia disposada en una direcció no serà inferior a 1/5 de la necessària a la direcció contrària.

El procés d'armat és equivalent al ja ressenyat per les rampes, encara que tenint en conte que no es col·loquen reforços addicionals als replans.

Paràmetres de càlcul de l'armat

Veure LLISTAT D'OPCIONS

CÀLCUL DE MURS RESISTENTS DE FORMIGÓ

Les armadures dels murs resistents de formigó armat es calculen constants a cada cara de cada mur, i estan formades per unes barres longitudinals en ambdues cares, tant en horitzontal com en vertical. Si és necessari, es disposa també un armat transversal (estreps en forma de ganxos), que uneixen les armadures de ambdues cares. Aquests estreps es disposen sempre a les interseccions del armat horitzontal i vertical, encara que no necessàriament en totes les interseccions.

Per el càlcul del armat de cada mur, es consideren les tensions (esforços) de tots els seus nusos. De les set tensions existents, que produeixen altres tants esforços, se consideren les següents:

Per al càlcul de l'armadura longitudinal horitzontal es consideren els esforços F_x (axil produït per la tensió s_x de tensió plana), T_{xy} (tallant produït per la tensió t_{xy} de tensió plana) i M_x (moment flector produït per la tensió s_x de flexió).

Per al càlcul de l'armadura longitudinal vertical es consideren els esforços F_y (axil produït per la tensió s_y de tensió plana), T_{xy} (tallant produït per la tensió t_{xy} de tensió plana) i M_x (moment flector produït per la tensió s_y de flexió).

Per al càlcul de l'armadura transversal es consideren els esforços T_{xz} (tallant produït per la tensió t_{xz} de flexió) i T_{yz} (tallant produït per la tensió t_{yz} de flexió).

En els esforços de tallant, s'utilitza la teoria habitual de bieles de formigó comprimides i tirants d'acer traccionats, teoria de Ritter-Mörsch. D'aquesta forma, el tallant T_{xy} provoca bieles de formigó paral·leles al pla del mur e inclinades 45° respecte a la horitzontal, estant els tirants constituïts per la pròpia armadura longitudinal (horitzontal i vertical) del mur. El tallant T_{xz} , provoca bieles de formigó horitzontals e inclinades 45° respecte al pla del mur, estant els tirants constituïts per l'armadura longitudinal horitzontal i l'armadura transversal. El tallant T_{yz} , provoca bieles de formigó verticals i inclinades 45° respecte al pla del mur, estant els tirants constituïts per l'armadura longitudinal vertical i l'armadura transversal.

També es realitza la comprovació de fissuració, d'acord amb CÒDIGO ESTRUCTURAL.

Una vegada avaluat l'armat per unitat de longitud de mur, es proposa com armadura del mur el més desfavorable dels armats calculats a cada node.

Esveltesa i guexament

Per al càlcul de l'armadura longitudinal es considera el guexament produït per els esforços de compressió, tant horitzontal com vertical. Les diferents normatives tenen diferents criteris per avaluar tant la longitud de guexament, com l'esveltesa i els esforços de guexament.

En tot cas, la longitud de guexament d'un mur està en funció, entre d'altres coses, de la seva amplada (longitud horitzontal) i la seva altura. Per avaluar la amplada i altura d'un mur en un determinat punt, *Tricalc* divideix en primer lloc el mur en tantes altures com forjats unidireccionals, reticulars o lloses horitzontals travessi (encara que el forjat no divideixi totalment el mur). Es calcula llavors l'amplada i altura de la part de mur al que pertany el punt considerat. Com cas particular, si el mur no està unit a cap forjat en la seva part superior, es considera com altura del últim tram el doble de la real, per considerar la falta de arriostament en la part superior del mur.

El programa avalua la longitud de guexament de forma independent per les dues direccions (horitzontal i vertical) de càlcul. A cadascuna d'elles, es opcional considerar o no el guexament i considerar la estructura com traslacional, intraslacional o amb el factor de longitud de guexament fixat.

Es defineix, per el guexament vertical, ' l ' com l'altura del mur i ' s ' com la seva amplada; i per el guexament horitzontal ' l ' com l'amplada del mur i ' s ' com la altura.

Es defineix una excentricitat accidental, a afegir a totes les combinacions de flexocompressió de valor $e = \max(t/20, 2 \text{ cm})$ essent ' t ' el gruix del mur.

La longitud de guexament, l_0 , ve donada per la expressió $l_0 = b \cdot l$.

Si la estructura és intraslacional, el factor b té un valor comprés entre 0,5 i 1,0, en funció de la relació l/s . Si la estructura és traslacional, el factor b té un valor comprés entre 1,0 i 2,0,

en funció de la mencionada relació l/s . La taula següent resumeix els valors del coeficient b , tenint en compte que els valors intermitjos s'interpolen linealment.

l/s	Traslacion al	intraslacion al
≤ 1	1,0	0,5
2	1,6	0,8
$\square 4$	2,0	1,0

La esveltesa d'un mur (horitzontal o vertical) ve donada per la expressió $l = l_0/t$. La norma espanyola no dona cap tipus de limitació al valor de la esveltesa.

La esveltesa fictícia (de segon ordre) d'un mur ve donada per la expressió

$$e_a = 15/E_c \cdot (t + e_1) \cdot l^2$$

on E_c és el mòdul instantani de deformació del formigó, en MPa, i e_1 és la excentricitat determinant, del qual el seu valor és:

- En guexament horitzontal, es la excentricitat de primer ordre en el punt d'estudi.
- En guexament vertical i estructura traslacional, es la màxima excentricitat de primer ordre entre la part inferior i la superior del tros de mur considerat.
- En guexament vertical i estructura intraslacional, es la màxima excentricitat de primer ordre en el terç central de la vertical del mur que passa per el punt d'estudi.

La excentricitat total a considerar, ve donada per la suma de la excentricitat de primer ordre, més la excentricitat accidental, més la excentricitat fictícia.

Limitacions constructives

La Instrucció CÓDIGO ESTRUCTURAL no te cap reglamentació específica de murs resistents de formigó armat, per la qual cosa s'utilitzen les prescripcions generals que siguin aplicables, així com criteris habituals en aquest tipus d'elements

La separació màxima entre rodons es de 30 cm, encara que no pot ser més gran de 5 vegades el gruix del mur.

Si la quantia geomètrica de l'armadura horitzontal o vertical supera el 2%, es col·loca armadura transversal encara que no sigui necessària per càlcul.

La quantia mecànica de l'armadura horitzontal o vertical no pot superar la del formigó. La quantia geomètrica ha de ser, al menys, la indicada en el article 42.3.5 d'CÓDIGO ESTRUCTURAL per a murs (prenent com a gruix del mur no més de 50 cm)::

	Tipus d'acer	
	B 400 S B 400 SD	B 500 S B 500 SD
Armadura horitzontal	4,0 ‰	3,2 ‰
Armadura vertical	1,2 ‰	0,9 ‰

La separació màxima de l'armadura transversal es de 50 cm. Si el diàmetre màxim longitudinal es més gran de 12mm, la separació màxima de l'armadura transversal no podrà superar 15 vegades el diàmetre mínim de l'armadura longitudinal.

Ancoratges i reforços de vora

A les vores laterals dels murs resistents de formigó, que posseeixin altres murs adjacents en el seu mateix pla, l'armat longitudinal horitzontal s'ancorarà per prolongació recta una longitud d'ancoratge en posició de bona adherència. A la vora superior, si existeix un altre mur adjacent, l'armat longitudinal vertical s'ancorarà per prolongació recta el doble de la longitud d'ancoratge en posició de bona adherència. Això es deu a que cap a baix mai s'ancora l'armat longitudinal vertical, donat que no pot travessar la junta de formigonat.

En totes les vores d'un mur resistent (incloses les vores que pertanyen als forats), que no es pugui ancorar l'armadura longitudinal en un mur adjacent, es tenen que disposar a les vores reforços en forma d' 'U' que ancorin els rodons d'ambdues cares del mur. La seva quantia serà la màxima entre les quanties d'ambdues cares (en la direcció considerada), i el seu diàmetre serà el més gran dels diàmetres dels rodons ancorats. La longitud dels costats de la 'U' es la longitud bàsica d'ancoratge en prolongació recta i en posició de bona adherència.

CÀLCUL I COMPROVACIÓ DE MURS RESISTENTS DE FÀBRICA

Àmbit d'aplicació

El programa *Tricalc* realitza la comprovació dels murs resistents de maó, blocs de formigó, Termoargila® i mamposteria de pedra existents a l'estructura segons el CTE DB SE-F "*Codi Tècnic de l'Edificació, Document Bàsic, Seguretat Estructural, Estructures de Fàbrica*", publicat en 2006 (actualitzat per darrera vegada l'abril del 2009) i que és una transcripció quasi literal de l'Eurocodi 6. En endavant, es referirà a aquest document per "CTE SE-F".

Des de el punt de vista de la funció estructural, aquests murs transmeten les càrregues gravitatòries a la fonamentació i proporcionen rigidesa a l'edifici front a les càrregues horitzontals (vent i sisme fundamentalment), especialment en el seu propi pla.

Queden fora de l'àmbit d'aplicació els murs caputxins (murs composts per dos murs d'una fulla paral·lels enllaçats per claus), i els murs doblats (murs compost per dues fulles paral·leles del mateix o diferent material amb una junta continua disposada entre elles a l'interior del mur). Els murs de tancament al revestir exteriorment l'estructura no contribuint a la seva resistència, no han d'introduir-se en el model, igual que els envans.

Els murs de maó, blocs de formigó o Termoargila poden contar amb l'armadura horitzontal prefabricada en els seus junts horitzontals (armadures de junt horitzontal). Els murs de blocs buits de formigó i de Termoargila també poden tenir armadura vertical (prefabricada o no en el primer cas, només prefabricada al segon). Les esmentades armadures contribueixen a la resistència a flexió d'aquests murs.

Els murs de pedra (granit o gres) estaran formats per peces sensiblement paralel·lepèdiques, assentades amb morter en filades sensiblement horitzontals.

Si es desitja realitzar el càlcul segons NBE FL-90 s'ha de seleccionar el conjunt de "Normatives Espanya (EH-91, EA-95, EF-96 i NBEs)".

Propietats de murs de fàbrica

Les propietats mecàniques dels murs de fàbrica són inicialment calculades pel programa d'acord amb l'especificat per CTE SE-F, si be són modificables per l'usuari. En el llistat d'*Informe Murs de Peces* s'indiquen les característiques assignades a cada mur de l'estructura.

Pel càlcul de les característiques del mur, s'utilitzen les següents dades de partida:

- Categoria de les peces** Es poden definir la Categoria en funció del seu control de fabricació: I ó II. (Els productes amb segell AENOR es consideren de categoria I).
- $f_{b,v}$; $f_{b,h}$** Resistència característica de les peces a compressió vertical (perpendicular a les juntes horitzontals) i horitzontal (paral·lel als junts horitzontals). El segell AENOR exigeix una determinada resistència mínima per cada tipus de peça, per exemple.
- Tipus de morter** El tipus de morter pot ser *Ordinari*, *Fi* (per juntes d'entre 1 i 3 mm), *Lleuger* de densitat entre 700 i 1500 Kg/m³ o *Molt lleuger* de densitat entre 600 i 700 Kg/m³. El morter fi no acostuma a utilitzar-se en aquests tipus de murs.
- Designació del morter** El morter es designa amb la lletra *M* seguida de la seva resistència característica a compressió, f_m , en MPa. La sèrie utilitzada pel programa és M1; M2; M3; M4; M5; M7,5; M10; M12,5; M15; M17,5 i M20. (La nomenclatura tradicional a Espanya definia la resistència en Kg/cm² en lloc de en MPa. Així, l'antic M20 equival, aproximadament, al actual M2).
- Llagues plenes o a os** Es pot indicar si les juntes verticals (llagues) seran plenes amb morter (llagues plenes) o no (llagues a os). Els murs de Termoargila, per exemple, no tenen morter a les llagues.

Amb aquestes dades, el programa calcula els valors de defecte de les següents magnituds, d'acord amb l'establert a CTE SE-F:

Resistència a compressió de la fàbrica

La resistència característica a compressió vertical i horitzontal de la fàbrica ($f_{k,v}$; $f_{k,h}$) s'obté amb les següents expressions (MPa i mm):

Per morter ordinari, prenent f_m no major de 20 MPa ni major de $0,75 \cdot f_b$ (epígraf C (1) del CTE SE-F):

$$f_k = K \cdot f_b^{0,65} \cdot f_m^{0,25}$$

essent

K = 0,60	per peces del grup 1 (massisses);
K = 0,55	per peces del grup 2a (perforades);
K = 0,50	per peces del grup 2b (alleugerades) i per blocs de Termoargila;
K = 0,40	per peces del grup 3 (buides).

Per morter fi, vàlid per f_m no menor de 5 MPa, prenent f_b no major de 5 MPa i f_m no major de 20 MPa ni major de $0,75 \cdot f_b$ (epígraf C (2) del CTE SE-F):

$$f_k = K \cdot f_b^{0,65} \cdot f_m^{0,25}$$

essent

K = 0,70	per peces del grup 1 (massisses);
K = 0,60	per peces del grup 2a (perforades);
K = 0,50	per peces del grup 2b (alleugerades) i per blocs de Termoargila;

Per morter lleuger, prenent f_b no major de 15 MPa (epígraf C (3) de CTE SE-F):

$$f_k = 0,70 \cdot f_b^{0,65}$$

Per morter molt lleuger, prenent f_b no major de 15 MPa (epígraf C (3) de CTE SE-F):

$$f_k = 0,55 \cdot f_b^{0,65}$$

Resistència a tallant de la fàbrica

La resistència característica a tallant de la fàbrica (f_{vk}) s'obté amb les expressions 4.1, 4.2 i 4.3 del CTE SE-F. Depèn, entre altres coses, de la tensió de compressió existent, pel que no es pot donar un valor "a priori" d'un determinat mur. Aquesta resistència no podrà superar, en cap cas, un determinat valor màxim ($f_{vk,m\acute{a}x}$). També es pot especificar la resistència a tall pur, f_{vko} (resistència a tallant amb tensió de compressió nula).

Els dos valors ($f_{vk,m\acute{a}x}$ i f_{vko}), es calculen d'acord amb la següent taula (extret de la taula 4.5 del CTE SE-F):

Peces	Resistència del Morter (MPa)	f_{vko} (MPa)	$f_{vk,m\acute{a}x}$ (MPa)
Peces del grup 1 (massisses)	10 a 20	0,30	1,7
	2,5 a 9	0,20	1,5
	1 a 2	0,10	1,2
Peces del grup 2a (perforades)	10 a 20	0,30	1,4
	2,5 a 9	0,20	1,2
	1 a 2	0,10	1,0
Peces del grup 2b (alleugerades) Peces de Termoargila	10 a 20	0,20	1,4
	2,5 a 9	0,15	1,2
	1 a 2	0,10	1,0
Peces del grup 3 (buides)	10 a 20	0,30	---
	2,5 a 9	0,20	---
	1 a 2	0,10	---

A més, $f_{vk,m\acute{a}x}$ no serà major de $f_{k,v}$ ni de $f_{k,h}$. En cas de morter lleuger o molt lleuger, els valors de $f_{vk,m\acute{a}x}$ i f_{vko} s'obtenen de la taula anterior considerant que $f_m = 5$ MPa.

En el cas de fàbriques amb llagues a os, el valor de $f_{vk,m\acute{a}x}$ de la taula es multiplica per 0,70.

Resistència a flexió de la fàbrica

La resistència característica a flexió en l'eix X del mur, f_{xk1} (és a dir, la corresponent al moment M_x , amb plànol de trencament paral·lel a les llences) i la resistència característica a flexió en l'eix I del mur, f_{xk2} (corresponent al moment M_y , amb plano de trencament perpendicular a les llences) venen especificats en la taula 4.6 del CTE SE-F:

Tipus de peça	Morters ordinaris				Morters de junta prima		Morters lleugers	
	$f_m < 5$ MPa		$f_m \geq 5$ MPa					
	f_{xk1}	f_{xk2}	f_{xk1}	f_{xk2}	f_{xk1}	f_{xk2}	f_{xk1}	f_{xk2}
Ceràmica	0,10	0,20	0,10	0,40	0,15	0,15	0,10	0,10
Sílico-calcari	0,05	0,20	0,10	0,40	0,20	0,30	---	---
Formigó ordinari	0,05	0,20	0,10	0,40	0,20	0,30	---	---
Pedra natural	0,05	0,20	0,10	0,40	0,15	0,15	---	---

Mòdul d'elasticitat longitudinal (Young) i coeficient de Poisson

Per defecte, i d'acord amb EC-6 i CTE SE-F, el mòdul de Young es pren com $1000 \cdot f_{k,v}$. El coeficient de Poisson per defecte per murs de fàbrica és 0,25.

Materials

El formigó de farciment a utilitzar en la fàbrica (per exemple en llindars de murs de bloc de formigó i de Termoargila) s'especifica d'acord a la normativa de formigó (CÓDIGO ESTRUCTURAL). També és possible, utilitzar la denominació de EC-2 "Cx/y", on "x" és la resistència característica a compressió en proveta prismàtica i "y" aquella resistència en proveta cilíndrica.

La resistència característica a tallant del formigó, f_{cvk} , es pren de la taula 4.2 del CTE SE-F, encara que, d'acord amb CÓDIGO ESTRUCTURAL, f_{ck} no serà inferior a 20 MPa:

Classe de formigó	C20/25	≥C25/30
f_{ck} (MPa)	20	25
f_{cvk} (MPa)	0,39	0,45

L'acer d'armar per les armadures dels dintells, s'especifica d'acord amb la normativa de formigó CÓDIGO ESTRUCTURAL. Les armadures de juntes horitzontals i armadures verticals, per altre banda, responen a les possibilitats de CTE SE-F; és a dir, formades per barres o pletines llises o corrugades i amb els següents tipus d'acer o proteccions davant la corrosió:

- Acer al carboni (és a dir, sense protecció).
- Acer inoxidable.
- Acer galvanitzat.
- Acer amb recobriment epoxi.

L'acer laminat dels dintells metàl·lics (per murs que no siguin de Termoargila), s'especifica d'acord amb la normativa d'acer seleccionada (CTE SE-A).

Coeficients parcials de seguretat dels materials

El coeficient parcial de seguretat de la fàbrica i de càlcul de les longituds d'ancoratge, γ_M , pot especificar-se per l'usuari o bé calcular-se d'acord a la taula 2.3 de EC-6 o la taula 4.8 de CTE SE-F:

γ_M		Categoria d'execució de la fàbrica		
		A	B	C
Categoria de fabricació de les peces	I	1,7	2,2	2,7
	II	2,0	2,5	3,0
γ_M per anclatge		1,7	2,2	---

On la categoria d'execució A requereix un control intens de l'obra, i la categoria de fabricació I requereix un control intens a la fabricació de les peces (per exemple, les peces amb segell de qualitat AENOR). En el llistat d'*Informe Murs de Peces* s'indiquen els coeficients parcials de seguretat empleats a cada mur.

Càlcul de la fàbrica no armada

Compressió vertical i guerxament

La comprovació d'un mur de fàbrica no armada a compressió vertical amb guerxament consisteix a verificar que l'axial de compressió sol·licitant de càlcul (N_{sd}) és no major del resistent (N_{Rd}). En aquest últim es contemplen implícitament les excentricitats (de primer ordre, accidental i inclòs de guerxament) segons la expressió 5.6 del CTE SE-F:

$$N_{Rd} = \Phi \cdot t \cdot f_d$$

on

Φ és el factor reductor per efecte de l'esveltesa i l'excentricitat de càrrega, que es calcula de forma diferent a la base o coronació del mur (Φ_i) que en el punt central de la seva alçada (Φ_m).

t és l'espessor del mur

Factor reductor per esveltesa i excentricitat

El factor reductor per esveltesa i excentricitat a la base i la coronació del mur s'obtenen d'acord amb les expressions 5.7 a 5.9 del CTE SE-F:

$$\Phi_i = 1 - 2 \cdot e_i / t$$

$$e_i = |M_i / N_i| + e_a \geq e_{\min}$$

essent

$|M_i / N_i|$ l'excentricitat elàstica de primer ordre: valor absolut del moment de càlcul existent a la base o cim del mur dividit per l'axial de compressió corresponent. Aquests moments, resultat del càlcul d'esforços de l'estructura, ja inclou els efectes de les càrregues horitzontals (vent, sisme i impuls del terreny, fonamentalment) així com els que provenen de l'excentricitat i encastament de la càrrega dels forjats suportats en el mur.

e_a és l'excentricitat accidental, d'acord amb la taula:

Categoria d'execució		e_a
A		$h_{ef} / 500$
B		$h_{ef} / 450$
C	tram entre forjats	20 mm
	tram lliure per dalt	50 mm

$e_{\min}$ és la mínima excentricitat a contemplar, de valor el màxim entre el que està especificat en CTE SE-F ($0,05 \cdot t$) i l'excentricitat mínima fixada per l'usuari a cada mur (que apareixen reflectides en el llistat de "Informe Murs de Peces").

El factor reductor per esveltesa i excentricitat en el punt central del mur s'obté d'acord amb l'annex D del CTE SE-F:

$$\Phi_m = A_1 \cdot e^{-\frac{u^2}{2}}$$

$$A_1 = 1 - 2 \cdot \frac{e_{mk}}{t}$$

$$u = \frac{\lambda - 0,063}{0,73 - 1,17 \cdot \frac{e_{mk}}{t}}$$

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_{k,v}}{E}}$$

$$e_{mk} = e_m = \left| \frac{M_m}{N_m} \right| + e_a \geq e_{min}$$

essent

$|M_m / N_m|$ l'excentricitat elàstica de primer ordre en el punt central del mur: valor absolut del moment de càlcul existent en aquella part del mur dividit per l'axial de compressió corresponent. Aquest moment, resultat del càlcul d'esforços de l'estructura, ja inclou els efectes de les càrregues horitzontals (vent, sisme i impulsos del terreny, fonamentalment) així com els que provenen de l'excentricitat i encastament de la càrrega dels forjats suportats en el mur.

e_a és l'excentricitat accidental (veure el cas de base i cim del mur).

e_{min} és la mínima excentricitat a contemplar, de valor el màxim entre l'especificat a CTE SE-F (0,05·t) i l'excentricitat mínima fixada per l'usuari a cada mur (que apareix reflectida en el llistat d'*Informe Murs de Peces*).

Excentricitat de càrrega de forjats

A les vores dels forjats unidireccionals es poden definir, de forma opcional, una determinada entrega en els murs resistents (que no siguin de formigó armat). El programa assumeix que el suport "*teòric*" del forjat es produeix a 1/4 de la longitud d'entrega fixada, provocant un moment d'excentricitat producte de la càrrega transmesa pel forjat i la distància entre el punt de suport i el pla mitja del mur. Aquests moment apareix com a càrrega de moment en barra al cercol de vora del forjat situat sobre el mur.

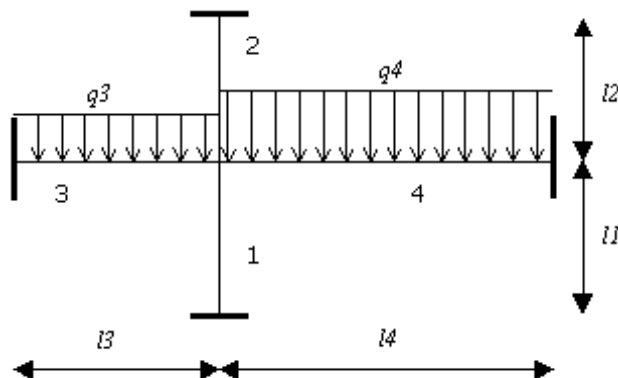
Aquesta excentricitat ha de considerar-se en els forjats suportats a la coronació del mur (on existeix un suport real del forjat sobre la fàbrica). També pot fer servir en forjats suportats a alçades intermitjies dels murs quan el detall constructiu no garanteixi que tota la secció del mur superior treballi (per exemple mitjançant un angular unit al front per que la fàbrica del mur superior suporti completament en el forjat).

Empotrament mur – forjats

El programa calcula de forma opcional els moments d'encastament de les biguetes dels forjats unidireccionals a les trobades amb els murs resistents (siguin de Termoargila o no).

Pel seu càlcul, s'utilitza l'expressió 5.1 del CTE SE-F, basada en un repartiment a una volta pel mètode de Cross:

$$M_i = \frac{\frac{4 \cdot E_i \cdot I_i}{l_i}}{\sum_{j=1}^4 \frac{4 \cdot E_j \cdot I_j}{l_j}} \left[\frac{q_3 \cdot l_3^2}{12} - \frac{q_4 \cdot l_4^2}{12} \right], \quad \forall i = 1, 2$$



Si alguna de las barres indicades a la figura no existeix, no es considera a l'expressió anterior. La suma dels moments \$M_1\$ i \$M_2\$ apareix com a càrrega de moment en barra a la biga o cercol de vora del forjat situat sobre el mur.

Aquests moments no incideixen en el càlcul i armat dels forjats unidireccionals, que es calculen amb la seva normativa específica (EFHE, per exemple).

A les fitxes de forjats unidireccionals es pot definir una rigidesa total \$EI\$ que és la utilitzada a la expressió anterior. Si no està definida, el programa l'obté com la rigidesa bruta del forjat calculada a partir de les seves dimensions i materials.

Pel càlcul de la rigidesa del mur, el valor del mòdul de Young (\$E\$) es multiplica pel factor de rigidesa a flexió definit en el mur.

Donat que en el moment de calcular aquests moments no es coneix el nivell de tensions de compressió als que estan sotmesos els murs, no és possible aplicar les reduccions d'aquests moments contemplades en els paràgrafs (4) i (8) del apartat 5.2.1 del CTE SE-F. En tot cas, és possible (i recomanable) no utilitzar aquests moment d'encastament en els forjats suportats a la coronació del mur.

També, si es desitja disminuir aquests moments d'encastament, es pot

- Augmentar la rigidesa del forjat (augmentar el seu cantell, per exemple)
- Disminuir la rigidesa a flexió dels murs, reduint el seu **factor de rigidesa a flexió**. Reduint aquests factor també es pot simular la reducció del moment contemplada en el paràgraf (4) del CTE SE-F abans esmentat.

Excentricitat deguda al creixement dels murs

Si, degut al creixement dels murs i al seu diferent gruix, es produeix un canvi de posició del plànol mig d'un mur amb respecte al del mur superior, les tensions verticals del mur superior produiran un augment (o disminució) dels moments existents en el mur inferior. Aquest efecte no es tingut en consideració pel programa a la fase de càlcul d'esforços (els murs es calculen sempre respecte del seu plànol de definició), però sí, de forma opcional, a la fase de càlcul / comprovació del mur. En el llistat de l'**"Informe Murs de Peces"** s'especifica,

per cada mur, l'excentricitat produïda (distància entre els plànols mitjos del mur inferior i superior) així com el màxim i mínim moment flector (per metre d'amplada de mur) de variació que es produeix en el mur inferior.

Alçada, espessor efectiu i esveltesa d'un mur

L'alçada de càlcul o efectiva d'un mur, h_d , és una fracció de la seva alçada total. En una primera fase, cada mur es divideix en diverses alçades pels forjats unidireccionals, reticulars i lloses horitzontals que travessen (sempre i quan estigui activada l'opció de càlcul d'esforços de "*Considerar indeformables en el seu plànol els forjats i lloses horitzontals*").

L'alçada de càlcul de cada un d'aquests trams es calcula en funció de les opcions d'inestabilitat / guexament fixades a les opcions de càlcul:

- Si no es considera guexament, s'entén que l'alçada de càlcul del mur és zero.
- Si es fixa el factor de longitud de guexament ("*alfa*"), l'alçada de càlcul és igual a l'alçada del tram multiplicada per l'esmentat factor.
- Si s'indica que el guexament s'ha de comprovar com a intraslacional o traslacional, l'alçada de càlcul es calcula conforme a l'especificat en el CTE DB SE-F (que no distingeixi entre estructures traslacionals i intraslacionals).

L'expressió general pel càlcul de l'alçada de càlcul definit en CTE SE-F és

$$h_d = \rho_n$$

on n és el número de costats del mur que es consideren arriostrats (entre 2 i 4). A cada mur és possible indicar si les vores laterals estan o no arriostrades.

Per murs arriostrats només a la base i coronació per forjats o lloses es considera

- $\rho_2 = 1,00$ si l'excentricitat de la càrrega a la coronació del mur és major de $0,25 \cdot t$
- $\rho_2 = 0,75$ a la resta de casos

Per murs arriostrats a la base, la coronació i un costat lateral (L és la longitud horitzontal del mur):

- Si $L \geq 15 \cdot t$, com en el cas anterior
- Si $L < 15 \cdot t$ y $h \leq 3,5 \cdot L$

$$\rho_3 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 \cdot h}{3 \cdot L} \right)^2} \cdot \rho_2$$

- Si $L < 15 \cdot t$ y $h > 3,5 \cdot L$

$$\rho_3 = \frac{1,5 \cdot L}{h}$$

Per murs arriostrats en els quatre costats:

- Si $L \geq 30 \cdot t$, com arriostrat només a la base i la coronació
- Si $L < 30 \cdot t$ i $h \leq 1,15 \cdot L$

$$\rho_4 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 \cdot h}{L} \right)^2} \cdot \rho_2$$

- Si $L < 30 \cdot t$ y $h > 1,15 \cdot L$

$$\rho_4 = \frac{0,5 \cdot L}{h}$$

El gruix efectiu del mur, t_{ef} , es pren igual al seu gruix nominal.

L'esveltesa d'un mur, h_d / t_{ef} , no serà major de 27. Si ho és, al mur se li assignarà un error d'esveltesa excessiva.

La longitud, alçada, alçada efectiva i esveltesa màxima de cada mur apareixen reflectides en el llistat d'*Informe Murs de Peces*.

Axial més flexió

Quan la compressió no es vertical, s'ha de comprovar:

$$e = |M_{sd} / N_{sd}| < 0,5 t$$

$$|N_{sd}| \leq N_{Rd} = (1 - 2 \cdot e/t) \cdot t \cdot f_k / \gamma_M$$

Quan l'axial és nul o de tracció; o be l'anterior comprovació falla, s'utilitzen les expressions (6.14) i (6.15) de EC-6 generalitzades:

$$\frac{|M_{sd}|}{Z} - \frac{N_{sd}}{A} \leq \frac{f_k}{\gamma_M}$$

$$\frac{|M_{sd}|}{Z} + \frac{N_{sd}}{A} \leq \frac{f_{tk}}{\gamma_M}$$

on

M_{sd} és el moment sol·licitant de càlcul per unitat d'amplada de mur

N_{sd} és l'axial sol·licitant de càlcul, considerant-lo positiu si és de tracció

Z és el mòdul resistent de la fàbrica: $Z = t^2 / 6$ (per unitat d'amplada de mur)

A és l'àrea de la secció: $A = t$ (per unitat d'amplada de mur)

f_k és la resistència característica a compressió de la fàbrica a la direcció considerada.

f_{tk} és la resistència característica a tracció de la fàbrica a la direcció considerada. Si l'excentricitat de l'axial supera $0,4 t$, es pren $f_{tk} = f_{tk1}$ ó f_{tk2} , el que correspongui. Si l'excentricitat és menor, es pren f_{tk} com el menor entre $0,1 f_k$ i f_{vko} .

Tallant

La comprovació a tallant és la basada en les expressions (6.12) i (6.13) de EC-6:

$$V_{sd} \leq V_{Rd} = f_{vk} \cdot A / \gamma_M$$

Per avaluar V_{sd} es tenen en compte dues direccions del tallant: una horitzontal formada pel tallant de tensió plana (provocat per les tensions τ_{xy}) i el tallant de flexió vertical; altre vertical formada pel tallant de tensió plana i el tallant de flexió horitzontal.

■ Per avaluar la tensió resistent a contacte, f_{vk} , s'utilitza l'expressió (4.1) del CTE SE-F, és a dir, la menor entre:

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,36 \sigma_d$$

$$f_{vk} = 0,065 \cdot f_b$$

$$f_{vk} = f_{vk,m\acute{a}x}$$

- En el cas de murs amb juntes verticals sense morter (llagues a os), per avaluar la tensió resistent a tallant, f_{vk} , s'utilitza l'expressió (4.2) del CTE SE-F, és a dir, la menor entre:

$$f_{vk} = f_{vko} + 0,45 \sigma_d$$

$$f_{vk} = 0,045 \cdot f_b$$

$$f_{vk} = 0,7 \cdot f_{vk,m\acute{a}x}$$

Reforç per integritat estructural

Els murs de blocs buits de formigó, encara que es calculin com a fàbrica no armada, s'ha de contar amb l'armadura vertical que garanteixi la integritat estructural del mur. Aquesta armadura es disposarà, al menys, en els extrems i interseccions de murs i cada no més de 4 metres.

Càlcul de la fàbrica armada

Es consideren els dominis de deformació definits en CTE SE-F (similar als d'CÓDIGO ESTRUCTURAL): un diagrama de tensions rectangular amb profunditat del cap de compressió $0,8 \cdot x$ i tensió de compressió f_k/γ_M ó f_{ck}/γ_M . Quan una zona comprimida inclogui part de la fàbrica i part de formigó o morter, com a resistència de càlcul a compressió s'agafarà la del material menys resistent.

Els murs resistents de Termoargila, podran contar, si és necessari i així es defineix a les opcions, amb armadures a les juntes horitzontals i/o armadures verticals allotjades en forats deixats a tal efecte per peces especials de la fàbrica.

Els murs resistents de blocs de formigó podran contar, si és necessari i així es defineixen a les opcions, amb armadures en les juntes horitzontals i/o si els blocs són buits, armadures verticals allotjades en els alvèols de les peces.

Els murs resistents de maó, podran contar, si és necessari i així es defineix a les opcions, amb armadures a les juntes horitzontals.

Les armadures prefabricades a disposar s'agafen de la base de dades d'armadures prefabricades per murs de fàbrica. Aquestes armadures estan formades per dos cordons (d'un o dos rodons o pletines) i una armadura transversal en zig-zag que els uneix. Cada armadura posseeix una determinada qualitat d'acer (límit elàstic), una adherència (corrugat o no) i una determinada protecció (al carboni, inoxidable, galvanitzat o epoxi). El programa escollirà d'entre les armadures actives que posseeixin la qualitat i protecció especificades a les opcions i que a més compleixin els requisits de recobriments exigits a la normativa.

Si bé l'apartat 7.5.1 del CTE SE-F indiquen que el diàmetre mínim a utilitzar serà de 6 mm, el programa permet utilitzar armadures amb cordons de 5 mm com a mínim i diagonals de 4 mm com a mínim.

Nota: L'actual redacció del CTE DB SE-F, d'abril del 2009, permet que les armadures longitudinals de junt horitzontal tinguin un diàmetre mínim de 5 mm, i les diagonals en gelosia d'armadures prefabricades electrosoldades, un diàmetre de 4 ó 4,5 mm.

Els murs resistents armats es consideren homogenis, és a dir, es calcula una resistència mitja proporcionada per l'armadura que es suposa constant a tota la superfície del mur. Per que

aquesta hipòtesi sigui vàlida, el programa limita la distància màxima entre armadures exigides per CTE SE-F.

Armadures de juntes horitzontals

D'acord amb CTE SE-F, el recobriment mínim vertical d'aquesta armadura és de 2 mm. Això implica, que per llagues d'1 cm, el màxim diàmetre a utilitzar serà de 6 mm. El recobriment lateral de morter serà no menor de 15 mm, i l'amplada màxima d'aquesta armadura serà el gruix del mur menys 30 mm.

La separació màxima entre armadures de juntes horitzontals és de 600 mm, d'acord amb l'apartat 7.5.1 de CTE SE-F. La separació mínima és una filada.

La quantia mínima de l'armadura longitudinal és d'un 0,3‰ de la secció del mur, d'acord amb l'apartat 7.5.1 de CTE SE-F.

Armadures verticals

Murs de Termoargila

Els recobriments a considerar a les armadures verticals són els mateixos que a les armadures de juntes horitzontals, d'acord amb la interpretació de EC-6 propugnada pel Consorci Termoargila i l'ITeC (Institut Tecnològic de la Construcció de Catalunya, que és el ponent del CTE SE-F). Com els forats on s'allotgen aquests tipus d'armadura tenen entre 30 i 40 mm d'espessor, l'armadura vertical habitual està formada per cordons dobles d'entre 5 i 6 mm de diàmetre.

La separació màxima entre armadures verticals és de 4 metres, d'acord amb l'apartat 8.4 (3) de EC-6. La separació mínima s'estableix en el doble de la longitud de la peça base utilitzada (és a dir, en 600 mm amb les dimensions habituals dels blocs de Termoargila).

L'amplada efectiva de cada armadura vertical serà la distància entre armadures verticals, però no major de tres vegades el gruix del mur. La quantia longitudinal serà no major del 4‰ de la secció eficaç (apartat 7.5.4 de CTE SE-F) ni menor del 0,1‰ de l'esmentada secció (apartat 7.5.1 de CTE SE-F). La secció eficaç s'estableix com l'ample eficaç pel cantell útil de la secció. Per complir la comprovació de $A_s \geq 0,001 \cdot A_{ef}$, es redueix l'amplada eficaç a considerar si és necessari.

Quan un mur només tingui armadura vertical, s'haurà de disposar algun tipus d'ancoratge o clau a les juntes horitzontals que travessen per així garantir la trava del mur.

Nota: La disposició d'armadures verticals en murs de Termoarcilla precisa de peces especials no sempre disponibles.

Murs de Blocs buits de formigó

El recobriment a considerar a les armadures verticals (prefabricades o no) és de 20 mm (apartat 3.3 del CTE SE-F). L'armadura vertical prefabricada habitual està formada per cordons dobles de entre 5 i 6 mm de diàmetre. L'armadura no prefabricada està formada per entre 1 i 4 rodons.

La separació màxima entre armadures verticals és de 4 metres, d'acord amb l'apartat 8.4 (3) de EC-6. La separació mínima s'estableix a la distància entre alvèols (és a dir, en 200 mm amb dimensions habituals dels blocs amb les dimensions habituals dels blocs buits de formigó).

L'amplada efectiva de cada armadura vertical serà la distància entre armadures verticals, però no major de tres vegades el gruix del mur. La quantia longitudinal serà no major del

4% de la secció eficaç (apartat 7.5.4 de CTE SE-F) ni menor del 0,1% de l'esmentada secció (apartat 7.5.1 de CTE SE-F). La secció eficaç s'estableix amb l'amplada eficaç pel cantell útil de la secció. Per complir la comprovació de $A_s \geq 0,001 \cdot A_{ef}$, es redueix l'amplada eficaç a considerar si és necessari.

Resistència a les sol·licitacions normals

Per la comprovació de la resistència a sol·licitacions normals (axial més moment) d'una determinada armadura situada a una determinada distància, el programa construeix una corba tancada d'interacció axial – moment de la secció en l'esgotament, seguint els dominis de deformació establerts en CTE SE-F.

Si la parella de sol·licitacions actuant (N_{sd} y M_{sd}) es situa dintre d'aquesta corba, la secció és correcta. El grau de sol·licitació de la secció es mesura per la distància a la corba d'esgotament.

El moment de sol·licitació, M_{sd}, en el cas de compressions verticals, vindrà modificat d'acord amb les excentricitats mínimes, accidental i de guexament que es produeixen; calculades d'acord amb l'indicat en l'apartat *Càlcul de fàbrica no armada/Compressió vertical i guexament* d'aquest annex.

Resistència a tallant

En el CTE SE-F, la construcció a la resistència a tallant de l'armadura de llences sí que és significativa:

$$V_{Rd} = V_{Rd1} + V_{Rd2} \leq 2,0 \text{ MPa} \cdot t \cdot L_d$$

$$V_{Rd1} = f_{vd} \cdot t \cdot L_d$$

$$V_{Rd2} = 0,67 \cdot A_s \cdot f_{yd} \cdot L_d / s$$

on

f_{vd}	la resistència de càlcul a tallant de la fàbrica;
t	l'espessor, el seu cas residual, del mur;
L_d	la longitud comprimida del mur deguda a les accions verticals, equilibrant a les horitzontals, descomptant doncs la zona de tracció, suposant una distribució lineal de tensions;
s	separació vertical entre les armadures de llences.

Ancoratge de les armadures

Les armadures prefabricades de la biblioteca poden especificar una longitud de solapament, calculada en general mitjançant assaigs (com permet CTE SE-F) i que tenen en conte la contribució de l'armadura transversal soldada en zig-zag.

En el cas de que l'esmentada longitud no estigui establerta (sigui zero) i pel cas d'armadures no prefabricades, el programa calcula la longitud d'ancoratge tal i com estableix l'apartat. La longitud de solapament es pren com dues vegades la longitud d'ancoratge calculada, el que correspon a barres traccionades quan es solapa més del 30% de les barres de la secció i la distància lliure entre solapaments és menor que 10 diàmetres, o el recobriment de formigó o morter és menor que 5 diàmetres.

La longitud bàsica d'ancoratge en prolongació, segons l'expressió (7.1) de CTE SE-F és:

$$l_b = \gamma_M \cdot \frac{\Phi}{4} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \cdot \frac{1}{f_{bok}}$$

on

Φ és el diàmetre equivalent de la barra d'acer
 f_{bok} és la resistència característica d'ancoratge per adherència
 γ_M és el coeficient parcial de seguretat per ancoratges de l'armadura

El valor de f_{bok} , en MPa, es pren de la següent taula

f_{bok}	Lligant	Armatures confinades			
	Formigó	C12/15	C16/20	C20/25	≥C25/30
barres lises		1,3	1,5	1,6	1,8
resta de barres		2,4	3,0	3,4	4,1

f_{bok}	Lligant	Armatures no confinades				
	Formigó	---	C12/15	C16/20	C20/25	≥C25/30
	Morter	M2-M5	M5-M9	M10-M14	M15-M19	M20
barres lises		0,5	0,7	1,2	1,4	1,5
resta de barres		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5

Tenint en conta que les úniques armatures que es consideren confinades són les dels dintells o carregadors i les armatures verticals dels murs de blocs buits de formigó.

Si l'ancoratge és per patilla, la longitud necessària d'ancoratge es pot multiplicar per 0,7. Després del doblegat ha d'haver una longitud recta de no menys de 5 diàmetres.

Quan l'armadura existent és major de l'estrictament necessària, la longitud d'ancoratge es redueix proporcionalment però no a menys de

$$0,3 \cdot l_b.$$

10 diàmetres.

100 mm.

Càlcul de la fàbrica confinada

Els murs de fàbrica es consideren confinats si existeixen en el seu interior pilars i bigues de formigó armat. Es comprova el confinament existent amb les següents especificacions de l'apartat 7.5.5 de CTE SE-F:

- Els pilars han de ser de secció no menor de 0,02 m² i de costats no menors de 100 mm.
- Ha d'haver pilars a les dues bandes dels forats de superfície major d'1,5 m².
- La distància entre pilars no excedirà de 4 m.

Si s'incompleix alguna d'aquestes limitacions es reflectirà amb un missatge d'error del mur.

Els requadres de fàbrica confinada es calculen d'acord amb les seves característiques com fàbrica armada o fàbrica no armada, si bé, d'acord amb CTE SE-F, han de contar amb

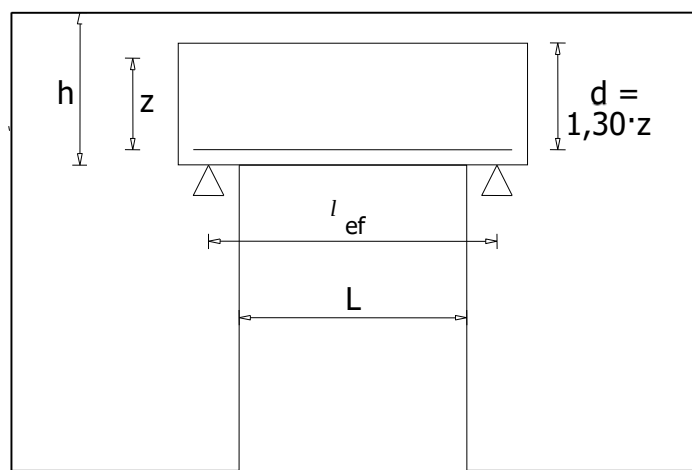
armadures de juntes horitzontals cada no més de 600 mm. Aquestes armadures han d'ancorar-se eficaçment en els pilars que serveixen de confinament al mur.

Els elements de confinament, que són més rígids que la fàbrica a la que confinen, absorbiran una major part de les sol·licitacions i tensions existents en el mur.

Dintells

Els dintells en els murs de Termoargila i de blocs de formigó poden construir-se mitjançant peces especials d'aquests material (cèrcols) que serveixen d'encofrat a una biga de formigó armat que dota de la necessària armadura de reforç al dintell.

Els dintells en els murs de fàbrica (menys Termoargila) poden construir-se amb un perfil metàl·lic, que ha de resistir per sí mateix les sol·licitacions existents. A més, per evitar l'aparició de fissures, es limita la fletxa d'aquest carregador metàl·lic a $L/500$ considerant-lo bi-recolçat.



Els dintells es calculen com a bigues de gran cantell i essent les especificacions de l'apartat 5.8 del CTE SE-F, és a dir:

- La llum efectiva (llum de càlcul) és $l_{ef} = 1,15 \cdot L$; essent L la llum lliure del forat.
- El braç de palanca de l'armadura, z , és la menor dimensió entre $0,7 \cdot l_{ef}$ i $0,4 \cdot h + 0,2 \cdot l_{ef}$, essent h l'alçada lliure del dintell. Si $h < 0,5 \cdot l_{ef}$ es considera que l'alçada del dintell és insuficient i s'indica el corresponent missatge d'error. En tot cas, el braç de palanca no es considera major de $z = h/1,30$.
- El cantell útil de la secció és $d = 1,30 \cdot z$.

El programa pren, com entrega del mur, el múltiple de 100 mm més proper per excés de la longitud $l_{ef} - L$ (és a dir, considerant que el suport teòric del dintell es produeix a la meitat de la longitud de l'entrega).

Esforços a considerar

Els esforços a resistir pel carregador són:

- Pel càlcul de M_{sd} s'integren les tensions σ_x a l'alçada " d " del carregador en 7 punts de la llum lliure del mateix.
- Pel càlcul de V_{sd} s'integren les tensions τ_{xy} a l'alçada " d " del carregador en els dos extrems del dintell.

Dintells de formigó armat (murs de Termoargila i de blocs de formigó)

Armadura longitudinal del dintell

L'armadura es calcula d'acord a l'expressió

$$A_s = \frac{M_{sd} \cdot \gamma_s}{f_{yk} \cdot z}$$

En tot cas, es verifica que el moment resistent, M_{Rd} , no és major que (apartat 5.7.2 de CTE SE-F):

$$0,4 \cdot f_k \cdot b \cdot d^2 / \gamma_M$$

essent

f_k	el mínim entre la resistència característica a compressió horitzontal de la fàbrica ($f_{k,h}$) i la resistència a compressió del formigó del carregador.
b mur.	és l'amplada del carregador, que és igual al gruix del
d	és el cantell útil del carregador.

L'armadura disposada s'ancla a partir del punt teòric de suport, és a dir, a partir de la llum eficaç l_{ef} .

Comprovació a tallant del dintell

La comprovació a tallant és:

$$V_{sd} \leq V_{Rd1}$$

V_{Rd1} es calcula mitjançant l'expressió (6.39) de EC-6:

$$V_{Rd1} = f_{vk} \cdot b \cdot d / \gamma_M$$

essent

f_{vk}	el mínim entre la resistència característica a tallant de la fàbrica i el del formigó de reomplert del dintell.
b mur.	és l'amplada del carregador, que és igual al gruix del
d	és el cantell útil del carregador.

Si aquesta comprovació no es compleix, s'afegeix al tallant resistent la contribució de l'armadura transversal del dintell, segons l'expressió (6.42) de EC-6:

$$V_{sd} \leq V_{Rd1} + V_{Rd2}$$

$$V_{Rd2} = 0,9 \cdot d_h \cdot (A_{sw}/s) \cdot (f_{yk}/\gamma_s)$$

on

d_h	és el cantell útil de la secció de formigó exclusivament (no es pot utilitzar el cantell útil del dintell perquè els estreps del mateix no cobreixen tot aquest cantell).

Dintells d'acer (murs de material diferent a Termoargila)

Els dintells d'acer han de resistir els esforços M_{sd} i V_{sd} d'acord amb la normativa d'acer (CTE DB SE-A). Per això el programa ordena tots els perfils útils de la sèrie assignada del carregador (HEA, HEB, IPE, ...) de menor a major pes (a igualtat de pes, primer el de menor cantell), seleccionant-se el primer que resisteixi els esforços sol·licitants i posseeixi una fletxa menor de $L/500$.

Comprovació del suport del dintell

En el cas de murs de Termoargila, al ser els blocs de Termoargila del grup 2b (o alleugerats), no existeix augment de resistència a compressió de la fàbrica per tractar-se d'una càrrega concentrada. Per altre banda, sí es té en conta que la comprovació es realitza com a tensió mitja a compressió en tota la superfície (A_b) de suport.

En el cas de murs de material diferent a la Termoargila tampoc es té en compte l'augment de resistència a compressió que podria aplicar-se si les peces del mur són del grup 1 (massisses). Com el dintell metàl·lic acostuma a ser d'ample menor al gruix de la fàbrica, el suport ha de realitzar-se mitjançant una peça d'amplada al gruix del mur i resistència adequada, recomanant un dau de formigó.

Per tant, al llarg de la longitud d'entrega s'integren les tensions σ_y existents en el mur per obtenir N_{sd} ; essent $N_{Rd} = A_b \cdot f_{k,v} / \gamma_M$.

Càrregues concentrades

El programa permet realitzar en qualsevol nus o node d'una paret, el peritatge de les tensions verticals com a càrrega concentrada. Per això es defineix el tamany de l'àrea carregada a considerar (b_{ef} y t_{ef}). La dimensió paral·lela al mur d'aquest suport no podrà definir-se com menor de 100 mm. El programa entén que el valor de la dimensió paral·lela al mur es reparteix a parts iguals a l'esquerra i dreta del nus indicat. La dimensió perpendicular al mur podrà ser com a màxim el gruix del mateix; si s'indica una dimensió de valor major que el gruix del mur, el programa ajusta automàticament el valor del cantell eficaç al gruix del mur. Si es selecciona un nus situat sobre una de les cantonades del mur, el programa entén que el valor de l'amplada indicat no es pot disposar a la seva totalitat, eliminant la part de suport que quedaria fora del mur i, per tant, prenent un valor d'ample eficaç de la meitat del valor indicat.

Al llarg de la longitud de suport s'integren les tensions σ_y existents en el mur per obtenir N_{sd} ; essent $N_{Rd} = \xi \cdot b_{ef} \cdot t_{ef} \cdot f_{k,v} / \gamma_M$.

El coeficient ξ és un coeficient d'amplificació de valor entre 1,00 i 1,50 que es calcula d'acord amb l'Annex F del CTE SE-F. Aquí s'ha d'indicar que per murs de Termoargila i murs de fàbrica constituïts per peces del grup 1 (massisses) el seu valor és 1,00.

Després de realitzar la peritació del mur davant de la càrrega concentrada existent, el programa mostrarà informació de l'axial sol·licitant a compressió N_{sd} , l'axial resistent a compressió N_{Rd} i les dimensions del suport considerades, indicant si la comprovació és correcta o no.

Regates i Rebaixos

Les regates i rebaixos definits no es tenen en compte a l'etapa de modelització, càlcul d'esforços i obtenció de tensions. Es consideren en una peritació posterior de la resistència del mur.

Mitjançant la funció corresponent es pot realitzar el peritatge del mur en aquesta zona. Després del peritatge el programa emetrà un missatge en el que indicarà si no és necessari tenir en compte la regata o zona rebaixada (d'acord amb el apartat 4.6.6 de CTE SE-F), ó que la comprovació és correcta ó, pel contrari existeixen errors, en qualsevol cas indicarà les seves característiques.

No es permeten regates horitzontals (o inclinades) si existeix armadura vertical en el mur. Del mateix mode, no es permeten frecs verticals (o inclinades) si existeix armadura de juntes horitzontals en el mur.

D'acord amb la taula 4.8 de CTE SE-F, no serà necessari considerar l'existència de regates o rebaixos verticals a la fàbrica si es compleix:

Espessor del mur (mm)	profunditat màxima (mm)	amplada màxima (mm)
≤ 115	30	100
116 – 175	30	125
176 – 225	30	150
226 – 300	30	175
> 300	30	200

Nota: si el gruix del mur és major o igual que 225 mm i la regata no es perllonga més enllà d'1/3 de l'alçada de la planta, aquesta pot tenir una profunditat de fins 80 mm i una amplada de fins 120 mm.

D'acord amb la taula 4.8 de CTE SE-F, no serà necessari considerar l'existència de regates horitzontals o inclinades a la fàbrica si es compleix:

Gruix del mur (mm)	Profunditat màxima (mm)	
	Longitud il·limitada	Longitud ≤ 1,25 m
≤ 115	0	0
116 – 175	0	15
176 – 225	10	20
226 – 300	15	25
> 300	20	30

Si la regata o rebaix posseeixen una profunditat tal que el gruix residual del mur és menor o igual que 5 cm, es considera que l'esmentada profunditat és excessiva.

En el cas de Norma Espanyola, si hi ha sisme definit, la profunditat de les regates tampoc podrà superar 1/5 del gruix del mur, ni podran deixar un gruix residual de mur menor de 12 cm (ó 14 cm si l'acceleració sísmica de càlcul supera 0,12·g); tot això d'acord amb els articles 4.4.1 i 4.4.2 de la norma sisme resistent NCSE-02.

IMPORTANT: En el cas de regates o rebaixos en murs de peces buides, previ a la realització d'una regata o rebaix es considerarà la distribució dels forats que tingui la peça de base ja que degut a ella es podria produir una pèrdua de secció resistent i/o d'augment de l'excentricitat amb la que s'apliquen les càrregues molt superior a la previsible en el cas de peces massisses (a quan es treballa sota el concepte de "secció bruta").

CÀLCUL I ARMAT DE SABATES DE MURS RESISTENTS

Els murs resistents, independentment del seu material (formigó armat, maó, pedra granit, pedra arenisca, blocs de formigó o d'altres) podrà contar amb una sabata de formigó com fonamentació. L'única diferencia es que si el mur es de formigó, a la sabata es tenen que col·locar les esperes necessàries per ancorar la armadura longitudinal vertical del mur.

La sabata del mur posseeix un sistema de coordenades principals idèntic al del mur: un eix X horitzontal, a la unió entre mur i sabata i contingut en el pla del mur, un eix Y vertical i

contingut al pla del mur i un eix Z horitzontal, perpendicular al pla del mur (complint-se que el producte vectorial de X por Y es Z).

Es calcula en tots els punts de la base del mur els esforços transmesos per l'estructura per unitat de longitud del mur, i en aquest sistema de coordenades. Aquests esforços, més el propi pes de la sabata, ambdues sense majorar (llevat de la norma mexicana, que sí son majorats) s'utilitzen per dimensionar l'ample i cantell de la sabata. Els mateixos esforços, majorats, s'utilitzen per calcular l'armat de la sabata.

També es calcula la resultant de tots els esforços transmesos per l'estructura a la fonamentació (més el pes propi de tota la sabata) per una comprovació de bolcada del mur al voltant del seu eix Z principal.

Es aconsellable introduir valors per les dimensions 'Vuelo X+' y 'Vuelo X-' per augmentar l'àrea de les sabates en les cantonades.

Càlcul de la tensió admissible sobre el terreny

Pel càlcul de la tensió admissible sobre el terreny, s'han de tenir en compte les tensions (en els eixos principals de la sabata) F_y (axial vertical, incloent en pes propi de la sabata), F_z (rasant horitzontal perpendicular al mur) i M_x (moment flector al voltant l'eix horitzontal del mur).

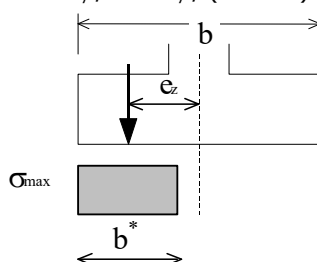
Sigui b' l'ample de la sabata (la dimensió perpendicular al mur). Aquests esforços produeixen una excentricitat e_z respecte a l'eix central de la sabata, que mai pot ser major de $b/2$.

La tensió sota el fonament es considera uniforme i restringida a una part de la sabata (sabata equivalent) de forma que el seu baricentre coincideixi amb la resultant d'accions. És a dir, una amplada

$$b^* = b - 2 \cdot e_z$$

aleshores, la tensió sobre el terreny

$$\sigma = F_y / b^* = F_y / (b - 2 \cdot e_z)$$



que no podrà superar la tensió admissible del terreny.

La tensió màxima admissible podrà definir-se per l'usuari o bé podrà ser calculada pel programa en vers a la càrrega d'enfonsament (calculada segons l'annex F del CTE DB SE-C) dividida pel coeficient de seguretat a l'enfonsament establert en les opcions.

Comprovació a lliscament

Pot, si es desitja, activar la comprovació a lliscament de les sabates a la seva direcció Z (perpendicular al mur).

Aquesta comprovació considera de forma opcional l'empenta passiva. La comprovació es realitza seguint els criteris de la norma seleccionada (CTE DB SE-C, Article "6.3.3.2 Estabilitat" o NBE-AE-88, Article "8.7. Seguretat a l'esllavissament"). El valor 'Profunditat de la part

superior de la sabata sumat al cantell de la sabata permet determinar la profunditat de la base de la sabata, tenint en compte que es menysprearà l'empenta passiva de la capa superior del terreny fins una profunditat d'1 metre en el cas de NBE AE-88, i fins 1/10 de l'esmentada profunditat, però no més de 0,5 metres, en el cas del CTE DB SE-C.

Comprovació a bolcada

Pot, si es desitja, activar la comprovació a bolcada de les sabates; tant al voltant del seu eix X com al voltant del seu eix Z. A cada direcció, a més, es comprova la bolcada en ambdós sentits.

La comprovació a bolcada verifica que el '*Moment de Bolcada M_v* ' és menor que el '*Moment Estabilitzador de bolcada M_e* ', segons l'equació:

$$\frac{M_e}{M_v} \geq 1$$

Per a cada combinació d'accions, produeixen moments de bolcada la component horitzontal de les forces i els moments actuant; mentre que produeixen moments estabilitzadors la component vertical de les forces (incloent el pes propi de la sabata). Per les forces horitzontals, es considera que actuen a una altura de 2/3 del cantell de la sabata respecte a la base de la mateixa.

Als moments de bolcada se'ls aplica el coeficient de seguretat d'accions desestabilitzadores de bolcada (de valor 1,8 en general), mentre que als moments estabilitzadors se'ls aplica el coeficient de seguretat d'accions estabilitzadores de bolcada (de valor 0,9 en general).

Càlcul estructural del fonament

El programa realitza les següents comprovacions en cada una de les sabates: resistència a flexió, a tallant i comprovació de l'adherència. Totes les comprovacions es realitzen en la direcció Z de la sabata (ortogonal al pla del mur), ja que la rigidesa en el seu pla que posseeix el mur resistent impedeix la flexió de la sabata en l'altre direcció. En tot cas, es col·loca una armadura paral·lela al mur de quantia igual a 1/5 de la quantia en la direcció ortogonal però no inferior a la quantia mínima indicada per la norma. Com excepció, si la sabata posseeix volada en la direcció X del mur, també es realitzen les mateixes comprovacions en aquesta direcció.

Es considera un diagrama trapezoïdal de tensions, d'acord amb les tensions màximes sobre el terreny calculades en ambdós extrems de la sabata i majorades.

El cantell de la sabata es predimensiona inicialment en funció del tipus de sabata fixat a les opcions (excepte en el cas de que s'hagi fixat un cantell constant, en aquest cas, aquest serà el cantell de la sabata) i de la màxima volada de la sabata d'acord amb el següent criteri:

- **Sabata flexible:** <1/2 volada, però no més petit de 30 cm.
- **Sabata rígida:** >1/2 volada, però no més petit de 30 cm.
- **Sabata tipus M (Formigó en massa):** El cantell necessari per no superar la resistència a flexotracció del formigó.

També es limita el cantell mínim de la sabata en funció del ancoratge en prolongació recta que necessita l'armadura longitudinal vertical del mur, si aquest es de formigó.

Si la sabata es impossible d'armar segons el tipus especificat, el programa passa automàticament al següent tipus (en l'ordre indicat) per així augmentar el cantell.

Encara que a les opcions d'armat es fixi altre diàmetre mínim major, el diàmetre mínim de l'armadura de la sabata serà de $\varnothing 10mm$ en normativa portuguesa i de $\varnothing 12mm$ a la resta de les normatives.

Sabates de formigó armat

Comprovació a flexió

Es defineix una secció de càlcul, S1, paral·lela al mur i situada a $0,15 \cdot t$ cap a l'interior del mur (si és de formigó) ó $0,25 \cdot t$ (si és d'un altre material), sent t el gruix del mur. El cantell de la secció serà el de la sabata. En aquesta secció es calcula l'armadura a flexió, de forma que no sigui necessària armadura de compressió. La quantia geomètrica mínima d'aquesta armadura serà (Instrucció CÓDIGO ESTRUCTURAL)

- B 400 S y B 400 SD 1,0 ‰
- B 500 S y B 500 SD 0,9 ‰

i estarà constituïda per barres separades no més de 30 cm.

Comprovació a tallant

Es defineix una secció de càlcul, S2, paral·lela al mur i situada a un cantell útil de la vora del mur. En aquesta secció es comprova la tensió tangencial del formigó produïda per el tallant, de forma que no sigui necessària armadura de tallant.

Sabates de formigó en massa

Comprovació a flexió

Es defineix una secció de càlcul, S1, paral·lela al mur i situada a $0,15 \cdot t$ cap a l'interior del mur, sent t el gruix del mur. El cantell de la secció serà el de la sabata. En aquesta secció es comprova que, sota un estat de tensions del formigó plana i lineal, la màxima tensió de tracció del formigó no superi la resistència a flexotracció, $f_{ct,d}$. Es col·loca en tot cas una armadura mínima per evitar fissuracions de quantia igual a la quantia mínima considerant que la sabata té un cantell no major a $\frac{1}{2}$ volada.

Comprovació a tallant

Es defineix una secció de càlcul, S2, paral·lela al mur i situada a un cantell de la vora del mur. En aquesta secció es comprova que la tensió tangencial del formigó produïda per el tallant no superi el valor de $f_{ct,d}$.

CÀLCUL I ARMAT D'ENCEPS I PILOTS

Aquest apartat es refereix al càlcul i armat de fonamentacions profundes mitjançant enceps i pilots i les possibles bigues centradores que els uneixen entre sí o a altres elements de fonamentació.

El programa permet calcular fonamentacions profundes formades per enceps de 1, 2, 3 ó 4 pilots units mitjançant bigues de fonamentació. Aquests pilots poden ser formigonats "in situ" o prefabricats. Els enceps i pilots tenen les següents característiques:

- Tots els pilots d'un encep són iguals, tant per secció, longitud i armat.
- El vol de l'encep, definit com la distància entre l'eix d'un pilot i els paraments de l'encep més pròxims, és igual per a tots els pilots d'un encep.
- Els enceps d'un piloti són sempre quadrats, amb l'eix del piloti situat al centre de l'esmentat quadrat.

- Els enceps de tres pilots són triangles equilàters, amb els eixos dels pilots disposats també en un triangle equilàter.
- Els enceps de quatre pilots són rectangulars, amb els eixos dels pilots disposats també en un rectangle.

Sistema d'eixos. Coordenades

Cadascun dels enceps tenen un sistema d'eixos local [Xl, Yl, Zl], format per un sistema d'eixos paral·lels al sistema d'eixos generals [Xg, Yg, Zg] que passen pel nus.

Es defineix també un sistema d'eixos principal, resultant d'aplicar una rotació sobre els eixos locals de l'encep. El sistema d'eixos principal és l'utilitzat per expressar les dimensions i armadures dels enceps i pilots. Quan no existeix l'angle de rotació entre el sistema d'eixos local i principal, els dos sistemes d'eixos coincideixen.

Conceptes de càlcul

El càlcul d'una fonamentació profunda mitjançant enceps, pilots i bigues de fonamentació engloba els següents aspectes:

- La disposició, nombre, longitud i diàmetre dels pilots ha de dimensionar-se de manera que siguin capaços de transmetre les càrregues de l'estructura al terreny.
- Els pilots han de ser capaços de suportar els esforços als que estan sotmesos. En el cas dels pilots perforats / formigonats "in situ", es calcula l'armat necessari, mentre que en el cas dels pilots prefabricats es comprova l'armat del model elegit.
- Els enceps i bigues de fonamentació han de dimensionar-se i armar-se de manera que resistixin els esforços a que estan sotmesos.

Càrrega admissible dels pilots

Per a calcular la càrrega admissible d'un grup de pilots d'un mateix encep, es calcula prèviament la càrrega d'enfonsament d'un piloti aïllat.

Càrrega d'enfonsament d'un piloti aïllat

La càrrega d'enfonsament es defineix com la màxima càrrega vertical que pot transmetre un piloti aïllat d'unes determinades dimensions al terreny. La transmissió d'aquesta càrrega al terreny pot fer-se per dos mecanismes:

- Per fricció o pilots flotants. La transmissió es realitza mitjançant el fregament entre el terreny (de resistència mitja a baixa) i el fust del piloti.
- Per punta o pilots columna. La transmissió es realitza a la punta del piloti, assentat normalment en un estrat més resistent que en el terreny superior.

Els dos mecanismes no són excluyents. En el programa es defineix aquesta càrrega com enfonsament mitjançant l'expressió

$$Q_h = A_p \cdot r_p + A_f \cdot r_f$$

essent

A_p	Àrea de la punta
r_p	Resistència unitària a la punta
A_f	Àrea del fust
r_f	Resistència unitària en el fust

En el cas d'utilitzar la norma NBE AE-88, els valors de r_p y r_f han de ser establerts per l'usuari en les accions.

En el cas d'utilitzar la norma CTE DB SE-C, els valors de r_p y r_f poden ser establerts per l'usuari en les opcions o bé ser calculats pel programa en base a l'apartat 2.1 de l'Annex F del CTE DB SE-C.

En el LLISTAT D'OPCIONES s'especifica si s'utilitza la resistència en punta i/o per ficció, així com els valors de 'rp' i 'rf' adoptats, que poden variar amb la profunditat.

Càrrega admissible d'un grup de pilots

Per determinar la càrrega admissible d'un grup de pilots, es suma la càrrega d'enfonsament de tots els pilots, afectats per un coeficient de grup i dividit per un factor de seguretat de càrrega admissible (coeficient parcial de seguretat a l'enfonsament):

$$Q_{adm,g} = \frac{F_g}{\gamma_R} \cdot \sum_i Q_{hi}$$

En LLISTAT D'OPCIONES s'especifica el valor d'aquests factors adoptats.

Càlcul dels esforços transmesos a cada piloti

La càrrega admissible dels pilots ha de ser menor que la càrrega transmesa per l'estructura o altres elements.

Per calcular la càrrega transmesa al piloti i, s'utilitza la fórmula de Navier:

$$P_i = \frac{N}{n} + \frac{M_y \cdot x_i}{\sum x_i^2} + \frac{M_x \cdot y_i}{\sum y_i^2}$$

on

N	és la càrrega vertical transmesa per l'encep. Inclou les càrregues verticals transmeses per l'estructura a l'encep més el pes propi de l'encep més piloti i el fregament negatiu transmès al piloti pel terreny
n	és el nombre de pilots d'encep
Mx, My	són els moments, en eixos principals de l'encep, transmesos per l'estructura als pilots, més els moments addicionals introduïts directament en l'encep. No tots els moments transmesos pel pilar a l'encep són transmesos als pilots: una part (definida en el LLISTAT D'OPCIONES) és absorbida per les bigues de fonamentació unides al encep.
xi, yi	són les distàncies al centre de gravetat de l'encep del piloti i en eixos principals de l'encep.

Fregament negatiu

Aquest fenomen es produeix degut a assentaments o consolidacions del terreny, que queda parcialment 'penjat' dels pilots, als que transmet per tant una tensió tangencial.

La càrrega unitària transmesa al piloti per aquest fenomen es calcula mitjançant l'expressió

$$F_{s,neg} = \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot \sigma'_{vi} \cdot K_0 \cdot \text{tg} \delta \approx \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot \sigma'_{vi} \cdot 0,25$$

on

- i cadascuna de les unitats geotècniques (estrats) considerades al llarg del piloti;
- β paràmetre dependent del tipus de terreny (entre 0,25 i 0,80);
- σ'_{vi} tensió efectiva en el punt del fust considerat ($\sigma'_{vi} = \gamma' \cdot z_i$).

Enceps i bigues de fonamentació

Dels moments transmesos per l'estructura a l'encep, un percentatge definible per l'usuari i especificat al LLISTAT D'OPCIONS és transmès a les bigues de fonamentació. En el cas dels enceps d'un sol piloti, la totalitat dels moments és transmesa a les bigues de fonamentació; i si l'encep es de dos pilots, la component del moment paral·lela a la línia que uneix els dos pilots és transmesa a les bigues de fonamentació.

El repartiment del moment entre les bigues de fonamentació que acometen a un encep es realitza en funció de la projecció en la direcció perpendicular del moment de la rigidesa a flexió de la biga de fonamentació ($4 \cdot E \cdot I_z / L$). Es a dir, es realitza un repartiment mitjançant un mètode similar al de Cross.

Càlcul estructural del fonament

Pilots

Els pilots es calculen i armen essencialment com pilars, amb les següents excepcions:

Coefficients addicionals de seguretat

És possible definir els coeficients addicionals de seguretat següents (en el LLISTAT D'OPCIONS s' especifiquen els valors adoptats):

- Un coeficient reductor ($\leq 1,0$) de la resistència del formigó per formigonat vertical.
- Un coeficient de minoració ($\leq 1,0$) de la resistència de l'acer de les armadures. Aquest coeficient serà normalment 1,0 en pilots prefabricats.
- Un coeficient de majoració ($\leq 1,0$) de les càrregues.
- Donada l'inexactitud inherent a la construcció d'un piloti formigonat "in situ", en el programa es defineix un coeficient de reducció de les dimensions de la secció del piloti a efectes resistents.

Excentricitats i guexament

Les excentricitats mínimes i la longitud de guexament es fixen de manera específica (veure el LLISTAT D'OPCIONS). Hem de tenir en conte que les imprecisions de replanteig i inclinació de pilots són molt superiors a les dels pilars. A més, no és possible inspeccionar el piloti una vegada executat.

D'altra banda, el terreny en el que s'introdueix el piloti proporciona una determinada coacció lateral que redueix significativament la longitud de guexament respecte a la d'un pilar d'igual dimensió.

Proximitat d'altres fonamentacions

La proximitat d'altres fonamentacions provoca empentes horitzontals al llarg de part del fust del piloti, el que es tradueix en flexions que s'afegeixen a les procedents de

l'estructura. Per avaluar aquest moment addicional, s'utilitza l'expressió (en el LLISTAT D'OPCIONS s'especifiquen els valors adoptats)

$$M_h = Q_h \cdot k \cdot L / 16$$

on

M _h	és el moment addicional a considerar
Q _h	és la empenta, en Kg/m ó kN/m, transmès per la fonamentació pròxima al pilar
L	és la longitud total del piloti
k	és un factor menor de 1,0 que indica la part de fust del piloti afectada per aquesta empenta.

Esforços deguts al transport i col·locació

Els pilots prefabricats poden patir degut al seu propi pes i com es traslladen i hissen fins la seva posició, moments flectors que es tenen que tenir en conte. Aquests moments no son addicionals, ja que desapareixen una vegada el piloti està situat a la seva posició definitiva. Aquest moment, que només s'aplica als pilots prefabricats, s'avalua segons l'expressió (en el LLISTAT D'OPCIONS s'especifiquen els valors adoptats)

$$M = p \cdot L^2 / x$$

on

p	és el pes propi per metre lineal del piloti
L	és la longitud del piloti
x	és un factor definit per l'usuari

Pilots prefabricats

En el programa es defineix el model de piloti prefabricat a utilitzar en cada cas, per la qual cosa, el que es realitza es una comprovació de l'armat del piloti.

Enceps

S'utilitzen els criteris específics d'enceps de la normativa espanyola de formigó, CÓDIGO ESTRUCTURAL, en el seu article 58 (Elements de Fonamentació). Els únics enceps calculats pel programa son els enceps rígids de cantell constant. Per que un encep pugui considerar-se rígid, ha de complir-se

$$V_{max} \leq 2h$$

essent

V _{max}	el màxim vol dels pilots de l'encep; definit com la distància entre la cara del pilar o suport i l'eix del piloti
h	és el cantell de l' encep, que no serà menor de 40 cm ni del diàmetre dels pilots. També es comprova que aquest cantell permeti l'ancoratge en prolongació recta i compressió de l'armadura longitudinal dels pilots.

A més, la distància entre la cara dels pilots i la de l'encep serà no més de 25 cm ni de ½ del diàmetre dels pilots.

Els enceps rígids es calculen pel mètode de 'bieles' de formigó comprimides i tirants traccionats constituïts per barres d'acer.

Enceps d'un piloti

Els enceps d'un piloti han d'arriostrar-se al menys per dos bigues de fonamentació en dos direccions sensiblement ortogonals. Aquestes bigues són les encarregades d'absorbir els moments transmesos per l'estructura i els derivats per la no coincidència entre l'eix del pilar i el del piloti.

Aquest encep està format per una única biela amb nusos multicomprimits (CCC), que es comproven d'acord amb l'apartat de " càrregues concentrades sobre massissos" d'CÓDIGO ESTRUCTURAL. La comprovació es realitza segons l'expressió

$$N_d \leq A_c \cdot f_{3cd}$$

essent

N_d	l'axil transmès al piloti
A_c	és l'àrea carregada, que és la menor entre les seccions del pilar i el piloti
f_{3cd}	és la resistència a compressió del nus de formigó. En CÓDIGO ESTRUCTURAL ve donada per l'expressió

$$f_{3cd} = \sqrt{\frac{A_c}{A_{c1}}} \cdot f_{cd} \not\geq 3,3 \cdot f_{cd}$$

on

A_{c1}	és la més gran entre l'àrea de la secció del pilar i la del piloti
f_{cd}	és la resistència a compressió del formigó

És necessari disposar d'una armadura horitzontal a les cares superiors i inferiors de l'encep i a les dues direccions on la seva quantia mecànica sigui al menys (a cada cara i direcció)

$$T_d = 0,25 \cdot N_d \cdot \left(\frac{a - a_1}{a} \right) = A_s \cdot f_{ytd}$$

essent

a	la dimensió major entre la de la secció del pilar i la del piloti
a_1	la dimensió menor entre la de la secció del pilar i la del piloti
f_{ytd}	la tensió de tracció del tirant, que es limita respecte a la de l'acer a 400 MPa

Encep de dos pilots

Els enceps de dos pilots han d'arriostrar-se al menys per una biga de fonamentació en una direcció sensiblement ortogonal a la línia que uneix els dos pilots. Aquesta biga es l'encarregada d'absorbir els moments segons l'eix paral·lel a la línia que uneix els pilots transmesos per l'estructura i els derivats per la no coincidència de l'eix del pilar a la línia que uneix els pilots. En tot cas no es permet que la projecció de l'eix del pilar sobre la línia que uneix els pilots quedi exterior a la zona delimitada per els eixos dels pilots.

En general es forma un tirant horitzontal que uneix els eixos dels pilots a la zona inferior de l'encep i dues bieles inclinades que uneixen els pilots al pilar. En casos extrems, en el que degut a un moment de gran magnitud, un dels pilots quedi traccionat, l'esquema de

gelosia format per bieles i tirants és quelcom més complex, amb un tirant a la part superior de l'encep i una biela inclinada en sentit contrari.

En tot cas, sota el pilar es forma un nus multicomprimit (CCC) que es comprova de manera anàloga a l'encep d'un piloti, i sobre els pilots es formen sengles nusos d'unió entre bieles i tirants (CCT).

Els nusos tipus CCT es comproven de manera que el formigó no superi la tensió de compressió f_{2cd} , que a CÓDIGO ESTRUCTURAL és $f_{2cd} = 0,70 \cdot f_{cd}$.

Armadura principal

El programa avalua la tensió T_d a la que està sotmès el tirant (o tirants), amb el que es calcula una armadura que compleixi $T_d < A_s \cdot f_{ytd}$. L'ancoratge d'aquesta armadura es realitza a partir de l'eix dels pilots. En el cas més senzill, en el que l'eix del pilar és equidistant dels eixos dels pilots i es situen en un mateix plànol vertical, aquesta tensió es calcula amb l'expressió

$$T_d = \frac{N_d \cdot (v + 0,25 \cdot a)}{0,85 \cdot d}$$

essent

N_d	l'axil del piloti més sol·licitat
v	el vol dels pilots
a	la dimensió del pilar
d	el cantell útil de l'encep

El o els tirants tenen una amplada igual a l'amplada del piloti més dues vegades la distància entre el fons de l'encep i l'eix de les armadures del tirant.

Armadura secundària

A més de l'armadura del o dels tirants, es col·loca la següent armadura

- L'armadura longitudinal superior i inferior tindrà una quantia no menor de 1/10 de la de la cara oposada, i s'estendrà al llarg de l'encep.
- Un armadura horitzontal i vertical disposada en retícula a les cares laterals. L'armadura vertical, que en el programa s'identifica com armadura transversal, consta de cercles tancats que lliguen l'armadura longitudinal. L'armadura horitzontal, que en el programa s'identifica com armadura de pell, consisteix en cercles tancats que lliguen l'armadura vertical anterior. La quantia d'aquestes armadures, referida a l'àrea de la secció del formigó perpendicular a la seva direcció, és de al menys el 4%. Si l'amplada supera la meitat del cantell, la secció de referència s'agafa amb una amplada igual a la meitat del cantell. La capacitat mecànica total de l'armadura vertical serà no menor de $N_d/4,5$, essent N_d l'axil del càlcul del suport.

Enceps de tres pilots

En general es formen tres tirants horitzontals que uneixen els eixos dels pilots a la zona inferior de l'encep i tres bieles inclinades que uneixen els pilots al pilar. En casos extrems, en els que degut a un moment de gran magnitud, algun dels pilots quedi traccionat, l'esquema de gelosia format per bieles i tirants és quelcom més complex, amb tirants també a la part superior de l'encep i una biela inclinada en sentit contrari.

En tot cas, sota el pilar es forma un nus multicomprimit (CCC) que es comprova de manera anàloga a l'encep d'un piloti, i sobre els pilots es formen nusos d'unió entre bieles i tirants (CCT).

Els nusos tipus CCT es comproven de manera que el formigó no superi la tensió de compressió f_{2cd} , que en CÓDIGO ESTRUCTURAL és $f_{2cd} = 0,70 \cdot f_{cd}$.

Armadura principal

El programa avalua la tensió T_d a la que estan sotmesos els tirants, amb el que es calcula una armadura que compleixi $T_d < A_s \cdot f_{ytd}$. L'ancoratge d'aquesta armadura es realitza a partir de l'eix dels pilots. En el cas més senzill, en el que l'eix del pilar està situat en el baricentre dels pilots, aquesta tensió es calcula amb l'expressió

$$T_d = 0,68 \cdot \frac{N_d}{d} \cdot (0,58 \cdot l - 0,25 \cdot a)$$

essent

N_d	l'axil del piloti més sol·licitat
l	la distància entre eixos de pilots
a	la dimensió del pilar
d	el cantell útil de l'encep

Els tirants conformen unes bandes o faixes situades entre els eixos dels pilots que tinguin una amplada igual a l'amplada del piloti més dues vegades la distància entre el fons de l'encep i l'eix de les armadures del tirant. S'igual a l'armadura dels tres tirants ó bandes, per facilitar l'execució del mateix

Armadura secundària

A més de l'armat dels tirants, es col·loca la següent armadura

- L'armadura longitudinal superior i inferior de les bandes tindrà una quantia no menor de 1/10 de la de la cara oposada, i s'estendrà al llarg de l'encep.
- Una armadura vertical, que en el programa s'identifica com armadura transversal, que consta de cercles tancats que lliguen l'armadura longitudinal de les bandes. La quantia d'aquestes armadures, referida a l'àrea de la secció de formigó de la banda perpendicular a la seva direcció, és d'almenys el 4‰. Si l'amplada supera la meitat del cantell, la secció de referència es pren amb una amplada igual a la meitat del cantell. La capacitat mecànica total d'aquesta armadura (a la direcció vertical) serà no menor de $N_d/4,5$, essent N_d l'axil de càlcul del suport.
- Una armadura horitzontal, que en el programa s'identifica com armadura de pell, consisteix en cercles tancats que recorren perimetralment l'encep i lliguen a l'armadura vertical anterior. La quantia d'aquestes armadures, referida a l'àrea de la secció de formigó perpendicular a la seva direcció, és d'almenys el 4‰. Si l'ample supera la meitat del cantell, la secció de referència s'agafa amb una amplada igual a la meitat del cantell.

Enceps de quatre pilots

En general es formen quatre tirants horitzontals que uneixen els eixos dels pilots a la zona inferior de l'encep i quatre bieles inclinades que uneixen els pilots al pilar. En casos extrems, en els que degut a un moment de gran magnitud, algun dels pilots quedi traccionat, l'esquema de gelosia format per bieles i tirants és quelcom més complex, amb tirants també a la part superior de l'encep i bieles inclinades en sentit contrari.

En tot cas, sota el pilar es forma un nus multicomprimit (CCC) que es comprova de manera anàloga a l'encep d'un piloti, i sobre els pilots es formen nusos d'unió entre bieles i tirants (CCT).

Els nusos tipus CCT es comproven de manera que el formigó no superi la tensió de compressió f_{2cd} , que en CÓDIGO ESTRUCTURAL és $f_{2cd} = 0,70 \cdot f_{cd}$.

Armadura principal

El programa avalua la tensió T_d a la que estan sotmesos els tirants, amb el que es calcula una armadura que compleixi $T_d < A_s \cdot f_y \cdot d$. L'ancoratge d'aquesta armadura es realitza a partir de l'eix dels pilots. En el cas més senzill, en el que l'eix del pilar està situat en el baricentre dels pilots, i l'encep és quadrat, aquesta tensió es calcula amb l'expressió

$$T_d = \frac{N_d}{0,85 \cdot d} \cdot (0,50 \cdot l - 0,25 \cdot a)$$

essent

N_d	l'axil del piloti més sol·licitat
l	la distància entre eixos de pilots
a	la dimensió del pilar
d	el cantell útil de l'encep

Els tirants conformen unes bandes o faixes situades entre els eixos dels pilots que tenen una amplada igual a l'amplada del piloti més dues vegades la distància entre el fons de l'encep i l'eix de les armadures del tirant. S'igual a l'armadura dels quatre tirants o bandes, per facilitar l'execució del mateix.

Armadura secundària

A més de l'armat dels tirants, es col·loca la següent armadura

- L'armadura longitudinal superior i inferior de les bandes tindrà una quantia no menor de 1/10 de la de la cara oposada, i s'estendrà al llarg de l'encep.
- Una armadura horitzontal, entre les bandes, de quantia no menor a 1/4 de la de les bandes.
- Una armadura vertical, que en el programa s'identifica com armadura transversal, que consta de cercles tancats que lliguen l'armadura longitudinal de les bandes. La quantia d'aquestes armadures, referida a l'àrea de la secció de formigó de la banda perpendicular a la seva direcció, és d'almenys del 4%. Si l'ample supera la meitat del cantell, la secció de referència es pren amb un ample igual a la meitat del cantell. La capacitat mecànica total d'aquesta armadura (en la direcció vertical) serà no menor de $N_d/4,5$, essent N_d l'axil del càlcul del suport.
- Una armadura horitzontal, que en el programa s'identifica com armadura de pell, consisteix en cercles tancats que recorren perimetralment l'encep i lliguen a l'armadura vertical anterior. La quantia d'aquestes armadures, referida a l'àrea de la secció de formigó perpendicular a la seva direcció, és d'almenys del 4%. Si l'ample supera la meitat del cantell, la secció de referència es pren amb un ample igual a la meitat del cantell.

Bigues de fonamentació

Les bigues de fonamentació poden unir sabates aïllades, combinades, sabates de murs de soterrani, sabates de murs resistents i encep. Per al seu dimensionament i armat s'utilitzen els criteris exposats a l'apartat "8. Càlcul de la fonamentació" d'aquesta esta memòria, amb les precisions que s'indiquen a continuació en el cas de que la biga de fonamentació estigui unida a un encep.

Les bigues de fonamentació unides a encep, es consideren sempre unides al centre de gravetat de l'encep. La seva armadura longitudinal es constant en tota la seva longitud, e igual en ambdues cares. L'armadura transversal es també constant en tota la seva longitud.

El moment de disseny es el moment transmès per l'encep a la biga, tal com s'ha indicat a l'apartat "Enceps i bigues de fonamentació". El tallant de disseny es el provocat per els moments existents en els extrems de les bigues.

Materials

Els materials (formigó i acer) i els coeficients de seguretat utilitzats en el càlcul dels enceps i pilots són els mateixos que els utilitzats a les sabates i bigues de fonamentació. Com a excepció, els pilots prefabricats tenen els seus propis materials, que poden ser diferents dels de la resta de la fonamentació.

Paràmetres de càlcul del fonament

Veure LLISTAT D'OPCIONS.

COMPROVACIÓ DE BARRES DE FUSTA

El programa realitza la comprovació de les barres de fusta existents en l'estructura segons el CTE DB SE-M **"Codi Tècnic de l'Edificació. Document Bàsic. Seguretat Estructural. Estructures de Fusta"**, que és una transcripció quasi literal de Eurocodi 5 en vigor des del març de 2006 i modificat per darrera vegada l'abril del 2009. A partir d'ara, es referirà a aquest document per **"CTE SE-M"**.

Accions de càlcul

Les accions de càlcul que es tenen en compte pel **Tricalc** per la comprovació de barres de fusta, es combinen segons el CTE DB SE. Veure l'apartat 'COMBINACIÓ D'ACCIONS' d'aquesta memòria.

Càlcul d'esforços

S'utilitza les característiques del material definides en la caixa '*Propietats...*' de cada perfil: mòdul de Young (E), mòdul de tallant (G), coeficient de dilatació tèrmica i densitat.

Estats límit últims (E.L.U.)

El programa obté les sol·licitacions en els nusos de cada barra. A més, i a efecte de la seva comprovació, realitza un estudi en les seccions interiors de cada barra, calculant els valors dels moments flectors, tallants, i força axil de tracció i de compressió.

El programa realitza les següents comprovacions sobre les barres de fusta:

- Comprovació a flexotracció, s'han de complir les següents condicions (amb $k_m = 0,7$ per seccions rectangulars i $k_m = 1,0$ per altres seccions)

$$\begin{aligned} \left(\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} \right) + \left(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} \right) + k_m \left(\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} \right) &\leq 1 \\ \left(\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} \right) + k_m \left(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} \right) + \left(\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} \right) &\leq 1 \end{aligned}$$

- Comprovació a flexocompressió, s'han de complir les següents desigualtats:

$$\begin{aligned} \left(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d} \right)^2 + \left(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} \right) + k_m \left(\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} \right) &\leq 1 \\ \left(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d} \right)^2 + k_m \left(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} \right) + \left(\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} \right) &\leq 1 \end{aligned}$$

- Comprovació a tallant i a torsió uniforme, ha de complir-se la següent condició:

$$\left(\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \frac{\tau_{tor,d}}{k_{forma} \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

En les fórmules anteriors la notació utilitzada es la següent:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_x}{A_x} \quad \text{tensió normal màxima a tracció}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_x}{A_x} \quad \text{tensió normal màxima a compressió}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} \quad \text{tensió normal màxima produïda per un flector } M_y$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} \quad \text{tensió normal màxima produïda per un flector } M_z$$

$$\tau_{v,d} = \sqrt{\left(\frac{V_y}{A_y} \right)^2 + \left(\frac{V_z}{A_z} \right)^2} \quad \text{tensió de tallant màxima produïda per tallants } V_y \text{ y } V_z$$

$$\tau_{tor} = \frac{M_x}{W_x} \quad \text{tensió de tallant màxima produïda per un torsor } M_x$$

$$k_{forma} = 1,20 \text{ per a seccions circulars}$$

$$= \min (1 + 0,15 \cdot h / b; 2,00) \text{ per a seccions rectangulars de costats } b \times h$$

Estat límit de servei (E.L.S.)

El programa calcula la màxima fletxa per la combinació de hipòtesi més desfavorable per totes les barres horitzontals o inclinades. Si la barra és un voladiu, es calcula i es comprova la fletxa en la vora; si la barra és una biga, es calcula la fletxa en el punt més desfavorable, i es compara amb el valor 1/XXX, on XXX és un valor definit per l'usuari en les opcions de comprovació. El càlcul, al realitzar-se en l'Estat límit de servei, es realitza sense majoració de càrregues.

Pel càlcul de les fletxes de les barres de fusta, el programa té en compte els següents aspectes:

- Deformació inicial deguda a una acció (w_{ini}): Es calcula utilitzant els valors mitjans dels coeficients de deformació.
- Deformació final deguda a una acció (w_{fin}): Es calcula en funció de la fletxa inicial a partir de la fórmula:

$$w_{fin} = w_{ini} (1 + \Psi_2 k_{def})$$

A on, k_{def} es defineix en funció de la classe de servei i del tipus de fusta i Ψ_2 és el corresponent factor de combinació de càrrega. En el cas de la combinació quasipermanent, cada terme sols es multiplicarà una vegada pel factor Ψ_2 .

Limitació de les fletxes

El programa permet obtenir i limitar la fletxa instantània de les sobrecàrregues, la fletxa activa total i la fletxa total: les dues primeres amb les combinacions característiques i la tercera amb les quasipermanents. (Veure LLISTAT D'OPCIONS)

Estabilitat de les peces: Guerxament per flexió i compressió combinades

El programa calcula el guerxament de totes les barres de l'estructura segons els dos plànols principals de la secció.

Es defineix com Longitud de Guerxament d'una barra al producte de la seva longitud real per un coeficient β anomenat factor de guerxament β , mitjançant l'expressió

$$lp = \beta \cdot l$$

on β és el factor de guerxament.

El factor de guerxament β d'una barra, en un plànol determinat, està determinat pel grau d'encastament que la barra posseeixi en els seus dos extrems, superior i inferior, esquerra i dreta, grau que es determina en funció dels valors dels factors d'encastament k_1 i k_2 , a cada extrem de la barra. Per la seva determinació, el programa considera l'estructura com traslacional o intraslacional, segons l'opció definida per l'usuari en la caixa d'opcions de comprovació.

Si una barra té les seves unions en el nus com articulacions, el programa determina un valor de β en els dos plànols de comprovació igual a la unitat.

Per l'obtenció del *Factor d'Encastament* en un plànol principal de l'estructura, d'un extrem d'una barra qualsevol de l'estructura, el programa avalua els factors de repartiment de les diferents barres que escometen al nus i que estiguin rígidament unides al nus, de la forma:

$$K = \frac{\sum (I_v / L_v)}{\sum (I / L)}$$

on,

K	És el factor d'encastament.
I_v / L_v	És el quocient entre l'inèrcia i la longitud de totes les bigues que escometen rígidament al nus.
I / L	És el quocient entre l'inèrcia i la longitud de totes les barres que escometen rígidament al nus.

El factor de Guerxament β en cadascun dels plànols principals de l'estructura, per una barra amb factors d'encastament K_2 (superior) i K_1 (inferior) és:

- Estructures Traslacionals

$$\beta = \sqrt{\frac{(1.6 + 2.4 \cdot (K_1 + K_2) + 1.1 \cdot K_1 \cdot K_2)}{K_1 + K_2 + 5.5 \cdot K_1 \cdot K_2}}$$

- Estructures Intraslacionals

$$\beta = \frac{3 - 1.6 \cdot (K_1 + K_2) + 0.84 \cdot K_1 \cdot K_2}{3 - (K_1 + K_2) + 0.28 \cdot K_1 \cdot K_2}$$

La condició de *Traslacionalitat* o *Intraslacionalitat* ha de ser fixada per l'usuari, avaluant l'estructura que es vol comprovar. La situació real de l'estructura és, a vegades, difícil d'avaluar, trobant-se l'estructura en una situació intermitja. Poden assignar-se particularment aquesta opció a barres o grups de barres.

L'usuari pot assignar manualment els coeficients de guexament que consideri oportú, mitjançant l'assignació d'opcions particulars de comprovació a cada barra, cota o pòrtic, de la mateixa forma que s'assignen les opcions de predimensionat. Si s'utilitzen les opcions de comprovació generals de totes les barres es poden agrupar els valors dels coeficients β en els grups: bigues, pilars i diagonals (veure *Opcions de Comprovació*).

Un cop determinat el factor d'encastament, el programa calcula l'esveltesa simple de la barra. Es defineix com *Esveltesa Simple* d'una barra el quocient entre la longitud de guexament i el radi de gir en la direcció considerada. El programa considera l'esveltesa en els dos plànols principals de cada barra, existint una opció per deshabilitar la comprovació en algun dels plànols. Si s'habilita la comprovació en els dos plànols, l'esveltesa resultant de la barra serà la corresponent al radi de gir mínim.

El programa permet definir uns límits de l'esveltesa de cada barra.

Quan l'esveltesa d'una barra supera aquests valors, el programa ho fa notar en el llistat de comprovació de seccions de fusta. El programa no considera cap tipus de reducció en aquests valors per l'actuació de càrregues dinàmiques sobre l'estructura. El programa no realitza cap comprovació amb peces compostes.

En el cas d'haver definit nusos interiors en barres, el programa no interpreta que es tracti d'una mateixa barra amb nusos interiors, per tant no prendrà com a longitud de guexament la corresponent a la barra completa sinó a la barra definida entre dos nusos. L'usuari haurà de comprovar l'efecte de guexament al considerar la longitud de guexament de tota la barra amb els esforços més desfavorables.

El programa permet definir per cada tipus de barra (bigues, pilars o diagonals) o cada barra individual i en cadascun dels seus eixos principals independentment, si es desitja realitzar la comprovació de guexament, es desitja considerar l'estructura traslacional, intraslacional o es desitja fixar el seu factor de longitud de guexament β (factor que al multiplicar per la longitud de la barra s'obté la longitud de guexament).

Si es deshabilita la comprovació de guexament en un determinat plànol de guexament d'una barra, es considerarà que el factor de guexament β en aquest plànol és 1,0 i no es realitzen les comprovacions relatives al guexament de la normativa. El factor de guexament d'una barra serà el major dels factors de guexament corresponents als dos plànols principals de la barra.

Pel consideració del factor de longitud de guexament β d'una barra (quan aquest no es fixat per l'usuari), el programa considera que el valor de K (factor de encastament) és:

1,0	Encastament total. En l'extrem de la barra en la qual existeixi un encastament total, un mur de soterrani o un ressort. D'aquesta manera, una barra amb aquesta consideració en ambdós extrems tindrà una longitud de guexament igual a 0,5 vegades la seva longitud si és intraslacional o 1,0 vegades la seva longitud si és traslacional.
0,75	En l'extrem de la barra en la qual existeixi un forjat reticular o una llosa massissa de forjat. D'aquesta forma, una barra amb aquesta consideració en ambdós extrems tindrà longitud de guexament igual a $\approx 0,64$ vegades la seva longitud si és intraslacional o $\approx 1,12$ vegades la seva longitud si és traslacional.

0,0

En l'extrem de la barra en la qual existeixi una articulació. D'aquesta manera, una barra amb aquesta consideració en ambdós extrems tindrà una longitud de guexament igual a 1,0 vegades la seva longitud si és intraslacional o $\approx 5,0$ vegades la seva longitud si és traslacional.

Si l'usuari fixa el factor de longitud de guexament β d'una barra, el programa considerarà que per aquella barra l'estructura és traslacional quan β sigui major o igual que 1,0, i intraslacional en cas contrari.

El programa realitza la comprovació de guexament per flexió i compressió combinades i la comprovació a bloc lateral de les bigues en flexocompressió.

Variables que intervenen en el càlcul

Longituds eficaces de guexament:

$$l_{e,y} = \beta_y l ; l_{e,z} = \beta_z l$$

Esvelteses mecàniques:

$$\lambda_y = l_{e,y} / i_y \quad \text{y} \quad \lambda_z = l_{e,z} / i_z$$

Esvelteses relatives:

$$\lambda_{rel,y} = (\lambda_y / \pi) \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,k})} ; \lambda_{rel,z} = (\lambda_z / \pi) \sqrt{(f_{c,0,k} / E_{0,k})}$$

Comprovació de guexament per flexo-compressió

Si $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ i $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ aleshores es realitza la comprovació habitual a compressió o flexocompressió, segons correspongui. Cas contrari les expressions habituals es substitueixen per aquestes altres:

$$\begin{aligned} & (\sigma_{c,0,d} / (f_{c,0,d} k_{c,y})) + (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + k_m (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) \leq 1 \\ & (\sigma_{c,0,d} / (f_{c,0,d} k_{c,z})) + k_m (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) \leq 1 \end{aligned}$$

essent

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$$

$$k_y = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2)$$

$$k_z = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2)$$

i $\beta_c = 0,2$ per fusta massissa ó $\beta_c = 0,1$ per fusta laminada i microlaminada.

Estabilitat de les peces: Bolcada lateral de bigues

Es considera la bolcada lateral de bigues amb flexió respecte de l'eix de major inèrcia, que serà l'eix i per conveni.

Variables que intervenen en el càlcul

Esveltesa relativa a flexió:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}}$$

Tensió crítica de flexió:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,k} I_z G I_{tor}}}{l_{ef} W_y}$$

on I_{tor} és el mòdul de torsió uniforme i W_y és el mòdul resistent respecte de l'eix fort.

Longitud eficaç de bloc lateral:

$$l_{ef} = \beta_v l$$

El factor β_v s'obté en funció de les condicions de càrrega

Comprovació de la bolcada lateral en flexo-compensió

Quan actua un moment flector $M_{y,d}$ (respecte de l'eix fort) junt amb un esforç axil de compressió, s'ha de comprovar la següent condició:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} \right) \leq 1$$

on k_{crit} s'obté a partir de les següents expressions:

$$\begin{aligned} k_{crit} &= 1 && \text{per } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ k_{crit} &= 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} && \text{per } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ k_{crit} &= 1/\lambda_{rel,m}^2 && \text{per } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{aligned}$$

Classes resistents de fusta

Les classes resistents de fusta poden ser de: espècies de coníferes i pollancre, espècies de frondoses, fusta laminada encolada homogènia i fusta laminada encolada combinada.

Fusta aserrada. Espècies de coníferes i pollancre

Per aquest tipus de fusta en CTE SE-F es consideren les classes: C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 i C50. En la taula adjunta es relaciona cada classe resistent amb les seves característiques i resistències.

Propiedades Características		Clase resistente					
		C14	C16	C18	C20	C22	C24
Resistencia (MPa)	a Flexión	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22
	a Tracción paralela	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13
	a Tracción perpendicular	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	a Compresión paralela	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20
	a Compresión perpendicular	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4
	a Cortante	$f_{v,k}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8
Módulo de Rigidez (GPa)	Longitudinal paralelo medio	$E_{0,medio}$	7	8	9	9,5	10
	Longitudinal paralelo 5%	$E_{0,k}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7
	Long. perpendicular medio	$E_{90,medio}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33
	Transversal medio	G_{medio}	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63
Densidad (Kg/m3)	Característica	ρ_k	290	310	320	330	340
	Media	ρ_{media}	350	370	380	390	410

Propiedades Características		Clase resistente					
		C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistencia (MPa) a Flexión a Tracción paralela a Tracción perpendicular a Compresión paralela a Compresión perpendicular a Cortante	$f_{m,k}$	27	30	35	40	45	50
	$f_{t,0,k}$	16	18	21	24	27	30
	$f_{t,90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	$f_{c,0,k}$	22	23	25	26	27	29
	$f_{c,90,k}$	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
	$f_{v,k}$	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Módulo de Rigidez (GPa) Longitudinal paralelo medio Longitudinal paralelo 5% Long. perpendicular medio Transversal medio	$E_{0,medio}$	11,5	12	13	14	15	16
	$E_{0,k}$	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7
	$E_{90,medio}$	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
	G_{medio}	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Densidad (Kg/m³) Característica Media	ρ_k	370	380	400	420	440	460
	ρ_{media}	450	460	480	500	520	550

Fusta aserrada. Espècies de frondoses

Per aquest tipus de fusta en CTE SE-F es consideren les classes: D30, D35, D40, D50, D60 i D70. En la taula adjunta es relaciona cada classe resistent amb les seves característiques i resistències.

Propiedades		Clases resistentes							
		D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Resistencia característica (MPa) a Flexión a Tracción paralela a Tracción perpendicular a Compresión paralela a Compresión perpendicular a Cortante	$f_{m,k}$	18	24	30	35	40	50	60	70
	$f_{t,0,k}$	11	14	18	21	24	30	36	42
	$f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	$f_{c,0,k}$	18	21	23	25	26	29	32	34
	$f_{c,90,k}$	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
	$f_{v,k}$	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
Módulo de Rigidez (GPa) Longitudinal paralelo medio Longitudinal paralelo 5% Long. perpendicular medio Transversal medio	$E_{0,medio}$	10	11	12	12	13	14	17	20
	$E_{0,k}$	8,4	9,2	10,1	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
	$E_{90,medio}$	0,67	0,73	0,80	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
	G_{medio}	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
Densidad (Kg/m³) Característica Media	ρ_k	500	520	530	540	550	620	700	900
	ρ_{media}	610	630	640	650	660	730	840	1080

Fusta laminada encolades homogènia

Per aquest tipus de fusta es consideren les classes: GL24h, GL28h, GL32h i GL36h. A la taula adjunta es relaciona cada classe resistent amb les seves característiques i resistències.

Propiedades		Clases resistentes			
		GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
Resistencia característica (MPa)					
a Flexión	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
a Tracción paralela	$f_{t,0,g,k}$	16,5	19,5	22,5	26
a Tracción perpendicular	$f_{t,90,g,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
a Compresión paralela	$f_{c,0,g,k}$	24	26,5	29	31
a Compresión perpendicular	$f_{c,90,g,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
a Cortante	$f_{v,g,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
Módulo de Rigidez (GPa)					
Longitudinal paralelo medio	$E_{0,g,medio}$	11,6	12,6	13,7	14,7
Longitudinal paralelo 5%	$E_{0,g,k}$	9,4	10,2	11,1	11,9
Long. perpendicular medio	$E_{90,g,medio}$	0,39	0,42	0,46	0,49
Transversal medio	$G_{g,medio}$	0,72	0,78	0,85	0,91
Densidad (Kg/m³)					
Característica	$\rho_{g,k}$	380	410	430	450
Media	ρ_{media}	---	---	---	---

Fusta laminada encolada combinada

Per aquest tipus de fusta es consideren les classes: GL24c, GL28c, GL32c i GL36c. En la taula adjunta es relaciona cada classe resistent amb les seves característiques i resistències.

Propiedades		Clases resistentes			
		GL24c	GL28c	GL32c	GL36c
Resistencia característica (MPa)					
a Flexión	$f_{m,g,k}$	24	28	32	36
a Tracción paralela	$f_{t,0,g,k}$	14	16,5	19,5	22,5
a Tracción perpendicular	$f_{t,90,g,k}$	0,35	0,4	0,45	0,5
a Compresión paralela	$f_{c,0,g,k}$	21	24	26,5	29
a Compresión perpendicular	$f_{c,90,g,k}$	2,4	2,7	3,0	3,3
a Cortante	$f_{v,g,k}$	2,2	2,7	3,2	3,8
Módulo de Rigidez (GPa)					
Longitudinal paralelo medio	$E_{0,g,medio}$	11,6	12,6	13,7	14,7
Longitudinal paralelo 5%	$E_{0,g,k}$	9,4	10,2	11,1	11,9
Long. perpendicular medio	$E_{90,g,medio}$	0,32	0,39	0,42	0,46
Transversal medio	$G_{g,medio}$	0,59	0,72	0,78	0,85
Densidad (Kg/m³)					
Característica	$\rho_{g,k}$	350	380	410	430
Media	ρ_{media}	---	---	---	---

Valors de càlcul de les propietats del material

Com a propietats del material es prenen els valors característics del mateix obtinguts a partir de les taules de les diferents classes.

Modificació de la resistència segons la classe de servei i la durada de la càrrega

S'aplica un factor k_{mod} que modifica el valor característic X_k de la seva resistència de la següent forma:

$$X_d = k_{mod} k_h k_c \frac{X_k}{\gamma_M}$$

El valor de k_{mod} depèn de la classe de servei i de la durada de les càrregues que intervenen en la corresponent combinació d'accions.

Modificació per geometria i segons la classe de fusta

Es defineix el factor d'alçada k_h que es pot aplicar a $f_{m,k}$ i $f_{t,0,k}$

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{a}{h} \right)^s, k_{h0} \right\} \text{ amb } h < a$$

on h és el cantell a flexió de la peça o la major dimensió de la secció en tracció (en mm), aplicable quan $h < a$. La resta de constants prenen els valors:

Típus de Fusta	a	s	k_{h0}
Massís	150	0,2	1,30
Laminada	600	0,1	1,10
Microlaminada	300	(1)	1,20

(1) a proporcionar pel fabricant d'acord a la norma UNE EN 14374.

En el programa **Tricalc**, els valors d' a , s y k_{h0} són definibles per l'usuari en les opcions de comprovació de fusta.

Factor de càrrega compartida (k_c)

Pot modificar els valors de $f_{m,k}$, $f_{c,0,k}$ i $f_{t,0,k}$ de la fusta massissa amb un valor $k_c = 1,1$ en EC-5 (i de la fusta microlaminada amb un valor entre 1 i 1,2 en CTE SE-M) que tingui en compte la possible redistribució de càrregues entre elements, cas de no realitzar-se un anàlisi més precís.

Coefficient parcial de seguretat (γ_M)

Veure el LLISTAT D'OPCIONS.

Barres d'inèrcia variable

El programa permet definir barres de fusta d'inèrcia variable, amb seccions rectangulars i en I, realitzant-se en general les mateixes comprovacions que a barres de secció constant encara que tenint en conte la secció existent a cada punt de la barra.

En el cas de seccions rectangulars i fusta laminada, es contemplen les comprovacions addicionals definides en l'article **6.4.2 Bigues de cantell variable i cares sense canvi de pendent** de CTE SE-M; encara que generalitzant-se per contemplar l'existència simultània de flexió més axial.

És possible definir si les làmines de la barra estan disposades paral·leles a la directriu de la barra (que és el cas més habitual) o paral·lels al costat inclinat de la biga d'inèrcia variable. També és possible definir si l'extrem de major secció de la barra correspon amb una 'zona de vèrtex', en qualsevol cas també es respecten les indicacions al respecte de l'article **6.4.3 Biga a dos aigües o amb canvi de pendent en una de les cares** de CTE SE-M.

Barres corbes o amb intradós corb

És possible definir que una barra es comprovi considerant-la com de directriu corba o d'inèrcia variable amb intradós corb. Si la fusta utilitzada és laminada, es respectarà llavors les prescripcions de l'article **6.4.4 Bigues amb parets del seu traçat corbes** de CTE SE-M.

La curvatura sempre es produirà en el plànol $X_p^{\wedge}Y_p$ de la barra.

FORJATS DE XAPA

Introducció

El programa Tricalc 15 permet la definició, càlcul, armat i dibuix de plànols de forjats de xapa d'acer més llosa superior de formigó, ja sigui aquesta xapa utilitzada només als efectes d'emmotllat perdut o com a col·laborant en flexió positiva, podent tenir o no en aquests cas armadures addicionals.

L'estructura portant destinada a suportar els forjats de xapa pot ser de diferent naturalesa: metàl·lica, formigó o obra de fàbrica.

En cap cas el programa comprova el sistema de forjat de xapa combinat amb el càlcul de l'estructura metàl·lica de suport com biga mixta amb connexió llosa-biga de suport mitjançant pernos connectors (formigó treballant a compressió a la part superior i acer treballant a tracció a la part inferior).

Tipologies de forjats de xapa

Tricalc 15 permet calcular forjats de xapa de les següents tipologies:

- Xapa només com a emmotllat perdut

Quan la xapa funciona com a emmotllat perdut, la seva funció simplement és la de retenir el formigó fins el seu enduriment, no absorbint esforços una vegada hagi endurit la llosa.

En aquest cas, la xapa és llisa, perquè quan el forjat entri en càrrega i la llosa es deformi, els dos materials lliscaran entre si sense que existeixi mútua col·laboració.

- Xapa col·laborant resistent sense armadura

Quan la xapa forma un únic element estructural amb la llosa de formigó per resistir les sol·licitacions existents, aportant resistència a tracció. En una primera fase (fins l'enduriment del formigó) actua com a emmotllat perdut.

En aquest tipus de forjats la xapa actua com armadura a flexió no precisant altres armadures addicionals. La xapa ha de contar per tant amb una sèrie de deformacions, en talladures o protuberàncies que garantitzin que la xapa i el formigó no llisquin entre si al entrar al forjat en càrrega.

- Xapa col·laborant resistent amb armadures addicionals

Bàsicament és el mateix tipus que el descrit anteriorment només que la xapa treballant a flexió precisa d'armadures de flexió complementaries per resistir els esforços existents, per ser ella mateixa insuficient.

En qualsevol dels casos sempre existirà armadures de negatius en els suports en cas de llosa continua i en els voladissos.

Criteris de càlcul

El programa utilitza la norma europea Eurocodi 4 (EN 1994-1-1:2004): "Projecte d'estructures mixtes de formigó i acer", com a Espanya no existeix cap norma específica per estructures mixtes (no entren en el camp d'aplicació d'CÓDIGO ESTRUCTURAL ni del CTE).

Però les combinacions d'accions es realitzen sempre amb la normativa seleccionada (de formigó pel forjat en el seu conjunt, d'acer per la planxa com a encofrat).

Xapes com a emmotllat: fase d'execució

S'usarà un anàlisi elàstic pel càlcul d'esforços, considerant cada vano per separat com birecolçat. Si es necessiten suports intermitjos la xapa es considera una biga continua suportada també en aquests suports intermitjos. Es consideraran exclusivament les càrregues introduïdes com a càrregues en fase d'execució.

Les combinacions de càrregues utilitzades són les indicades per la normativa d'acer seleccionada. Tingui això en compte amb normatives (com l'espanyola) en els que no s'utilitza les mateixes combinacions en acer que en formigó.

Forjat de llosa mixta: fase d'explotació

Si la xapa s'utilitza com armadura de positius a la fase d'explotació, la secció resistent és mixta: intervé tant el formigó vessat en obra com la xapa d'acer laminat.

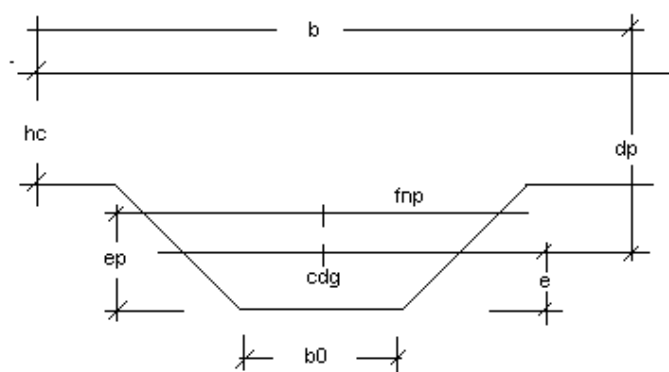
Pel càlcul i l'armat dels moments negatius no es considera la contribució de la xapa d'acer. Tampoc es considera aquesta contribució quan la xapa s'utilitza només com encofrat o és insuficient per resistir els moments positius com armadura de la llosa mixta.

Les càrregues que intervenen són totes les existents en el forjat (però no les introduïdes com càrregues en fase d'execució). El càlcul d'esforços es realitza per mètodes isostàtics, elàstics, plàstics o plàstics amb redistribució limitada, en funció de l'indicat a les opcions de càlcul de forjats unidireccionals i de xapa. Les combinacions de càrregues utilitzades són les indicades per la normativa de formigó seleccionada.

Comprovació de seccions

Secció de referència

Com a secció de càlcul s'utilitza la següent geometria (simplificada) de la secció:



on

b	distància entre nervis
b_0	amplada mínima del nervi
hc	canto de la llosa sobre la xapa

dp	distància entre la cara superior de la llosa i el centre de gravetat de la secció de xapa d'acer
ep	distància de la fibra neutra plàstica de la secció de xapa d'acer a la seva cara inferior.
e	distància del centre de gravetat de la secció de xapa d'acer a la seva cara inferior.
$h = dp + e$	canto total de la llosa

Flexió de la xapa com encofrat

Es comprova en règim elàstic.

Eurocodi

Per l'Eurocodi 4, l'expressió a comprovar és (flexió simple):

$$M_d \leq M_{p,Rd} = \frac{W_{pel} f_{yp}}{\gamma_{ap}}$$

on

M_d	és el moment de disseny majorat
$M_{p,Rd}$	és el moment resistent
W_{pel}	moment resistent elàstic de la xapa d'acer
f_{yp}	límit elàstic de l'acer
γ_{ap}	coeficient de minoració de l'acer

Moments positius sense armadura

Eurocodi

En Eurocodi 4 es distingeixen dues situacions, en funció de la posició de la fibra neutre.

Fibra neutre per sobre de la xapa

S'utilitzen les següents expressions:

$$M_d \leq M_{p,Rd} = N_{cf} (d_p - x/2)$$

$$N_{cf} = \frac{A_p f_{yp}}{\gamma_{ap}}$$

$$x = \frac{N_{cf}}{b \left(0.85 \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \right)}$$

essent

A_p	l'àrea de la xapa metàl·lica
x	profunditat de la fibra neutre mesurada des de la cara superior de la llosa.

Fibra neutre dintre de la xapa

Es menysprea el formigó situat al nervi, utilitzant-se les següents expressions:

$$M_d \leq M_{p.Rd} = N_{cf} z + M_{pr}$$

$$z = h - \frac{h_c}{2} - e_p + (e_p - e) \frac{N_{cf}}{A_p (f_{yp} / \gamma_{ap})}$$

$$M_{pr} = 1.25 \frac{W_{pa} f_{yp}}{\gamma_{ap}} \left(1 - \frac{N_{cf}}{A_p (f_{yp} / \gamma_{ap})} \right) \leq \frac{W_{pa} f_{yp}}{\gamma_{ap}}$$

$$N_{cf} = h_c b (0.85 f_{ck} / \gamma_c)$$

essent

W_{pa}

el moment resistent plàstic de la xapa d'acer. Aquests calculat pel programa en funció de la geometria de la xapa.

Moments positius amb armadura

Es menysprea la col·laboració de la xapa, calculant-se com una llosa unidireccional armada de canto h , a la forma habitual (sense considerar que la secció es mixta)

L'armadura resultant ha de respectar consideracions de quanties mínimes i màximes i de separacions entre rodons especificades a la norma de formigó seleccionada (CÓDIGO ESTRUCTURAL, EHE o EH-91 per norma espanyola, REBAP per norma Portuguesa, etc...)

Per consideracions constructives, l'armat es situa en tots els senos de la xapa, de forma que el número de rodons per xapa és múltiple del seu número de senos.

Eurocodi

S'utilitzen expressió habitual a Eurocodi 2.

$$M_d \leq M_{p.Rd} = \frac{A_s f_{ys}}{\gamma_s} \left(d - \frac{x}{2} \right)$$

$$x = \frac{A_s (f_{ys} / \gamma_s)}{0.85 (f_{ck} / \gamma_c) b_1}$$

essent,

A_s	àrea d'armadura a tracció
d	distància de l'armadura a la cara superior de la llosa
b_1	amplada de la llosa compressió

Moments negatius

Es menysprea la col·laboració de la xapa. De la secció de formigó, només si te en conte a una secció rectangular d'ample l'ample inferior dels nervis (b_o a la nomenclatura de Eurocodi, B_b a la nomenclatura d'ASCE) i el canto total de la llosa mixta.

Eurocodi

S'utilitza l'expressió habitual a Eurocodi 2.

$$M_d \leq M_{p.Rd} = \frac{A_s f_{ys}}{\gamma_s} \left(d - \frac{x}{2} \right)$$

$$x = \frac{A_s (f_{ys}/\gamma_s)}{0.85 (f_{ck}/\gamma_c) b_0}$$

essent

d la distància de l'armadura a la cara inferior de la xapa
 b_0 l'ample inferior dels nervis de la xapa

Esforç rasant

S'ha de comprovar que el rasant entre la xapa d'acer i el formigó vessat en obra no supera la resistència proporcionada per les protuberàncies existents a tal efecte a la xapa.

Eurocodi

El tallant vertical màxim, V , ha de complir

$$V \leq V_{I.Rd} = b \cdot d_p \cdot \left[\frac{m \cdot A_p}{b \cdot L_s} + k \right] \cdot \frac{1}{\gamma_{vs}}$$

on

L_s és la llum del tallant, que en el cas de càrregues contínues és igual $L/4$ (essent L la llum del vano)
 A_p és l'àrea de la xapa.
 γ_{vs} és el coeficient de minoració, que es prendrà igual a 1,25 en aquests cas.

Fissuració

La xapa nervada d'acer impedeix l'aparició de fissures visibles a la cara inferior del forjat. A la cara superior, a moments negatius, el forjat es comporta com qualsevol altre forjat de formigó, realitzant-se les mateixes comprovacions de fissuració en aquells.

Fletxa

A la fase d'execució, la fletxa produïda per les càrregues d'execució (el pes propi de la xapa més el formigó fresc més altres càrregues a la fase d'execució) es calcularà tenint en compte només la xapa d'acer, suportada a les bigues i als suports intermitjos. Es calcularà per tant d'acord amb la normativa d'acer fixada. Aquestes fletxes no han de superar uns determinats valors que es puguin fixar el programa. Per exemple, la norma americana ASCE estableix que les fletxes, en fase d'execució, no han de superar el major dels següents valors.

- $L/180$
- 20 mm

A la fase d'explotació, la fletxa de calcular amb la secció homogeneïtzada i tenint en compte la fissuració produïda al formigó, de forma equivalent a com es realitza a la resta de forjats de formigó. Si la xapa actua només com encofrat perdut, no intervé tampoc al càlcul de la fletxa en fase d'explotació.

RESISTÈNCIA AL FOC DE L'ESTRUCTURA

El CTE DB SI és el Document Bàsic de Seguretat en cas d'Incendi del Codi Tècnic de l'Edificació. Substitueix a la norma NBE CPI. A efectes del programa **Tricalc**, només té interès la secció 6 (Resistència al foc de l'estructura) i els annexos corresponents als diferents materials estructurals.

Vegi l'Informe de COMPROVACIÓ A FOC de l'estructura per a obtenir els paràmetres de càlcul de la resistència al foc utilitzats.

Generalitats

Un incendi en un edifici afecta a la seva estructura de dues maneres diferents:

- Es modifica de manera important la capacitat mecànica dels elements estructurals.
- Apareixen accions indirectes que donen lloc a tensions que es sumen a les degudes a altres accions.

Al programa, d'acord amb aquest DB, s'utilitzen únicament mètodes simplificats que només recullen l'estudi de la resistència al foc dels elements estructurals individuals davant la corba normalitzada temps / temperatura.

Amb els mètodes simplificats indicats en aquesta memòria no és necessari tenir en compte les accions indirectes derivades de l'incendi. És a dir, amb el mètode simplificat proposat en aquest DB, l'incendi no suposa una modificació dels esforços de disseny sinó una reducció de la capacitat resistent, sent suficient comprovar que dita pèrdua permet a l'element resistir el temps necessari sense que es col·lapsi.

Determinació dels efectes de les accions durant l'incendi

D'acord amb l'article 5 d'aquesta secció 6 del CTE DB SI (i l'article 3.1 de l'Annex 6 de l'CÓDIGO ESTRUCTURAL), es pot apreciar l'efecte de les accions de càlcul en situació d'incendi a partir de l'efecte de les accions de càlcul a temperatura normal, com:

$$E_{fi,d} = \eta_{fi} \cdot E_d$$

Sent

E_d	és l'efecte de les accions a temperatura normal d'acord amb les situacions persistents o transitòries (apartat 4.2.2 del CTE DB SE);
$E_{fi,d}$	és l'efecte de les accions en situació d'incendi;
η_{fi}	factor de reducció o nivell de càrrega en situació d'incendi.

A **Tricalc**, η_{fi} es defineix en les opcions de comprovació a foc (veure l'Informe de COMPROVACIÓ A FOC). Com a simplificació, en els Eurocodis (dels que aquest DB SI no deixa de ser una adaptació) s'indica que pot usar-se el valor $\eta_{fi} = 0,65$, excepte per a àrees d'emmagatzemament, on es recomana un valor de 0,7. En el cas de l'CÓDIGO ESTRUCTURAL, s'indiquen com a valors simplificats $\eta_{fi} = 0,6$ en casos normals y $\eta_{fi} = 0,7$ per a àrees d'emmagatzemament.

Determinació de la resistència al foc

Els valors dels coeficients de minoració del material en situació d'incendi s'han de prendre com

$$\gamma_{M,fi} = 1$$

En la utilització d'algunes taules d'especificacions de formigó i acer es considera el coeficient de sobredimensionat μ_{fi} , definit com:

$$\mu_{fi} = E_{fi,d} / R_{fi,d,0}$$

Sent

$R_{fi,d,0}$ resistència de l'element estructural en situació d'incendi en l'instant inicial $t=0$, a temperatura normal.

A **Tricalc**, el valor de μ_{fi} es calcula com

- En el cas de formigó armat, serà un valor definit en les opcions de comprovació a foc (veure l'Informe de COMPROVACIÓ A FOC).
- En el cas de l'acer, s'utilitza l'expressió general de μ_{fi} , sent llavors igual al coeficient d'aprofitament obtingut segons CTE DB SE-A per als esforços $E_{fi,d}$.

Resistència al foc dels elements de formigó armat

L'Annex C d'aquest DB és molt similar a l'Annex 6 de l'CÓDIGO ESTRUCTURAL, pel qual aquest apartat és d'aplicació a ambdós annexos.

El mètode simplificat establert en aquest DB consisteix en comprovar que les dimensions de les peces i els recobriments de l'armadura proporcionen la resistència al foc requerida. En tot cas també s'hauran de respectar les dimensions mínimes i recobriments mínims establerts en l'CÓDIGO ESTRUCTURAL, que poden ser més exigents. S'ha de tenir en compte, a més, que els aïllaments davant el foc es comporten com un determinat recobriments addicional de formigó equivalent a l'hora de calcular la resistència al foc de l'element, però no sempre es consideren a l'hora de comprovar la durabilitat de l'element davant la corrosió.

Es defineix com a distància equivalent a l'eix de les armadures, **a_m** , a efectes de resistència al foc, al valor:

$$a_m = \frac{\sum [A_{si} \cdot f_{yki} \cdot (a_{si} + \Delta a_{si})]}{\sum A_{si} \cdot f_{yki}}$$

Sent

A_{si} àrea de l'armadura i (passiva o activa);
 a_{si} distància de l'eix de l'armadura i al parament exposat al foc més pròxim, tenint en compte els revestiments contra foc (en la forma indicada més endavant);
 f_{yki} resistència característica de l'acer de l'armadura i;
 Δa_{si} correcció deguda a les diferents temperatures crítiques de l'acer i a les condicions particulars d'exposició al foc. S'estableix en la taula C.1. del CTE DB SI, idèntica a la Taula A.6.5.1 de l'CÓDIGO ESTRUCTURAL (no reproduïda en aquesta memòria).

El valor d' **a_m** es calcula per a les armadures longitudinals següents:

- En suports, per al conjunt de l'armadura longitudinal;
- En bigues i forjats, per a l'armadura longitudinal inferior;
- En murs, per a l'armadura vertical situada a la cara exposada.

Els valors de les taules són vàlids per a formigó amb àrid silici, tot i que en l'articulat s'inclouen factors correctors per a altres tipus d'àrid.

Formigó d'alta resistència

El CTE DB SI no indica res al respecte, però **Tricalc** aplica les especificacions de l'CÓDIGO ESTRUCTURAL, com s'indica a continuació.

D'acord amb l'CÓDIGO ESTRUCTURAL, per a verificar la resistència al foc de formigons de $f_{ck} > 50$ MPa es poden utilitzar les taules descrites a continuació, sumant a les dimensions mínimes de la secció definides en dites taules (b_{min}) el valor donat en la següent taula (sent a_{min} la distància mínima a l'eix de l'armadura definit en les mateixes taules):

Increment de b_{min}	$50 \text{ MPa} < f_{ck} \leq 60 \text{ MPa}$	$60 \text{ MPa} < f_{ck} \leq 80 \text{ MPa}$
Elements exposats per una cara	$+0,1 \cdot a_{min}$	$+0,3 \cdot a_{min}$
Elements exposats per més d'una cara	$+0,2 \cdot a_{min}$	$+0,6 \cdot a_{min}$

Per a $f_{ck} > 80$ MPa, s'ha de fer un estudi especial, i per tant, **Tricalc** considera que no tenen resistència al foc suficient.

Suports

La resistència al foc en pilars rectangulars i circulars amb 3 o 4 costats exposats al foc serà suficient si es respecta la dimensió mínima, b_{min} i la distància equivalent mínima a l'eix de les armadures, a_{min} , indicats a la taula C.2 del CTE DB SI.

Murs resistents

A la taula C.2 del CTE DB SI també es pot obtenir la resistència al foc dels murs massissos portants exposats per una o per ambdues cares, per a un espessor mínim (b_{min}) i la distància mínima equivalent a l'eix de les armadures de les cares exposades (a_{min}).

Bigues

Per a bigues de secció d'ample variable es considera com a amplada mínima b la que existeix a l'alçada del centre de gravetat mecànic de l'armadura traccionada en la zona exposada.

Mitjançant la taula C.3 del CTE DB SI es pot obtenir la resistència al foc de les seccions de bigues sustentades als extrems, referida a b_{min} i a a_{min} de l'armadura inferior traccionada.

En el cas de bigues exposades en les seves quatre cares s'haurà de verificar, a més, que l'àrea de la secció transversal de la biga no sigui inferior a $2 \cdot b_{min}^2$.

Lloses massisses

Amb la taula C.4 del CTE DB SI es pot obtenir la resistència al foc de les seccions de lloses massisses, referida a a_{min} de l'armadura inferior traccionada.

Només s'ha de respectar l'espessor mínim, h_{min} , de la taula (incloent el solat o qualsevol altre element que mantingui la seva funció aïllant durant tot el període de resistència al foc) si la llosa ha de complir una funció de compartimentació d'incendis (criteris R, E i I); però no quan es requereixi únicament una funció resistent (criteri R).

Les bigues planes amb massissats laterals majors que 10 cm (el qual és perceptiu segons CÓDIGO ESTRUCTURAL en forjats unidireccionals prefabricats) es poden assimilar a lloses unidireccionals.

Forjats bidireccionals (reticulars)

Amb la taula C.5 del CTE DB SI es pot obtenir la resistència al foc de les seccions dels forjats nervats bidireccionals, referida a l'ample mínim de nervi i a a_{min} de l'armadura inferior traccionada.

Només s'ha de respectar l'espessor mínim de la llosa superior (capa de compressió), h_s , de la taula (incloent solat o qualsevol element que mantingui la seva funció aïllant durant tot el període de resistència al foc) si el forjat ha de complir una funció de compartimentació d'incendis (criteri REI); però no quan es requereixi únicament una funció resistent (criteri R). Si els forjats disposen d'elements d'entrebigat ceràmics o de formigó i revestiment inferior, per a resistència al foc R-120 o menor bastarà amb que es compleixi el valor d' a_{min} a la taula corresponent a lloses massisses, podent comptabilitzar-se, a efectes de dita distància, els espessors equivalents de formigó de l'aïllament.

Condicions addicionals per al dimensionament de les armadures

Per a una resistència al foc R-90 o major, s'exigeixen unes condicions a l'armat que són tingudes en compte per **Tricalc** de forma opcional. Concretament:

- Bigues amb les tres cares exposades al foc (bigues amb despenjament sota el forjat)

Per a R 90 o major, l'armadura de negatius de bigues contínues es perllongarà fins al 33% de la longitud del tram amb una quantia no inferior al 25% de la requerida en els extrems. El programa **Tricalc** respectarà aquesta prescripció si es selecciona l'opció corresponent.

- Lloses massisses i forjats reticulars

Les **bigues planes** amb massissats laterals majors que 10 cm es poden assimilar a lloses unidireccionals. (Tant EFHE com CÓDIGO ESTRUCTURAL exigeixen sempre aquest massissat de 10 cm per a forjats unidireccionals amb elements prefabricats).

Per a lloses massisses i reticulars sobre suports lineals, si s'exigeix R 90 o major, l'armadura de negatius s'haurà de prolongar un 33% de la longitud del tram amb una quantia no inferior a un 25% de la requerida en extrems sustentats. El programa **Tricalc** realitzarà aquesta comprovació si es selecciona l'opció 'Considerar els criteris d'armat del CTE DB SI – Annex C, per a una resistència R 90 o superior' i a més no es selecciona l'opció 'Armar com a llosa sense bigues'.

Per a lloses massisses i reticulars sobre suports puntuals, si s'exigeix R 90 o major, el 20% de l'armadura superior sobre suports s'haurà de prolongar al llarg de tot el tram. El programa **Tricalc** realitzarà aquesta comprovació si es selecciona l'opció 'Considerar els criteris d'armat del CTE DB SI – Annex C, per a una resistència R 90 o superior' i a més es selecciona l'opció 'Armar com a llosa sense bigues'.

- Forjats unidireccionals

Per a una resistència al foc R 90 o major, l'armadura de negatius de forjats continus s'ha de prolongar fins al 33% de la longitud del tram amb una quantia no inferior al 25% de la requerida en els extrems. Això és respectat per **Tricalc** si es selecciona l'opció "Considerar els criteris d'armat del CTE DB SI – Annex C, per a una resistència R 90 o superior".

Resistència al foc dels elements d'acer

S'admet que la situació d'incendi no varia les coaccions exteriors, tipus d'unió ni classes de les seccions.

Per als pilars amb seccions de Classe 1, 2 o 3, **Tricalc** utilitza el model exposat en l'apartat D.2.2 del CTE DB SI.

Per a les bigues i diagonals amb seccions de Classe 1, 2 o 3, **Tricalc** utilitza el model exposat en l'apartat D.2.1 del CTE DB SI.

Per a les seccions de Classe 4 i seccions obertes conformades en fred, d'acord amb el paràgraf D.1 (4) del CTE DB SI, basta comprovar que la temperatura de l'acer no assoleix el valor $\theta_{crit} = 350^\circ$.

Càlcul de la resistència a foc en pilars

El CTE DB SI només cobreix el cas d'estructures travades (intraslacional). Tanmateix, **Tricalc** utilitza aquest mètode també en cas d'estructures no travades (traslacional).

En suports de paret no prima (Classes 1, 2 o 3), la capacitat resistent de càlcul considerant pandeig d'un element sotmès a flexocompressió es pot verificar, a partir de les sol·licitacions obtingudes de la combinació d'accions en cas d'incendi, mitjançant les expressions generals del DB SE-A utilitzant els valors modificats donats a continuació:

- El límit elàstic es reduirà multiplicant-lo pel coeficient $k_{y,\theta}$ de la Taula D.2 del CTE DB SI (no reproduïda en aquesta memòria).
- Com a longitud de pandeig es prendrà, en estructures arriostrades i si el sector d'incendi no avarca més d'una planta, la meitat de l'alçada entre plantes intermitjes, o el 0,7 de l'alçada de l'última planta. A **Tricalc** s'utilitzarà la mateixa longitud de pandeig que en situació no d'incendi.
- Com corba de pandeig s'utilitzarà la corba c , amb independència del tipus de secció transversal o el pla de pandeig.
- L'esveltesa reduïda s'incrementarà multiplicant-la pel coeficient $k_{\lambda,\theta}$ de la taula D.2 abans esmentada.

Càlcul de la resistència a foc en bigues

El mètode consisteix en obtenir, de la taula D.1 del CTE DB SI (no reflectida en aquesta memòria), la relació d/λ_p mínima a aportar per l'aïllament contra el foc en funció de la resistència requerida en minuts, el factor de forma de la secció i el coeficient de sobredimensionament de la biga, sent:

d	Epessor de l'aïllament, en metres;
λ_p	conductivitat de l'aïllant, en $W/(m \cdot K)$

Un valor $d/\lambda_p = 0$ o un valor de $\mu_{fi} < 0,4$ indica que no és necessari revestiment protector davant al foc. Un valor de $\mu_{fi} > 0,7$ implica un error de resistència davant al foc.

Càlcul de la temperatura de l'acer

El càlcul es realitza de forma incremental. Se suposa que tant l'acer com l'ambient es troben al principi a $20^\circ C$. Passat un determinat increment de temps (que en **Tricalc** és de 5 s) es calcula amb la corba normalitzada temps-temperatura la temperatura del gas que envolta l'element. Amb l'ambient a aquesta temperatura i l'acer a $20^\circ C$ es calcula el flux de calor, assolint-se altra temperatura en l'acer passat aquest increment de temps. A partir d'aquí es considera altre increment per al que hi haurà una temperatura de gas. Amb aquesta última temperatura i la temperatura de l'acer del pas anterior, es recalcula el flux de calor i amb això una nova temperatura en l'acer. I així succesivament fins a arribar al temps de resistència a foc desitjat (si és R60, per exemple, 60 minuts). La corba normalitzada temps-temperatura es defineix en l'article B.2 del CTE DB SI, expressió (B.1):

$$\theta_g = 20 + 345 \cdot \log_{10} (8t + 1)$$

Sent

θ_g	temperatura del gas, en $^\circ C$;

t temps des de l'inici de l'incendi, en minuts.

Resistència al foc dels elements d'alumini

La resistència al foc dels elements d'alumini es realitza mitjançant l'Eurocodi 9, d'acord amb l'EN 1999-1-2:2007 + AC:2009.

Propietats dels materials

Per a avaluar la resistència en situació d'incendi, algunes de les característiques de l'alumini varien en funció de la temperatura aconseguida. D'aquesta forma, s'estableixen els següents coeficients:

$$k_{o,\theta} = f_{o,\theta} / f_o$$

$$E_{al,\theta} / E_{al}$$

Sent

$f_{o,\theta}$	límit elàstic pràctic de l'alumini amb el 0,2% de deformació unitària en funció de la seva temperatura;
$E_{al,\theta}/E_{al}$	relació entre el mòdul d'elasticitat de l'alumini en funció de la seva temperatura i el mòdul d'elasticitat de l'alumini a 20 °C

En les taules 1a, 1b i 2 de l'EN 1999-1-2 (no reproduïdes en aquesta memòria) s'indica el valor d'aquests coeficients per a cada temperatura de l'alumini.

Classificació de les seccions

Per a les comprovacions relatives a aquesta part EN 1999-1-2, les seccions poden ser classificades com a temperatura normal.

Càlcul de la resistència a foc

El coeficient de seguretat per a la situació d'incendi, γ_{Mfi} , excepte l'indicat en l'annex nacional, pot prendre's de valor 1,0, que és el valor adoptat per **Tricalc**. El càlcul es realitza mitjançant els apartats 4.2.1 i 4.2.2 de l'EN 1999-1-1:2007, no reproduïts en aquesta memòria.

Càlcul de la temperatura de l'alumini

El càlcul es realitza de forma incremental. Se suposa que tant l'alumini com l'ambient es troben al principi a 20°C. Passat un determinat increment de temps (que en **Tricalc** és de 5 s) es calcula amb la corba normalitzada temps-temperatura la temperatura del gas que envolta a l'element. Amb l'ambient a aquesta temperatura i l'alumini a 20°C es calcula el flux de calor, aconseguint-se altra temperatura en l'alumini passat aquest increment de temps. A partir d'aquí es considera altre increment per al que hi haurà una temperatura de gas. Amb aquesta última temperatura i la temperatura de l'alumini del pas anterior, es recalcula el flux de calor i amb això una nova temperatura en l'alumini. I així successivament fins a arribar al temps de resistència a foc desitjat (si és R60, per exemple, 60 minuts). La corba normalitzada temps-temperatura es defineix en l'EN 1991-1-2, expressió (3.4):

$$\theta_g = 20 + 345 \log_{10} (8t + 1)$$

Sent

θ_g	temperatura del gas, en °C;
t	temps des de l'inici de l'incendi, en minuts.

Resistència al foc dels elements de fusta

El programa calcula l'estabilitat estructural de les barres de fusta front a foc, és a dir, comprova la capacitat resistent dels elements de fusta front a les accions de càlcul quan es troben sotmesos a una *corba d'incendi normal*.

Tricalc realitza aquesta comprovació considerant el *mètode de la secció eficaç*, que admet una pèrdua de secció resistent de les cares exposades al foc expressada per mitjà de la *profunditat eficaç de carbonització*, la qual és funció del temps d'incendi, com ho especifica l'annex E del CTE DB SI (**Codi Tècnic de l'Edificació. Document Bàsic. Seguretat en cas d'Incendi**).

Valors de càlcul de les propietats del material

Els valors de càlcul de les propietats de l'element sotmès a l'acció d'un foc, es determinen mitjançant la següent expressió:

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{k_{fi} f_k}{\gamma_{M,fi}}$$

on $k_{mod,fi} = 1,0$, $\gamma_{M,fi} = 1,0$ i $k_{fi} = 1,0$.

Carbonització de la fusta

Tricalc permet comprovar la resistència a foc d'elements de fusta que es troben recoberts amb protecció com sense ella. Per cada cas es realitzen les següents comprovacions:

Estructures de fusta sense protecció

Es considera una secció nominal que s'obté descomptant a la secció inicial una profunditat carbonitzada obtinguda a partir de la següent expressió:

$$d_{char,n} = \beta_n t$$

on t és el temps d'exposició al foc en minuts, i β_n (velocitat de carbonització) s'obté de la següent taula.

	β_n (mm/min)
Coníferas y haya	
Madera laminada encolada con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
Madera maciza con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80
Frondosas	
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica de 290 kg/m^3 ⁽¹⁾	0,70
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	0,55
Madera microlaminada	
Con una densidad característica $\geq 480 \text{ kg/m}^3$	0,70

⁽¹⁾ Para densidad característica comprendida entre 290 y 450 kg/m^3 , se interpolará linealmente

S'han de tenir en compte les següents observacions:

- Les velocitats d'aquesta taula s'apliquen sempre que l'espessor residual mínim sigui de 40 mm.
- Per espessors residuals menors les velocitats de carbonització han d'incrementar-se en un 50 %.
- En fusta massissa de frondoses amb densitats compreses entre 290 i 450 kg/m^3 poden obtenir-se els valors de β_n per interpolació lineal.

Estructures de fusta amb protecció

En la comprovació dels elements de fusta amb protecció es té en compte els següents punts:

El començament de la carbonització es retarda fins el temps t_{ch} funció del tipus de protecció.

La velocitat de carbonització un cop assolit el temps t_{ch} de començament de carbonització és menor fins el temps de fallença de la protecció, t_f .

Si el temps de fallença és inferior a 10 minuts ($t_f < 10 \text{ min}$) llavors l'efecte de la protecció es desprecia.

En l'interval de temps transcorregut entre el començament de la carbonització i la fallença del revestiment ($t_f - t_{ch}$) la velocitat de carbonització s'obté multiplicant la velocitat nominal per un factor k_2 .

Un cop que s'ha produït la fallença del revestiment, la carbonització prossegueix amb velocitat $2\beta_n$ fins que s'assoleix un temps t_{en} que es pot calcular mitjançant l'expressió:

$$t_{en} = \min \left\{ 2t_f - \frac{d_1}{\beta_n}, t_f + \frac{25 - d_1}{2\beta_n} \right\} \quad \text{si } d_1 \leq 25$$

$$t_{en} = t_f \quad \text{si } d_1 > 25$$

on $d_1 = (t_f - t_{ch})k_2\beta_n$.

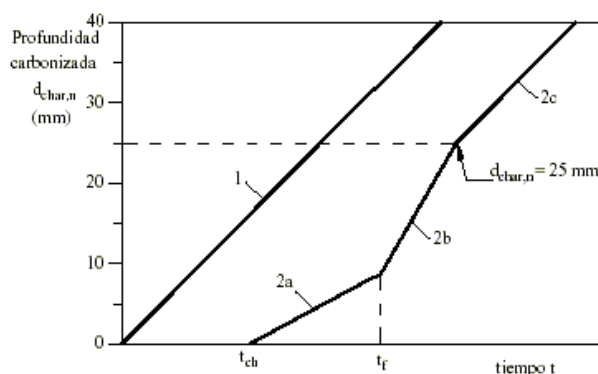


Figura VI.5.4 Relación entre profundidad carbonizada y tiempo para $t_{ch} \leq t_f$ y $t_f \geq 10$ minutos

Relación para piezas no protegidas para la velocidad de carbonización β_n

Relación para piezas protegidas cuando la carbonización comienza antes del fallo de la protección

La carbonización comienza en t_{ch} con una velocidad reducida mientras la protección se encuentra todavía en su posición

Antes de que la protección haya fallado y la carbonización comience con velocidad doble

Antes de que la profundidad carbonizada exceda de 25 mm la velocidad de carbonización se reduce a β_n

Comprovació pel mètode de la secció reduïda

Per la comprovació de la resistència a foc dels elements de fusta s'apliquen els procediments generals de comprovació de seccions de fusta, considerant l'element estructural amb la seva secció reduïda per l'efecte de la carbonització.

La secció reduïda ha de calcular-se descomptant, a la secció inicial, la profunditat eficaç de carbonització d_{ef} calculada a partir de la següent fórmula:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

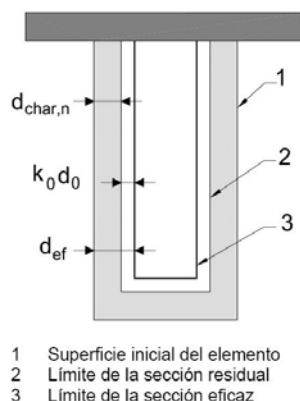
on,

$$d_0 = 7 \text{ mm}$$

$$k_0 = \min \{t/t_0; 1,0\}$$

$$t_0 = 20 \text{ min per superfícies no protegides}$$

$$t_0 = \max \{20; t_{ch}\} \text{ per superfícies protegides.}$$



Resistència al foc de les estructures de fàbrica

A causa de la parquedat de l'annex F del CTE DB SI, **Tricalc** realitza la comprovació a foc dels murs de fàbrica d'acord amb la norma europea EN 1993-1-2.

En funció del tipus de peça de la fàbrica, el seu morter i possible capa de protecció (que el programa afegeix si és necessari i les opcions de càlcul a foc fixades ho permeten), l'EN 1999-1-2 estableix una relació entre espessor de la fàbrica i resistència al foc (criteri R) que comporta.

Resistència al foc de les bigues mixtes

En situació d'incendi, s'avalua la resistència de la secció tenint en compte la pèrdua de resistència dels materials (formigó, acer estructural, armadures i connectors de tallant) degut a la temperatura assolida en cada punt de la secció, pel que s'utilitza la norma europea EN 1994-1-2.

Les opcions relatives a foc de les bigues mixtes, s'estableixen d'acord al següent criteri:

- L'opció de **Càlcul a foc activat** i el temps en minuts a resistir en situació d'incendi, s'escullen de la pestanya **Bigues**.
- L'aïllament de la part d'acer estructural s'indica en l'apartat de bigues d'acer, amb l'excepció que, en bigues compostes, s'assumeix sempre que l'opció **Sols tres cares exposades** està activada.
- L'aïllament del cap inferior, s'estableix en la pestanya **Lloses de forjat** en el cas que la biga mixta sigui del tipus **Cap rectangular de formigó**, i de la pestanya **Forjats de xapa** en el cas de bigues d'aquest tipus.

L'armat i connectors resultants del càlcul seran els màxims entre la situació normal i la situació amb foc. En l'informe de barres de formigó i mixtes es detalla la quantia d'armat i connectors necessaris en ambdues situacions.

Vegi el Manual de Normatives per a més informació.



ANNEX 2: LLISTAT DE CÀLCUL DE L'ESTRUCTURA

Informe de datos de cálculo

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

1. Normativa y tipo de cálculo

Normativa

Acciones:	Código Estructural, CTE DB SE-AE
Viento:	CTE DB SE-AE
Sismo:	NCSE-02
Hormigón:	Código Estructural
Acero:	Código Estructural, EN 1993-1-3
Otras:	CTE DB SE-C

Método del cálculo de esfuerzos

Método de altas prestaciones

Opciones de cálculo

Indeformabilidad de algunos forjados horizontales en su plano
Consideración del tamaño del pilar en forjados reticulares y losas
Se realiza un cálculo de 2º orden elástico

2. Cargas

Hipótesis de carga

NH	Nombre	Tipo	Descripción
0	G	Permanentes	Permanentes
1	Q1	Sobrecargas	Sobrecargas
2	Q2	Sobrecargas	Sobrecargas
7	Q3	Sobrecargas	Sobrecargas
8	Q4	Sobrecargas	Sobrecargas
9	Q5	Sobrecargas	Sobrecargas
10	Q6	Sobrecargas	Sobrecargas
3	W1	Viento	Viento
4	W2	Viento	Viento
25	W3	Viento	Viento
26	W4	Viento	Viento
22	S	Nieve	Nieve
5	Ex	Sismo X	Sismo X
24	Ey	Sismo Y	Sismo Y
6	Ez	Sismo Z	Sismo Z
11	M1	Sin definir	Móviles
12	M2	Sin definir	Móviles
13	M3	Sin definir	Móviles
14	M4	Sin definir	Móviles
15	M5	Sin definir	Móviles
21	T	Sin definir	Temperatura
23	A	Sin definir	Accidentales

Coeficientes de mayoración

Tipo	Hipótesis		Fav.	Desfav.
	N	Id		
Cargas permanentes	0	G	0,80	1,35
Cargas variables	1	Q1	0,00	1,50
	2	Q2	0,00	1,50
	7	Q3	0,00	1,50
	8	Q4	0,00	1,50
	9	Q5	0,00	1,50
	10	Q6	0,00	1,50
Cargas de viento no simultáneas	3	W1	0,00	1,50
	4	W2	0,00	1,50
	25	W3	0,00	1,50
	26	W4	0,00	1,50
Cargas de sismo no simultáneas	5	Ex	0,00	1,00
	6	Ez	0,00	1,00
	24	Ey	0,00	1,00
Cargas móviles	11	M1	0,00	1,50
	12	M2	0,00	1,50
	13	M3	0,00	1,50
	14	M4	0,00	1,50
	15	M5	0,00	1,50
Cargas de temperatura	21	T	0,00	1,50
Cargas de nieve	22	S	0,00	1,50
Carga accidental	23	A	0,00	1,00

Informe de datos de cálculo
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

Opciones de cargas

Viento activo Sentido $\pm$ habilitado
Sismo activo Sentido $\pm$ habilitado
Se considera el Peso propio de las barras

Coefficientes de combinación

Categoría de las sobrecargas de uso: Sin definir u otros casos

Tipo de carga	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Gravitatorias	0,70	0,50	0,30
Móviles	0,70	0,50	0,30
Viento	0,60	0,50	0,00
Nieve	0,50	0,20	0,00
Temperatura	0,60	0,50	0,00

Opciones de cargas de sismo

Método de cálculo: Dinámico (NCSE-02)

Aceleración sísmica básica: 0,04·g
Aceleración sísmica de cálculo: 0,05·g
Coeficiente de contribución: 1,0000

Tipo de terreno: III Intermedios. Densidad y Compacidad medias

Coefficiente de suelo: 1,6000

Uso del edificio: Locales de aglomeración y espectáculos

Permanencia de la nieve: Menos de 30 días/año

Período de Vida: 50,00 años

Sin ductilidad

Soportes: Acero

Tipo de planta: Diáfana

Cota del suelo (cm): -10

Se considera acción sísmica vertical

Cálculo de modos de vibración: Método FEAST. Globalmente sin condensación

Considerar la masa rotacional

No considerar la excentricidad accidental

Combinar las acciones sísmicas de todas las direcciones según la "regla del 30%"

Aceleración sísmica rotacional: 0,00 (rd/s²) / (cm/s²)

Número de modos de vibración a componer: 45

% de masa efectiva máxima a componer: 90 %

Porcentaje de las sobrecargas que intervienen en el sismo

Permanentes: 100,00%
Sobrecargas: 60,00%
Nieve: 0,00%
Móviles: 60,00%

3. Paneles de viento

Plano CUBIERTA [0,0000; 0,9724; -0,2334; -30,5402]

PVC1

Vector normal hacia el exterior:

0,0000; 0,9724; -0,2334; CUBN

Reparto:

Puntual

Superficie actuante:

Fachada

Repartir sobre barras ficticias:

Sí

Repartir sobre tirantes:

No

Polígono	Vértice	X (cm)	Y	Z
1	1	120,00	81,20	207,40
	2	120,00	230,60	829,70
	3	1560,00	230,60	829,70
	4	1560,00	81,20	207,40

Dirección 1

Vector dirección: 1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg+

Hipótesis: 3 (W1)

Viento exterior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 1,17 kN/m²

Coeficiente eólico, c_p : 0,50 (Presión)

Carga de viento: 0,59 kN/m²

Dirección de la carga: 0,0000; -0,9724; 0,2334

Dirección 2

Vector dirección: -1,0000; 0,0000; 0,0000; Xg-

Hipótesis: 4 (W2)

Viento exterior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 1,17 kN/m²

Coeficiente eólico, c_p : -1,50 (Succión)

Carga de viento: 1,76 kN/m²

Dirección de la carga: 0,0000; 0,9724; -0,2334; CUBN

Dirección 3

Vector dirección: 0,0000; 0,0000; -1,0000; Zg-

Hipótesis: 25 (W3)

Viento exterior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 1,17 kN/m²

Coeficiente eólico, c_p : 1,40 (Presión)

Carga de viento: 1,64 kN/m²

Dirección de la carga: 0,0000; -0,9724; 0,2334

Dirección 4

Vector dirección: 0,0000; 0,0000; -1,0000; Zg-

Hipótesis: 26 (W4)

Viento exterior:

Acción del viento [q_e / c_p]: 1,17 kN/m²

Coeficiente eólico, c_p : -1,80 (Succión)

Carga de viento: 2,11 kN/m²

Dirección de la carga: 0,0000; 0,9724; -0,2334; CUBN

Informe de datos de cálculo

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

4. Paneles de carga

Plano CUBIERTA [-0,0000; 0,9724; -0,2334; -30,5402]

PCCU

Repartir sobre barras ficticias:

Sí

Repartir sobre tirantes:

No

Vector dirección: 0,0000; -1,0000; 0,0000; Yg-

Polígono	Vértice	X (cm)	Y	Z
1	1	120,00	81,20	207,40
	2	120,00	230,60	829,70
	3	1560,00	230,60	829,70
	4	1560,00	81,20	207,40

Carga		Hipótesis	
0,30	kN/m ²	0	G
0,46	kN/m ²	22	S

Plano PÉRGOLA [-0,0000; 0,9633; 0,2683; -418,0883]

PCPE

Repartir sobre barras ficticias:

Sí

Repartir sobre tirantes:

No

Vector dirección: 0,0000; -1,0000; 0,0000; Yg-

Polígono	Vértice	X (cm)	Y	Z
1	1	120,00	204,90	822,50
	2	120,00	151,22	1015,21
	3	1560,00	151,22	1015,21
	4	1560,00	204,90	822,50

Carga		Hipótesis	
0,20	kN/m ²	0	G
0,20	kN/m ²	22	S

5. Cargas en forjados y muros

Cargas en forjados reticulares, losas, escaleras y rampas

Plano -10

Tipo de carga	Forjado	N	Carga	Dirección	Hipótesis

6. Materiales

Materiales de estructura

Acero laminado: S275

Límite elástico:	275 MPa
Tensión de rotura:	430 MPa
Coefficiente de minoración:	1,05; 1,05; 1,25

Materiales de losas de cimentación

Hormigón armado

Hormigón:	HA25 25 MPa
Acero corrugado:	B500SD 500 MPa
Nivel de control	
Hormigón	1,50
Acero	Normal 1,15

Materiales de placas de anclaje

Ver el Informe de Placas de Anclaje.

Informe de datos de cálculo

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

7. Armado y comprobación

Anclaje y empalme (Código Estructural, 49.5): Calcular según 49.5.1 y 49.5.2 (= EHE-08)

Opciones de comprobación de barras de acero

Cálculo de 1er. orden:

No se consideran los coeficientes de amplificación

Vigas:

Yp: Pandeo se comprueba como traslacional

Zp: Pandeo se comprueba como traslacional

Pilares:

Yp: Pandeo se comprueba como traslacional

Zp: Pandeo se comprueba como traslacional

Diagonales:

Yp: Pandeo se comprueba como traslacional

Zp: Pandeo se comprueba como traslacional

Cálculo de 2º orden:

Vigas:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional

Se consideran las imperfecciones locales

(EN 1993-1-1:2005 5.3.4)

Pilares:

Yp: Pandeo se comprueba como traslacional

Zp: Pandeo se comprueba como traslacional

Se consideran las imperfecciones locales

(EN 1993-1-1:2005 5.3.4)

Diagonales:

Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional

Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional

Se consideran las imperfecciones locales

(EN 1993-1-1:2005 5.3.4)

Esbeltez reducida máxima a compresión 3,00

Esbeltez reducida máxima a tracción 3,00

Se comprueba Pandeo Lateral-Torsional

Pandeo lateral (Yp+/Zp+): β : 1,0000

Pandeo lateral (Yp-/Zp-): β : 1,0000

Coefficiente de pandeo torsional : kw: 1,0000

Se comprueba Pandeo local (abolladura) del alma

Intervalo de comprobación 30 cm

Coefficiente de pandeo torsional: 1,0000

Vanos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 350

Comprobación de flecha por integridad:

Flecha relativa L / 300

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa L / 300

Voladizos:

Comprobación de flecha por confort:

Flecha relativa L / 175

Comprobación de flecha por integridad:

Flecha relativa L / 150

Comprobación de flecha por apariencia:

Flecha relativa L / 150

Porcentaje de la carga permanente colocada después del elemento dañable (tabiquería, solado...) : 0 %

Se considera deformación por cortante

Subir sección por flecha

Se considera los criterios constructivos de NCSE-02

Informe de datos de cálculo

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Aplicar criterios constructivos según las opciones de sismo definidas

Opciones de cálculo de losas de cimentación

Se considera la utilización de armadura a punzonamiento

Recubrimientos(mm): 30

Se realiza la comprobación a torsión de zunchos

Módulo de Young (GPa):

31,47581

Coeficiente de Poisson:

0,2000

Coeficiente de dilatación térmica:

0,0000100

Resistencia del terreno:

0,30 MPa

Coeficientes de Resorte (Balasto):

Kx: 28,42 MPa/m Gx: 28420,00 kN·m/rad/m4

Ky: 47,40 MPa/m Gy: 47400,00 kN·m/rad/m4

Kz: 28,42 MPa/m Gz: 28420,00 kN·m/rad/m4

No se consideran los coeficientes de amplificación

No se considera los criterios constructivos de NCSE-02

Informe de sismo

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

1. Opciones de cargas de sismo

Método de cálculo: Dinámico (NCSE-02)

Aceleración sísmica básica: 0,04·g

Aceleración sísmica de cálculo: 0,05·g

Coefficiente de contribución: 1,0000

Tipo de terreno: III Intermedios. Densidad y Compacidad medias

Coefficiente de suelo: 1,6000

Uso del edificio: Locales de aglomeración y espectáculos

Permanencia de la nieve: Menos de 30 días/año

Período de Vida: 50,00 años

Sin ductilidad

Soportes: Acero

Tipo de planta: Diáfana

Cota del suelo (cm): -10

Se considera acción sísmica vertical

Cálculo de modos de vibración: Método FEAST. Globalmente sin condensación

Considerar la masa rotacional

No considerar la excentricidad accidental

Combinar las acciones sísmicas de todas las direcciones según la "regla del 30%"

Aceleración sísmica rotacional: 0,00 (rd/s²) / (cm/s²)

Número de modos de vibración a componer: 45

% de masa efectiva máxima a componer: 90 %

Porcentaje de las sobrecargas que intervienen en el sismo

Permanentes: 100,00%

Sobrecargas: 60,00%

Nieve: 0,00%

Móviles: 60,00%

Informe de sismo
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

2. Períodos y frecuencias propias de vibración

Modo		W(rad/s)	T(s)	f(Hz)	a(m/s²)	a(m/s²)	M.Ef(%)	Sum.M(%)
					Elástica	De cálculo		
1	X	33,407	0,188	5,317	1,255	1,372	13,619	13,619
	Y				0,879	0,961	0,000	0,000
	Z				1,255	1,372	0,000	0,000
2	X	54,132	0,116	8,615	1,048	1,133	42,917	56,536
	Y				0,734	1,133	0,000	0,000
	Z				1,048	1,133	0,000	0,000
3	X	60,811	0,103	9,678	0,988	1,064	0,000	56,536
	Y				0,692	1,064	21,094	21,094
	Z				0,988	1,064	0,107	0,107
4	X	71,086	0,088	11,314	0,918	0,983	0,006	56,542
	Y				0,643	0,983	0,000	21,094
	Z				0,918	0,983	0,000	0,107
5	X	78,505	0,080	12,494	0,879	0,937	0,000	56,542
	Y				0,615	0,937	10,775	31,869
	Z				0,879	0,937	0,172	0,279
6	X	78,841	0,080	12,548	0,877	0,936	0,057	56,599
	Y				0,614	0,936	0,000	31,869
	Z				0,877	0,936	0,000	0,279
7	X	83,738	0,075	13,327	0,855	0,910	0,041	56,640
	Y				0,599	0,910	0,000	31,869
	Z				0,855	0,910	0,000	0,279
8	X	95,159	0,066	15,145	0,813	0,861	0,000	56,640
	Y				0,569	0,861	16,029	47,898
	Z				0,813	0,861	4,425	4,704
9	X	101,333	0,062	16,128	0,794	0,839	0,014	56,654
	Y				0,556	0,839	0,000	47,898
	Z				0,794	0,839	0,000	4,704
10	X	102,017	0,062	16,236	0,792	0,837	0,010	56,664
	Y				0,554	0,837	0,000	47,898
	Z				0,792	0,837	0,000	4,704
11	X	108,562	0,058	17,278	0,775	0,817	0,000	56,664
	Y				0,542	0,817	0,058	47,955
	Z				0,775	0,817	0,017	4,721
12	X	110,358	0,057	17,564	0,770	0,812	0,018	56,682
	Y				0,539	0,812	0,000	47,955
	Z				0,770	0,812	0,000	4,721
13	X	111,137	0,057	17,688	0,768	0,810	0,000	56,682
	Y				0,538	0,810	0,000	47,956
	Z				0,768	0,810	0,000	4,721
14	X	111,637	0,056	17,768	0,767	0,808	0,000	56,682
	Y				0,537	0,808	0,000	47,956
	Z				0,767	0,808	0,000	4,721
15	X	111,801	0,056	17,794	0,767	0,808	0,000	56,682
	Y				0,537	0,808	0,000	47,956
	Z				0,767	0,808	0,000	4,721
16	X	117,533	0,053	18,706	0,754	0,793	0,019	56,701
	Y				0,528	0,793	0,000	47,956
	Z				0,754	0,793	0,000	4,721
17	X	118,997	0,053	18,939	0,751	0,789	0,000	56,701
	Y				0,525	0,789	8,348	56,303
	Z				0,751	0,789	2,678	7,399
18	X	120,246	0,052	19,138	0,748	0,786	0,002	56,703
	Y				0,524	0,786	0,000	56,303

Informe de sismo
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

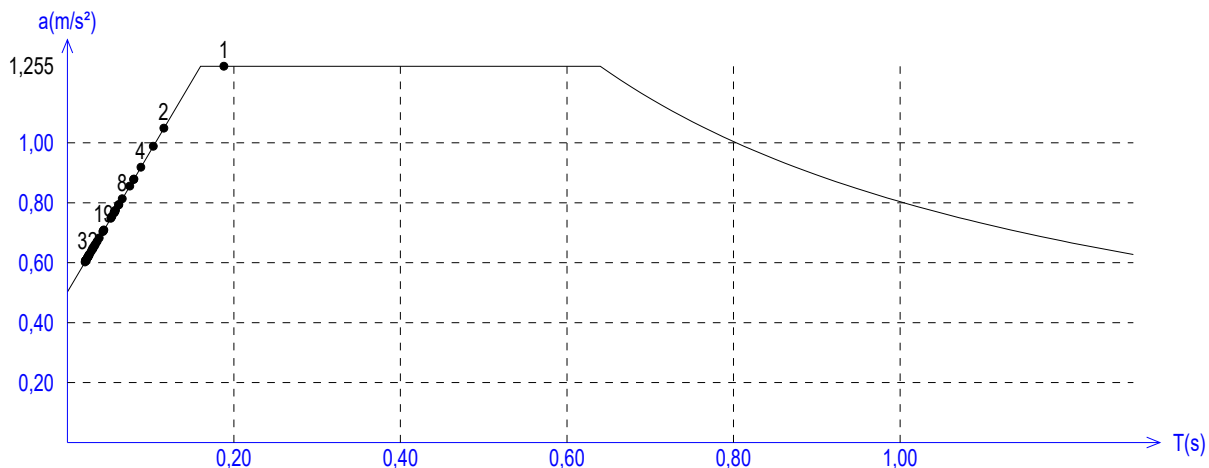
Modo		W(rad/s)	T(s)	f(Hz)	a(m/s ²)	a(m/s ²)	M.Ef(%)	Sum.M(%)
					Elástica	De cálculo		
	Z				0,748	0,786	0,000	7,399
19	X	142,962	0,044	22,753	0,709	0,741	0,092	56,795
	Y				0,496	0,741	0,000	56,303
	Z				0,709	0,741	0,000	7,399
20	X	144,697	0,043	23,029	0,707	0,738	0,000	56,795
	Y				0,495	0,738	0,004	56,307
	Z				0,707	0,738	0,002	7,401
21	X	146,793	0,043	23,363	0,704	0,735	0,000	56,795
	Y				0,493	0,735	0,001	56,309
	Z				0,704	0,735	0,001	7,402
22	X	164,261	0,038	26,143	0,682	0,710	2,904	59,700
	Y				0,478	0,710	0,000	56,309
	Z				0,682	0,710	0,000	7,402
23	X	175,406	0,036	27,917	0,671	0,697	0,135	59,835
	Y				0,470	0,697	0,000	56,309
	Z				0,671	0,697	0,000	7,402
24	X	186,323	0,034	29,654	0,661	0,686	0,000	59,835
	Y				0,463	0,686	0,004	56,312
	Z				0,661	0,686	0,000	7,402
25	X	193,337	0,032	30,771	0,655	0,679	0,000	59,835
	Y				0,459	0,679	0,000	56,312
	Z				0,655	0,679	0,000	7,402
26	X	203,266	0,031	32,351	0,648	0,670	0,000	59,835
	Y				0,453	0,670	1,386	57,699
	Z				0,648	0,670	0,001	7,403
27	X	206,617	0,030	32,884	0,645	0,668	0,002	59,837
	Y				0,452	0,668	0,000	57,699
	Z				0,645	0,668	0,000	7,403
28	X	218,522	0,029	34,779	0,637	0,659	0,001	59,838
	Y				0,446	0,659	0,000	57,699
	Z				0,637	0,659	0,000	7,403
29	X	235,886	0,027	37,542	0,627	0,647	1,017	60,855
	Y				0,439	0,647	0,000	57,699
	Z				0,627	0,647	0,000	7,403
30	X	240,821	0,026	38,328	0,625	0,644	0,000	60,855
	Y				0,437	0,644	0,117	57,815
	Z				0,625	0,644	0,000	7,403
31	X	249,385	0,025	39,691	0,621	0,639	0,000	60,855
	Y				0,434	0,639	0,075	57,890
	Z				0,621	0,639	0,000	7,403
32	X	250,322	0,025	39,840	0,620	0,639	0,000	60,855
	Y				0,434	0,639	0,021	57,911
	Z				0,620	0,639	0,000	7,403
33	X	253,295	0,025	40,313	0,619	0,637	0,000	60,855
	Y				0,433	0,637	0,000	57,911
	Z				0,619	0,637	0,000	7,403
34	X	254,906	0,025	40,570	0,618	0,636	0,000	60,855
	Y				0,433	0,636	0,740	58,651
	Z				0,618	0,636	0,004	7,408
35	X	263,031	0,024	41,863	0,615	0,632	0,094	60,949
	Y				0,430	0,632	0,000	58,651
	Z				0,615	0,632	0,000	7,408
36	X	277,727	0,023	44,202	0,609	0,625	0,000	60,949
	Y				0,426	0,625	0,000	58,651
	Z				0,609	0,625	0,000	7,408
37	X	280,110	0,022	44,581	0,608	0,624	0,000	60,949

Informe de sismo
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

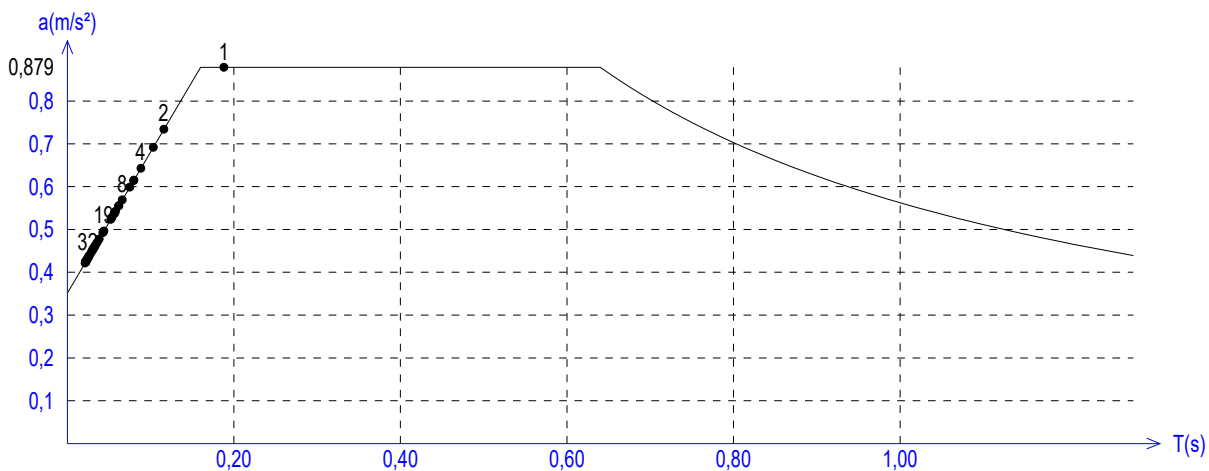
Modo		W(rad/s)	T(s)	f(Hz)	a(m/s ²)	a(m/s ²)	M.Ef(%)	Sum.M(%)
					Elástica	De cálculo		
	Y				0,425	0,624	0,000	58,651
	Z				0,608	0,624	0,000	7,408
38	X	282,700	0,022	44,993	0,607	0,623	2,501	63,450
	Y				0,425	0,623	0,000	58,651
	Z				0,607	0,623	0,000	7,408
39	X	283,239	0,022	45,079	0,607	0,623	8,350	71,800
	Y				0,425	0,623	0,000	58,651
	Z				0,607	0,623	0,000	7,408
40	X	283,250	0,022	45,081	0,607	0,623	0,000	71,800
	Y				0,425	0,623	0,000	58,651
	Z				0,607	0,623	0,000	7,408
41	X	283,654	0,022	45,145	0,606	0,623	0,000	71,800
	Y				0,424	0,623	0,000	58,651
	Z				0,606	0,623	0,000	7,408
42	X	283,660	0,022	45,146	0,606	0,623	0,143	71,943
	Y				0,424	0,623	0,000	58,651
	Z				0,606	0,623	0,000	7,408
43	X	284,109	0,022	45,217	0,606	0,622	0,000	71,943
	Y				0,424	0,622	0,000	58,651
	Z				0,606	0,622	0,000	7,408
44	X	284,112	0,022	45,218	0,606	0,622	0,053	71,996
	Y				0,424	0,622	0,000	58,651
	Z				0,606	0,622	0,000	7,408
45	X	295,081	0,021	46,964	0,602	0,618	0,000	71,996
	Y				0,422	0,618	0,001	58,652
	Z				0,602	0,618	0,003	7,411

3. Espectros elásticos

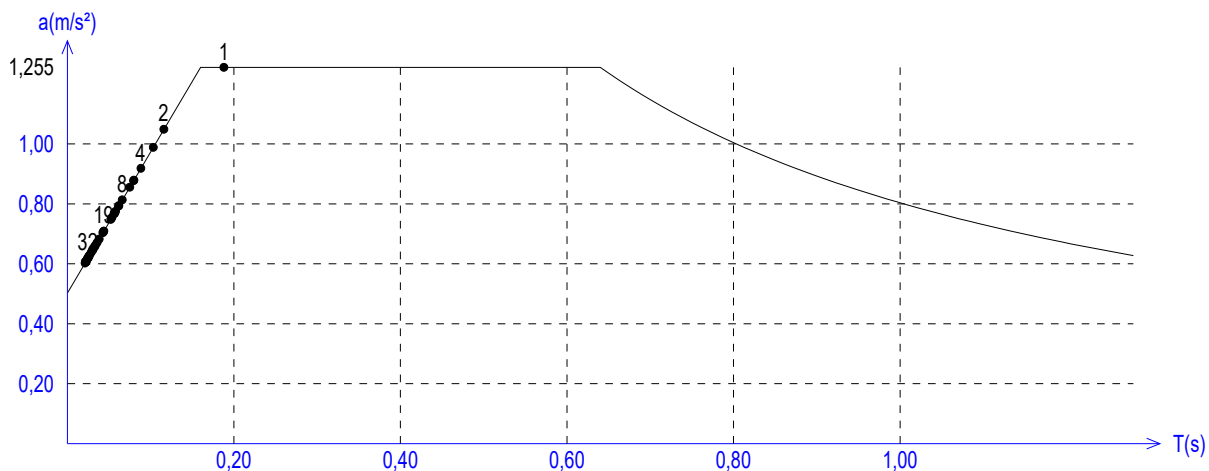
Dirección X



Dirección Y

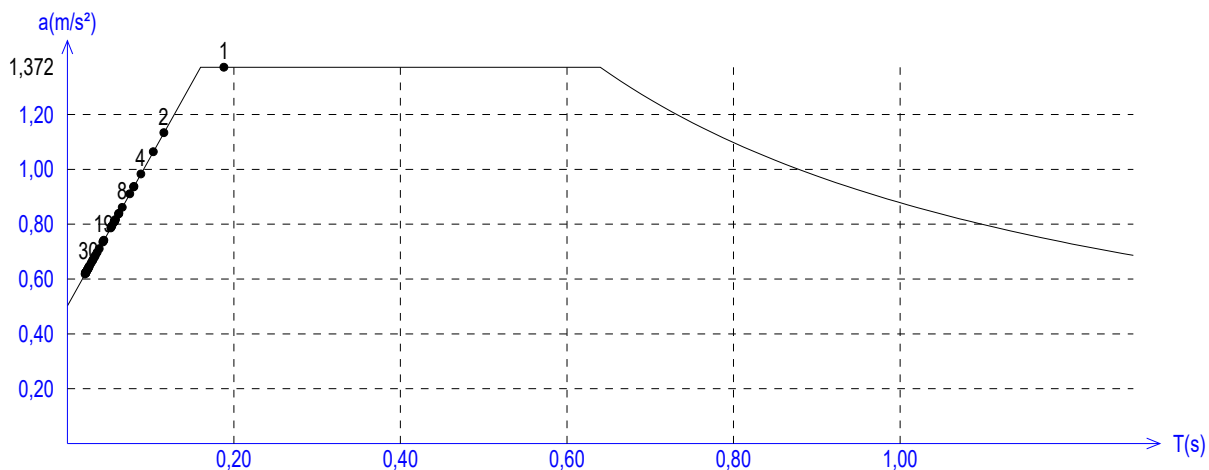


Dirección Z

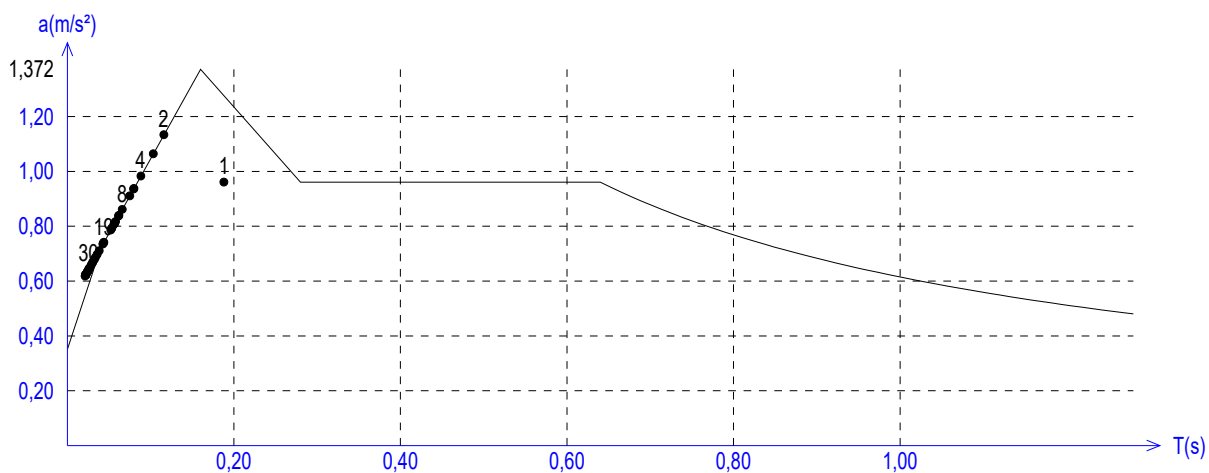


4. Espectros de cálculo

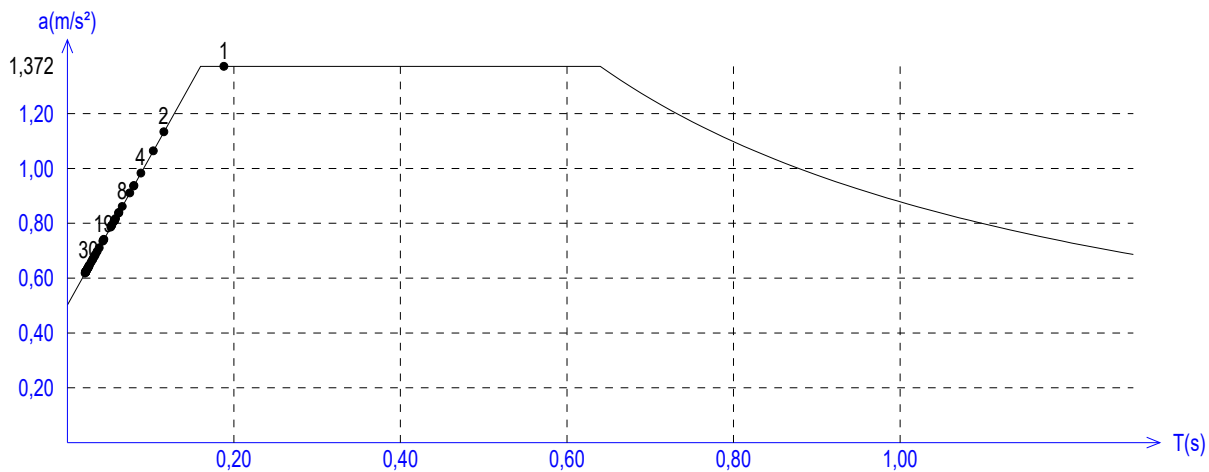
Dirección X



Dirección Y



Dirección Z



5. Desplazamientos modales relativos

Máximo desplazamiento relativo admisible de una planta: $h / 100$
 Área mínima de una planta para mostrar en el informe: $2,00 \text{ m}^2$
 Área mínima común entre dos plantas (en proyección) para obtener su desplazamiento relativo: $2,00 \text{ m}^2$

5.1. Centros y masas de cada planta

Planta		Centro de masas		Centro de Rigideces		Masa Sísmica	
Cota (cm)	Nombre	X (cm)	Z (cm)	X (cm)	Z (cm)	X (kN)	Z (kN)
Masa Sísmica total						133,69	133,69

5.2. Cortante sísmico por cada planta

Planta		Cortante sísmico				Reparto (%)	
Cota (cm)	Nombre	Hip	Id	VX (kN)	VZ (kN)	Muros	Resto

5.3. Cortante basal de sismo

Dirección	Masa Sísmica (kN)	Cortante Basal (kN)	%
X	133,69	7,24	5,41
Z	133,69	0,63	0,47

5.4. Desplazamiento relativo máximo de cada planta

Planta			Posición		Caso			Desplazamiento Relativo				
Cota (cm)	Nombre	h (cm)	X (cm)	Z (cm)	Hip	Id	Mo do	dX (cm)	dZ (cm)	dTot (cm)	h/dTo t	Cump le

5.5. Desplazamiento relativo del centro de masas de cada planta

Planta			Posición		Caso			Desplazamiento Relativo				
Cota (cm)	Nombre	h (cm)	X (cm)	Z (cm)	Hip	Id	Mo do	dX (cm)	dZ (cm)	dTot (cm)	h/dTo t	Cump le

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

En orden decreciente de aprovechamiento

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

1. Conjunto correas cubierta

VIGAS

VIGA 37 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,40;1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,533;0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,04	-0,03	+0,01	-0,01	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,04	-0,03	+0,01	-0,01	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,02	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-0,8	-0,0	0,0	(0,0)	-1,9	(-1,9)	-2,7	-0,0	4,4%
1	Tr	30(2)	0	0,2	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,2	(-1,3)	-1,0	0,0	2,7%
2	Mx	4(2)	0	0,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,7	(-1,8)	-1,7	0,0	4,0%
3	My	25(2)	240	-0,8	-0,0	0,0	(0,0)	1,3	(-1,9)	-0,0	-0,0	3,1%
4	Mz	16(2)	480	-0,3	0,0	-0,0	(-0,0)	-3,3	(-3,3)	3,6	0,0	17,6%
5	V	16(2)	480	-0,3	0,0	-0,0	(-0,0)	-3,3	(-3,3)	3,6	0,0	17,6%
6	Sm	16(2)	480	-0,3	0,0	-0,0	(-0,0)	-3,3	(-3,3)	3,6	0,0	17,6%

APROVECHAMIENTO 0,18 (17,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	1,6%	0,6%	1,0%	0,0%	2,1%	2,1%	2,1%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	4,3%	2,7%	4,0%	3,1%	7,5%	7,5%	7,5%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,2%	0,1%	0,2%	0,2%	0,6%	0,6%	0,6%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
T + V _y	1,6%	0,6%	1,0%	0,0%	2,1%	2,1%	2,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	---	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{b,Rd}$	0,1%	---	---	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
$\lambda_{red,y}$	1,347	---	---	1,347	1,347	1,347	1,347
$\lambda_{red,z}$	0,397	---	---	0,397	0,397	0,397	0,397
χ_y	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	362,1	---	---	362,1	362,1	362,1	362,1
$N_{cr,z}$	4173,0	---	---	4173,0	4173,0	4173,0	4173,0
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	18,5	18,5	18,5
$M_z / M_{b,Rd}$	4,3%	2,7%	4,0%	3,1%	17,6%	17,6%	17,6%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	0,425	0,425	0,425
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	4,4%	---	---	3,0%	17,6%	17,6%	17,6%
CE (6.62)	2,7%	---	---	1,9%	10,6%	10,6%	10,6%
k_{yy}	0,881	---	---	0,974	0,949	0,949	0,949
k_{zz}	0,979	---	---	0,667	0,993	0,993	0,993
k_{yz}	0,588	---	---	0,400	0,596	0,596	0,596
k_{zy}	0,529	---	---	0,584	0,569	0,569	0,569
cm_y	0,880	---	---	0,972	0,948	0,948	0,948
cm_z	0,979	---	---	0,667	0,993	0,993	0,993
cm_{LT}	0,979	---	---	0,667	0,993	0,993	0,993
N_{Ed}	0,8	---	---	0,8	0,3	0,3	0,3
$M_{Ed,y}$	0,0	---	---	0,0	-0,0	-0,0	-0,0
$M_{Ed,z}$	-1,9	---	---	1,3	-3,3	-3,3	-3,3

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,18$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 45 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,39; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,525; 0,500)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm
 Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,08	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,08	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,07	+0,00	+0,01	+0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	24(2)	0	-0,7	-0,0	-0,0	(0,0)	-2,8	(2,8)	-4,1	-0,0	6,4%
2	Mx	17(2)	0	-0,3	-0,0	-0,0	(0,0)	-2,7	(-2,7)	-3,2	-0,0	6,2%
3	My	16(2)	480	-0,5	-0,0	0,0	(0,0)	-0,3	(-3,3)	2,9	-0,0	5,1%
4	Mz	16(2)	0	-0,5	-0,0	-0,0	(0,0)	-3,3	(-3,3)	-4,2	-0,0	11,7%
5	V	16(2)	0	-0,5	-0,0	-0,0	(0,0)	-3,3	(-3,3)	-4,2	-0,0	11,7%
6	Sm	16(2)	0	-0,5	-0,0	-0,0	(0,0)	-3,3	(-3,3)	-4,2	-0,0	11,7%

APROVECHAMIENTO 0,12 (11,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,1%	---	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	2,4%	---	1,9%	1,7%	2,5%	2,5%	2,5%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	---	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	---	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	---	0,1%	0,5%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	6,4%	---	6,2%	0,7%	7,7%	7,7%	7,7%
T_{Rd}	0,9	---	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	---	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,4%	---	0,5%	0,5%	0,7%	0,7%	0,7%
$N + M + V$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	2,4%	---	1,9%	1,7%	2,5%	2,5%	2,5%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,2	---	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
$T + V_z$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{b,Rd}$	0,1%	---	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$\lambda_{red,y}$	1,347	---	1,347	1,347	1,347	1,347	1,347
$\lambda_{red,z}$	0,391	---	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	362,3	---	362,3	362,3	362,3	362,3	362,3

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
N _{cr,z}	4298,6	---	4298,6	4298,6	4298,6	4298,6	4298,6
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	43,6	---	43,6	43,6	18,6	18,6	18,6
M _z / M _{b,Rd}	6,4%	---	6,2%	0,7%	18,0%	18,0%	18,0%
χ _{LT}	1,000	---	1,000	1,000	0,426	0,426	0,426
λ _{red,LT}	1,505	---	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M _{cr}	20,2	---	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	4,5%	---	4,1%	5,1%	11,7%	11,7%	11,7%
CE (6.62)	2,9%	---	2,6%	3,3%	7,2%	7,2%	7,2%
k _{yy}	0,586	---	0,466	0,509	0,509	0,509	0,509
k _{zz}	0,662	---	0,625	0,637	0,637	0,637	0,637
k _{yz}	0,397	---	0,375	0,382	0,382	0,382	0,382
k _{zy}	0,351	---	0,279	0,305	0,305	0,305	0,305
cm _y	0,585	---	0,465	0,508	0,508	0,508	0,508
cm _z	0,661	---	0,625	0,636	0,636	0,636	0,636
cm _{LT}	0,661	---	0,625	0,636	0,636	0,636	0,636
N _{Ed}	0,7	---	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
M _{Ed,y}	-0,0	---	-0,0	0,0	-0,0	-0,0	-0,0
M _{Ed,z}	-2,8	---	-2,7	-0,3	-3,3	-3,3	-3,3

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,18

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 29 (IPE-180) I/lb: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: χ = 0,40

Esbeltez: λ = (0,39;1,35)

Factor de longitud de pandeo: β = (0,525;0,500)

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	≤ +1,37	Si
Flecha por integridad	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	≤ +1,60	Si
Flecha por apariencia	+0,07	+0,00	+0,01	+0,00	≤ +1,60	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	24(2)	0	-0,7	0,0	0,0	(0,0)	-0,4	(-2,8)	-3,1	0,0	4,6%
2	Mx	17(2)	0	-0,3	0,0	0,0	(0,0)	-0,2	(-2,6)	-2,1	0,0	3,9%
3	My	16(2)	0	-0,5	0,0	0,0	(0,0)	-0,3	(-3,3)	-3,0	0,0	5,0%
4	Mz	16(2)	480	-0,5	0,0	-0,0	(0,0)	-3,3	(-3,3)	4,2	0,0	11,5%
5	V	16(2)	480	-0,5	0,0	-0,0	(0,0)	-3,3	(-3,3)	4,2	0,0	11,5%
6	Sm	16(2)	480	-0,5	0,0	-0,0	(0,0)	-3,3	(-3,3)	4,2	0,0	11,5%

APROVECHAMIENTO 0,12 (11,5%)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,1%	---	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	1,8%	---	1,3%	1,7%	2,5%	2,5%	2,5%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	---	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	---	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,5%	---	0,4%	0,5%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	1,0%	---	0,4%	0,7%	7,5%	7,5%	7,5%
T_{Rd}	0,9	---	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,5%	---	0,4%	0,5%	0,7%	0,7%	0,7%
$N + M + V$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	1,8%	---	1,3%	1,7%	2,5%	2,5%	2,5%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,2	---	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
$T + V_z$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{b,Rd}$	0,1%	---	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$\lambda_{red,y}$	1,347	---	1,347	1,347	1,347	1,347	1,347
$\lambda_{red,z}$	0,391	---	0,391	0,391	0,391	0,391	0,391
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	362,3	---	362,3	362,3	362,3	362,3	362,3
$N_{cr,z}$	4298,6	---	4298,6	4298,6	4298,6	4298,6	4298,6
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	---	43,6	43,6	18,6	18,6	18,6
$M_z / M_{b,Rd}$	1,0%	---	0,4%	0,7%	17,7%	17,7%	17,7%
χ_{LT}	1,000	---	1,000	1,000	0,426	0,426	0,426
$\lambda_{red,LT}$	1,505	---	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	---	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	4,6%	---	3,9%	5,0%	11,5%	11,5%	11,5%
CE (6.62)	3,0%	---	2,5%	3,2%	7,1%	7,1%	7,1%
k_{yy}	0,578	---	0,486	0,516	0,516	0,516	0,516
k_{zz}	0,660	---	0,627	0,638	0,638	0,638	0,638
k_{yz}	0,396	---	0,376	0,383	0,383	0,383	0,383
k_{zy}	0,347	---	0,292	0,310	0,310	0,310	0,310
cm_y	0,577	---	0,486	0,516	0,516	0,516	0,516
cm_z	0,660	---	0,627	0,638	0,638	0,638	0,638
cm_{LT}	0,660	---	0,627	0,638	0,638	0,638	0,638
N_{Ed}	0,7	---	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
$M_{Ed,y}$	0,0	---	0,0	0,0	-0,0	-0,0	-0,0

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
M _{Ed,z}	-0,4	---	-0,2	-0,3	-3,3	-3,3	-3,3

Cumple Pandeo Lateral-Torsional Mzd/Mb,Rd= 0,18

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 33 (IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,41; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,550; 0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,02	-0,01	+0,00	-0,01	≤ +1,37	Sí
Flecha por integridad	+0,02	-0,01	+0,00	-0,01	≤ +1,60	Sí
Flecha por apariencia	+0,01	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +1,60	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	16(2)	0	-0,2	0,0	-0,0	(-0,0)	-3,1	(-3,2)	-3,3	0,0	7,3%
1	Tr	34(2)	0	0,0	-0,0	0,0	(0,0)	-0,7	(-0,7)	-1,0	-0,0	1,7%
2	Mx	4(2)	0	-0,1	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,6	(-1,7)	-1,6	0,0	3,9%
3	My	52(2)	0	-0,1	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,1	(-1,1)	-1,2	-0,0	2,6%
4	Mz	16(2)	480	-0,2	0,0	-0,0	(-0,0)	-3,2	(-3,2)	3,3	0,0	7,3%
5	V	24(2)	0	-0,1	-0,0	-0,0	(-0,0)	-3,0	(-3,0)	-3,3	-0,0	6,9%
6	Sm	16(2)	0	-0,2	0,0	-0,0	(-0,0)	-3,1	(-3,2)	-3,3	0,0	7,3%

APROVECHAMIENTO 0,07 (7,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
N _{c,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
F _x / N _{t,Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{c,Rd,y}	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
V _y / V _{c,Rd,y}	1,9%	0,6%	0,9%	0,7%	2,0%	2,0%	1,9%
V _{c,Rd,z}	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
M _y / M _{c,Rd,y}	0,1%	0,0%	0,1%	0,4%	0,1%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,z}	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{c,Rd,z}	7,2%	1,7%	3,7%	2,5%	7,3%	6,8%	7,2%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,6%	0,0%	0,2%	0,5%	0,6%	0,5%	0,6%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	1,9%	0,6%	0,9%	0,7%	2,0%	2,0%	1,9%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$\lambda_{red,y}$	1,348	---	1,348	1,348	1,348	1,348	1,348
$\lambda_{red,z}$	0,410	---	0,410	0,410	0,410	0,410	0,410
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	361,5	---	361,5	361,5	361,5	361,5	361,5
$N_{cr,z}$	3910,8	---	3910,8	3910,8	3910,8	3910,8	3910,8
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	7,2%	1,7%	3,7%	2,5%	7,3%	6,8%	7,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	7,3%	---	3,9%	2,6%	7,3%	6,9%	7,3%
CE (6.62)	4,5%	---	2,4%	1,7%	4,5%	4,2%	4,5%
k_{yy}	0,983	---	0,958	0,400	0,983	0,972	0,983
k_{zz}	0,997	---	0,990	0,995	0,997	0,996	0,997
k_{yz}	0,598	---	0,594	0,597	0,598	0,598	0,598
k_{zy}	0,590	---	0,575	0,240	0,590	0,583	0,590
cm_y	0,982	---	0,958	0,400	0,982	0,972	0,982
cm_z	0,997	---	0,990	0,995	0,997	0,996	0,997
cm_{LT}	0,997	---	0,990	0,995	0,997	0,996	0,997
N_{Ed}	0,2	---	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0
$M_{Ed,z}$	-3,1	---	-1,6	-1,1	-3,2	-3,0	-3,1

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,07$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 41 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,40; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,539; 0,501)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,37$	Sí
Flecha por integridad	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,60$	Sí
Flecha por apariencia	+0,07	+0,00	+0,01	+0,00	$\leq +1,60$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	22(2)	0	-0,2	-0,0	-0,0	(0,1)	-3,2	(-3,2)	-4,0	-0,0	7,3%
2	Mx	25(2)	0	-0,1	-0,0	-0,0	(0,0)	-2,1	(-2,1)	-2,9	-0,0	4,8%
3	My	52(2)	480	-0,1	-0,0	0,1	(0,1)	-0,0	(-1,1)	1,0	-0,0	1,7%
4	Mz	16(2)	0	-0,2	0,0	-0,0	(0,1)	-3,2	(-3,2)	-4,0	-0,0	7,3%
5	V	24(2)	0	-0,1	-0,0	-0,0	(0,0)	-3,0	(-3,0)	-3,9	-0,0	6,8%
6	Sm	16(2)	0	-0,2	0,0	-0,0	(0,1)	-3,2	(-3,2)	-4,0	-0,0	7,3%

APROVECHAMIENTO 0,07 (7,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	2,3%	---	1,7%	0,6%	2,3%	2,3%	2,3%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	---	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	---	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,1%	---	0,0%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	7,3%	---	4,8%	0,1%	7,3%	6,8%	7,3%
T_{Rd}	0,9	---	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	---	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,7%	---	0,3%	0,6%	0,7%	0,5%	0,7%
N + M + V	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	---	170,0	170,1	170,1	170,0	170,1
T + V_y	2,3%	---	1,7%	0,6%	2,3%	2,3%	2,3%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,2	---	220,0	220,1	220,2	220,1	220,2
T + V_z	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$\lambda_{red,y}$	1,348	---	1,348	1,348	1,348	1,348	1,348
$\lambda_{red,z}$	0,401	---	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	361,9	---	361,9	361,9	361,9	361,9	361,9
$N_{cr,z}$	4083,4	---	4083,4	4083,4	4083,4	4083,4	4083,4
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	7,3%	---	4,8%	0,1%	7,3%	6,8%	7,3%
χ_{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	---	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	---	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	4,6%	---	3,1%	1,7%	4,6%	4,3%	4,6%
CE (6.62)	3,0%	---	2,0%	1,2%	3,0%	2,8%	3,0%
k_{yy}	0,504	---	0,562	0,400	0,500	0,539	0,500
k_{zz}	0,607	---	0,607	0,610	0,607	0,607	0,607
k_{yz}	0,364	---	0,364	0,366	0,364	0,364	0,364
k_{zy}	0,302	---	0,337	0,240	0,300	0,323	0,300
cm_y	0,504	---	0,562	0,400	0,500	0,539	0,500
cm_z	0,607	---	0,607	0,610	0,607	0,607	0,607
cm_{LT}	0,607	---	0,607	0,610	0,607	0,607	0,607
N_{Ed}	0,2	---	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	-0,0	0,1	-0,0	-0,0	-0,0
$M_{Ed,z}$	-3,2	---	-2,1	-0,0	-3,2	-3,0	-3,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,07$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 25 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,40; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,539; 0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,07	+0,00	+0,01	+0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	22(2)	0	-0,2	0,0	0,1	(0,1)	-0,1	(-3,1)	-2,7	0,0	4,6%
2	Mx	25(2)	0	-0,1	0,0	0,0	(0,0)	-0,0	(-2,1)	-2,0	0,0	3,1%
3	My	55(2)	0	-0,1	0,0	0,1	(0,1)	-0,0	(-1,1)	-1,0	0,0	1,7%
4	Mz	16(2)	480	-0,2	0,0	-0,0	(0,1)	-3,2	(-3,2)	4,0	0,0	7,3%
5	V	24(2)	480	-0,1	0,0	-0,0	(0,0)	-3,0	(-3,0)	3,9	0,0	6,9%
6	Sm	16(2)	480	-0,2	0,0	-0,0	(0,1)	-3,2	(-3,2)	4,0	0,0	7,3%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

APROVECHAMIENTO 0,07 (7,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	1,6%	---	1,2%	0,6%	2,3%	2,3%	2,3%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	---	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	---	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,6%	---	0,4%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,1%	---	0,1%	0,1%	7,3%	6,9%	7,3%
T_{Rd}	0,9	---	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	---	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,6%	---	0,4%	0,6%	0,7%	0,6%	0,7%
$N + M + V$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	---	170,0	170,1	170,1	170,0	170,1
$T + V_y$	1,6%	---	1,2%	0,6%	2,3%	2,3%	2,3%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,2	---	220,1	220,1	220,2	220,1	220,2
$T + V_z$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$\lambda_{red,y}$	1,348	---	1,348	1,348	1,348	1,348	1,348
$\lambda_{red,z}$	0,401	---	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	361,9	---	361,9	361,9	361,9	361,9	361,9
$N_{cr,z}$	4083,4	---	4083,4	4083,4	4083,4	4083,4	4083,4
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	0,1%	---	0,1%	0,1%	7,3%	6,9%	7,3%
χ_{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	---	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	---	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	4,6%	---	3,1%	1,7%	4,6%	4,4%	4,6%
CE (6.62)	2,9%	---	2,0%	1,2%	3,0%	2,8%	3,0%
k_{yy}	0,507	---	0,552	0,400	0,504	0,534	0,504
k_{zz}	0,607	---	0,607	0,610	0,607	0,607	0,607
k_{yz}	0,364	---	0,364	0,366	0,364	0,364	0,364
k_{zy}	0,304	---	0,331	0,240	0,303	0,321	0,303
cm_y	0,507	---	0,552	0,400	0,504	0,534	0,504
cm_z	0,607	---	0,607	0,610	0,607	0,607	0,607
cm_{LT}	0,607	---	0,607	0,610	0,607	0,607	0,607

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
N _{Ed}	0,2	---	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
M _{Ed,y}	0,1	---	0,0	0,1	-0,0	-0,0	-0,0
M _{Ed,z}	-0,1	---	-0,0	-0,0	-3,2	-3,0	-3,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional Mzd/Mb,Rd= 0,07
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 35 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,41; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,550; 0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,03	-0,03	+0,01	-0,01	≤ +1,37	Sí
Flecha por integridad	+0,03	-0,03	+0,01	-0,01	≤ +1,60	Sí
Flecha por apariencia	+0,02	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +1,60	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,2	(-1,3)	-0,9	0,0	2,7%
1	Tr	24(2)	0	0,1	-0,0	-0,0	(-0,0)	-2,7	(-2,7)	-3,3	-0,0	6,2%
2	Mx	4(2)	0	0,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,7	(-1,8)	-1,6	0,0	4,0%
3	My	52(2)	0	0,1	-0,0	-0,0	(-0,0)	-1,0	(-1,0)	-1,2	-0,0	2,3%
4	Mz	16(2)	480	0,1	0,0	-0,0	(-0,0)	-3,1	(-3,1)	3,3	0,0	7,2%
5	V	24(2)	0	0,1	-0,0	-0,0	(-0,0)	-2,7	(-2,7)	-3,3	-0,0	6,2%
6	Sm	16(2)	480	0,1	0,0	-0,0	(-0,0)	-3,1	(-3,1)	3,3	0,0	7,2%

APROVECHAMIENTO 0,07 (7,2%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
N _{c,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
F _x / N _{t,Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{c,Rd,y}	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
V _y / V _{c,Rd,y}	0,5%	1,9%	0,9%	0,7%	1,9%	1,9%	1,9%
V _{c,Rd,z}	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
M _y / M _{c,Rd,y}	0,1%	0,0%	0,1%	0,4%	0,1%	0,0%	0,1%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	2,7%	6,2%	4,0%	2,3%	7,2%	6,2%	7,2%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,2%	0,4%	0,2%	0,4%	0,6%	0,4%	0,6%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	0,5%	1,9%	0,9%	0,7%	1,9%	1,9%	1,9%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	0,0	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	0,000	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,000	---	---	---	---	---	---
χ_y	0,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	0,000	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	0,0	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	0,0	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	2,7%	6,2%	4,0%	2,3%	7,2%	6,2%	7,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
	0,0%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,000	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,000	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,000	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,000	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,000	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,000	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,000	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	0,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	0,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,07$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 43 (IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,40; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,539; 0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm
Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)
Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$
Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm
Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,37$	Sí
Flecha por integridad	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,60$	Sí
Flecha por apariencia	+0,07	+0,00	+0,01	+0,00	$\leq +1,60$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,0	0,0	-0,0	(0,0)	-1,3	(-1,3)	-1,2	-0,0	2,9%
1	Tr	55(2)	0	0,1	-0,0	0,0	(0,0)	-1,0	(-1,0)	-1,4	0,0	2,4%
2	Mx	25(2)	0	0,1	-0,0	0,0	(0,0)	-1,7	(2,1)	-2,8	-0,0	3,9%
3	My	24(2)	480	0,1	-0,0	0,1	(0,1)	-0,0	(2,7)	2,7	-0,0	1,6%
4	Mz	16(2)	0	0,0	-0,0	-0,0	(0,1)	-3,1	(-3,1)	-3,9	-0,0	7,2%
5	V	16(2)	0	0,0	-0,0	-0,0	(0,1)	-3,1	(-3,1)	-3,9	-0,0	7,2%
6	Sm	16(2)	0	0,0	-0,0	-0,0	(0,1)	-3,1	(-3,1)	-3,9	-0,0	7,2%

APROVECHAMIENTO 0,07 (7,2%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,7%	0,8%	1,6%	1,6%	2,3%	2,3%	2,3%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,1%	0,3%	0,0%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	2,9%	2,4%	3,9%	0,1%	7,2%	7,2%	7,2%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,2%	0,4%	0,2%	0,6%	0,7%	0,7%	0,7%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	0,7%	0,8%	1,6%	1,6%	2,3%	2,3%	2,3%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,1	220,1	220,1	220,1	220,2	220,2	220,2
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	0,0	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	0,000	---	---	---	---	---	---

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$\lambda_{red,z}$	0,000	---	---	---	---	---	---
χ_y	0,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	0,000	---	---	---	---	---	---
$N_{or,y}$	0,0	---	---	---	---	---	---
$N_{or,z}$	0,0	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	2,9%	2,4%	3,9%	0,1%	7,2%	7,2%	7,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
	0,0%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,000	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,000	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,000	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,000	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,000	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,000	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,000	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	0,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	0,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,07$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 27 (IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,40;1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,539;0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,07	+0,00	+0,01	+0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,0	-0,0	0,0	(0,0)	0,0	(-1,2)	-0,7	0,0	0,4%
1	Tr	52(2)	0	0,1	0,0	-0,0	(0,0)	0,0	(-1,0)	-1,0	-0,0	0,6%
2	Mx	25(2)	0	0,1	0,0	0,0	(0,0)	-0,0	(2,1)	-2,0	0,0	1,2%
3	My	24(2)	0	0,1	0,0	0,1	(0,1)	-0,0	(-2,7)	-2,7	0,0	1,6%
4	Mz	16(2)	480	0,0	0,0	-0,0	(0,1)	-3,1	(-3,1)	3,9	0,0	7,1%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
5	V	16(2)	480	0,0	0,0	-0,0	(0,1)	-3,1	(-3,1)	3,9	0,0	7,1%
6	Sm	16(2)	480	0,0	0,0	-0,0	(0,1)	-3,1	(-3,1)	3,9	0,0	7,1%

APROVECHAMIENTO 0,07 (7,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	0	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
N _{c,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
F _x / N _{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{c,Rd,y}	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
V _y / V _{c,Rd,y}	0,4%	0,6%	1,2%	1,6%	2,3%	2,3%	2,3%
V _{c,Rd,z}	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
M _y / M _{c,Rd,y}	0,2%	0,1%	0,4%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,z}	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	7,1%	7,1%	7,1%
T _{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M _x / T _{Rd}	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,2%	0,1%	0,4%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
T + V _y	0,4%	0,6%	1,2%	1,6%	2,3%	2,3%	2,3%
V _{pl,T,Rd,z}	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	0,0	---	---	---	---	---	---
F _x / N _{b,Rd}	0,0%	---	---	---	---	---	---
λ _{red,y}	0,000	---	---	---	---	---	---
λ _{red,z}	0,000	---	---	---	---	---	---
χ _y	0,000	---	---	---	---	---	---
χ _z	0,000	---	---	---	---	---	---
N _{cr,y}	0,0	---	---	---	---	---	---
N _{cr,z}	0,0	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{b,Rd}	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	7,1%	7,1%	7,1%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M _{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
	0,0%	---	---	---	---	---	---
k _{yy}	0,000	---	---	---	---	---	---
k _{zz}	0,000	---	---	---	---	---	---
k _{yz}	0,000	---	---	---	---	---	---
k _{zy}	0,000	---	---	---	---	---	---

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
cm_y	0,000	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,000	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,000	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	0,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	0,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,07$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 34 (IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,41; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,550; 0,501)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,03	-0,02	+0,00	-0,01	$\leq +1,37$	Sí
Flecha por integridad	+0,03	-0,02	+0,00	-0,01	$\leq +1,60$	Sí
Flecha por apariencia	+0,01	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,60$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,1	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,1	(-1,2)	-0,9	0,0	2,7%
1	Tr	51(2)	0	0,0	-0,0	0,0	(0,0)	-1,3	(-1,3)	-1,8	-0,0	3,0%
2	Mx	4(2)	0	-0,1	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,7	(-1,7)	-1,5	0,0	4,0%
3	My	52(2)	0	0,0	-0,0	-0,0	(-0,0)	-1,0	(-1,0)	-1,2	-0,0	2,4%
4	Mz	16(2)	480	-0,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-3,1	(-3,1)	3,2	0,0	7,1%
5	V	24(2)	0	0,0	-0,0	-0,0	(-0,0)	-2,7	(-2,7)	-3,2	-0,0	6,3%
6	Sm	16(2)	0	-0,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-3,0	(-3,1)	-3,2	0,0	7,1%

APROVECHAMIENTO 0,07 (7,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,5%	1,0%	0,9%	0,7%	1,9%	1,9%	1,9%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,1%	0,0%	0,1%	0,5%	0,1%	0,0%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	2,5%	3,0%	3,8%	2,4%	7,1%	6,3%	7,0%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,1%	0,1%	0,2%	0,5%	0,6%	0,4%	0,6%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
T + V_y	0,5%	1,0%	0,9%	0,7%	1,9%	1,9%	1,9%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
T + V_z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	626,0	---	626,0	---	626,0
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	0,0%	---	0,0%	---	0,0%
$\lambda_{red,y}$	1,348	---	1,348	---	1,348	---	1,348
$\lambda_{red,z}$	0,410	---	0,410	---	0,410	---	0,410
χ_y	1,000	---	1,000	---	1,000	---	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	---	1,000	---	1,000
$N_{cr,y}$	361,5	---	361,5	---	361,5	---	361,5
$N_{cr,z}$	3910,8	---	3910,8	---	3910,8	---	3910,8
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	2,5%	3,0%	3,8%	2,4%	7,1%	6,3%	7,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	2,7%	---	4,0%	---	7,1%	---	7,1%
CE (6.62)	1,7%	---	2,5%	---	4,3%	---	4,3%
k_{yy}	0,933	---	0,941	---	0,968	---	0,968
k_{zz}	0,974	---	0,983	---	0,994	---	0,994
k_{yz}	0,584	---	0,590	---	0,596	---	0,596
k_{zy}	0,560	---	0,564	---	0,581	---	0,581
cm_y	0,933	---	0,941	---	0,968	---	0,968
cm_z	0,974	---	0,982	---	0,994	---	0,994
cm_{LT}	0,974	---	0,982	---	0,994	---	0,994
N_{Ed}	0,1	---	0,1	---	0,0	---	0,0
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	-0,0	---	-0,0	---	-0,0
$M_{Ed,z}$	-1,1	---	-1,7	---	-3,1	---	-3,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,07$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 42 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Esbeltez: $\lambda = (0,40;1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,539;0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,37$	Sí
Flecha por integridad	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,60$	Sí
Flecha por apariencia	+0,07	+0,00	+0,01	+0,00	$\leq +1,60$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,0	0,0	-0,0	(0,0)	-1,2	(-1,2)	-1,2	-0,0	2,7%
1	Tr	55(2)	0	0,1	-0,0	0,0	(0,0)	-1,1	(-1,1)	-1,4	0,0	2,4%
2	Mx	25(2)	0	0,1	-0,0	-0,0	(0,0)	-1,8	(2,0)	-2,8	-0,0	4,2%
3	My	52(2)	480	-0,0	-0,0	0,1	(0,1)	-0,0	(-1,0)	0,9	-0,0	1,6%
4	Mz	16(2)	0	0,0	-0,0	-0,0	(0,0)	-3,1	(-3,1)	-3,8	-0,0	7,1%
5	V	24(2)	0	0,1	-0,0	-0,0	(0,0)	-2,7	(-2,7)	-3,8	-0,0	6,2%
6	Sm	16(2)	0	0,0	-0,0	-0,0	(0,0)	-3,1	(-3,1)	-3,8	-0,0	7,1%

APROVECHAMIENTO 0,07 (7,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,7%	0,8%	1,6%	0,6%	2,3%	2,2%	2,3%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,1%	0,4%	0,0%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	2,7%	2,4%	4,2%	0,0%	7,1%	6,2%	7,1%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,2%	0,4%	0,2%	0,6%	0,6%	0,4%	0,6%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,0	170,1	170,1	170,0	170,1
$T + V_y$	0,7%	0,8%	1,6%	0,6%	2,3%	2,2%	2,3%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,1	220,1	220,1	220,1	220,2	220,1	220,2
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	---	626,0	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	---	0,0%	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,348	---	---	1,348	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,401	---	---	0,401	---	---	---
χ_y	1,000	---	---	1,000	---	---	---
χ_z	1,000	---	---	1,000	---	---	---
$N_{cr,y}$	361,9	---	---	361,9	---	---	---
$N_{cr,z}$	4083,4	---	---	4083,4	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	2,7%	2,4%	4,2%	0,0%	7,1%	6,2%	7,1%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,7%	---	---	1,6%	---	---	---
CE (6.62)	1,0%	---	---	1,1%	---	---	---
k_{yy}	0,400	---	---	0,400	---	---	---
k_{zz}	0,598	---	---	0,605	---	---	---
k_{yz}	0,359	---	---	0,363	---	---	---
k_{zy}	0,240	---	---	0,240	---	---	---
cm_y	0,400	---	---	0,400	---	---	---
cm_z	0,598	---	---	0,605	---	---	---
cm_{LT}	0,598	---	---	0,605	---	---	---
N_{Ed}	0,0	---	---	0,0	---	---	---
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	0,1	---	---	---
$M_{Ed,z}$	-1,2	---	---	-0,0	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,07$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 26 (IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,40; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,539; 0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,07	+0,00	+0,01	+0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,0	-0,0	0,0	(0,0)	0,0	(-1,1)	-0,7	0,0	1,5%
1	Tr	52(2)	0	0,1	0,0	-0,0	(0,0)	0,0	(-1,1)	-0,9	-0,0	0,5%
2	Mx	25(2)	0	0,1	0,0	0,0	(0,0)	-0,0	(2,0)	-2,0	0,0	1,2%
3	My	55(2)	0	-0,0	0,0	0,1	(0,1)	-0,0	(-1,0)	-0,9	0,0	1,6%
4	Mz	16(2)	480	0,0	0,0	-0,0	(0,0)	-3,0	(-3,0)	3,8	0,0	7,0%
5	V	24(2)	480	0,1	0,0	-0,0	(0,1)	-2,7	(-2,7)	3,8	0,0	6,3%
6	Sm	16(2)	480	0,0	0,0	-0,0	(0,0)	-3,0	(-3,0)	3,8	0,0	7,0%

APROVECHAMIENTO 0,07 (7,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
N _{c,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
F _x / N _{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{c,Rd,y}	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
V _y / V _{c,Rd,y}	0,4%	0,5%	1,2%	0,6%	2,3%	2,2%	2,3%
V _{c,Rd,z}	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
M _y / M _{c,Rd,y}	0,2%	0,2%	0,4%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,z}	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,0%	6,3%	7,0%
T _{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M _x / T _{Rd}	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,2%	0,2%	0,4%	0,6%	0,6%	0,5%	0,6%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	170,1	170,1	170,0	170,1	170,1	170,1	170,1
T + V _y	0,4%	0,5%	1,2%	0,6%	2,3%	2,2%	2,3%
V _{pl,T,Rd,z}	220,1	220,1	220,1	220,1	220,2	220,1	220,2
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	626,0	---	---	626,0	---	---	---
F _x / N _{b,Rd}	0,0%	---	---	0,0%	---	---	---
λ _{red,y}	1,348	---	---	1,348	---	---	---
λ _{red,z}	0,401	---	---	0,401	---	---	---
χ _y	1,000	---	---	1,000	---	---	---
χ _z	1,000	---	---	1,000	---	---	---
N _{cr,y}	361,9	---	---	361,9	---	---	---
N _{cr,z}	4083,4	---	---	4083,4	---	---	---
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{b,Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,0%	6,3%	7,0%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M _{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
CE (6.61)	1,5%	---	---	1,6%	---	---	---
CE (6.62)	1,0%	---	---	1,1%	---	---	---
k_{yy}	0,405	---	---	0,400	---	---	---
k_{zz}	0,598	---	---	0,605	---	---	---
k_{yz}	0,359	---	---	0,363	---	---	---
k_{zy}	0,243	---	---	0,240	---	---	---
cm_y	0,405	---	---	0,400	---	---	---
cm_z	0,598	---	---	0,605	---	---	---
cm_{LT}	0,598	---	---	0,605	---	---	---
N_{Ed}	0,0	---	---	0,0	---	---	---
$M_{Ed,y}$	0,0	---	---	0,1	---	---	---
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	-0,0	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,07$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 36 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,41; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,550; 0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,04	-0,03	+0,01	-0,01	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,04	-0,03	+0,01	-0,01	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,02	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,1	(-1,2)	-0,9	0,0	2,8%
1	Tr	25(2)	0	0,0	-0,0	0,0	(0,0)	-1,7	(-1,7)	-2,4	-0,0	3,8%
2	Mx	4(2)	0	-0,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,7	(-1,8)	-1,5	0,0	3,8%
3	My	52(2)	0	0,0	-0,0	-0,0	(-0,0)	-1,0	(-1,0)	-1,1	-0,0	2,2%
4	Mz	16(2)	480	0,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-3,0	(-3,0)	3,1	0,0	6,8%
5	V	24(2)	0	0,0	-0,0	-0,0	(0,0)	-2,5	(-2,5)	-3,1	-0,0	5,7%
6	Sm	16(2)	480	0,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-3,0	(-3,0)	3,1	0,0	6,8%

APROVECHAMIENTO 0,07 (6,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,5%	1,4%	0,9%	0,7%	1,8%	1,8%	1,8%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,1%	0,0%	0,1%	0,2%	0,1%	0,0%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	2,6%	3,8%	3,8%	2,2%	6,8%	5,7%	6,8%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,6%	0,3%	0,6%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	0,5%	1,4%	0,9%	0,7%	1,8%	1,8%	1,8%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	0,0	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	0,0%	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,348	---	0,000	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,410	---	0,000	---	---	---	---
χ_y	1,000	---	0,000	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	0,000	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	361,5	---	0,0	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	3909,6	---	0,0	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	2,6%	3,8%	3,8%	2,2%	6,8%	5,7%	6,8%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	2,8%	---	0,0%	---	---	---	---
CE (6.62)	1,8%	---	0,0%	---	---	---	---
k_{yy}	0,926	---	0,000	---	---	---	---
k_{zz}	0,967	---	0,000	---	---	---	---
k_{yz}	0,580	---	0,000	---	---	---	---
k_{zy}	0,555	---	0,000	---	---	---	---
cm_y	0,926	---	0,000	---	---	---	---
cm_z	0,967	---	0,000	---	---	---	---
cm_{LT}	0,967	---	0,000	---	---	---	---
N_{Ed}	0,0	---	0,0	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	0,0	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	-1,1	---	0,0	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,07$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

VIGA 44 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,40;1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,539;0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,07	-0,02	+0,01	-0,00	≤ +1,37	Si
Flecha por integridad	+0,07	-0,02	+0,01	-0,00	≤ +1,60	Si
Flecha por apariencia	+0,07	+0,00	+0,01	+0,00	≤ +1,60	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	55(2)	0	0,1	-0,0	0,0	(0,0)	-1,0	(-1,0)	-1,3	0,0	2,3%
2	Mx	16(2)	0	0,1	-0,0	-0,0	(0,0)	-3,0	(-3,0)	-3,8	-0,0	6,9%
3	My	24(2)	480	0,1	-0,0	0,0	(0,0)	-0,0	(2,6)	2,6	-0,0	1,5%
4	Mz	16(2)	0	0,1	-0,0	-0,0	(0,0)	-3,0	(-3,0)	-3,8	-0,0	6,9%
5	V	16(2)	0	0,1	-0,0	-0,0	(0,0)	-3,0	(-3,0)	-3,8	-0,0	6,9%
6	Sm	16(2)	0	0,1	-0,0	-0,0	(0,0)	-3,0	(-3,0)	-3,8	-0,0	6,9%

APROVECHAMIENTO 0,07 (6,9%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
N _{c,Rd}	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
F _x / N _{t,Rd}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{c,Rd,y}	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
V _y / V _{c,Rd,y}	---	0,8%	2,2%	1,5%	2,2%	2,2%	2,2%
V _{c,Rd,z}	---	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
V _z / V _{c,Rd,z}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	---	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
M _y / M _{c,Rd,y}	---	0,2%	0,1%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,z}	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{c,Rd,z}	---	2,3%	6,9%	0,0%	6,9%	6,9%	6,9%
T _{Rd}	---	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M _x / T _{Rd}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	---	0,2%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
N + M + V	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
T + V _y	---	0,8%	2,2%	1,5%	2,2%	2,2%	2,2%
V _{pl,T,Rd,z}	---	220,2	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
T + V _z	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{b,Rd}	---	2,3%	6,9%	0,0%	6,9%	6,9%	6,9%
χ _{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	---	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M _{cr}	---	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,07

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 28 (IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: χ = 0,40

Esbeltez: λ = (0,40;1,35)

Factor de longitud de pandeo: β = (0,539;0,501)

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	≤ +1,37	Si
Flecha por integridad	+0,07	-0,01	+0,01	-0,00	≤ +1,60	Si
Flecha por apariencia	+0,07	+0,00	+0,01	+0,00	≤ +1,60	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	52(2)	0	0,1	0,0	-0,0	(0,0)	-0,0	(-1,0)	-0,9	-0,0	0,5%
2	Mx	16(2)	0	0,1	0,0	0,0	(0,0)	-0,0	(-2,9)	-2,5	0,0	1,5%
3	My	24(2)	0	0,1	0,0	0,0	(0,0)	-0,0	(2,6)	-2,6	0,0	1,5%
4	Mz	16(2)	480	0,1	0,0	-0,0	(0,0)	-2,9	(-2,9)	3,7	0,0	6,7%
5	V	16(2)	480	0,1	0,0	-0,0	(0,0)	-2,9	(-2,9)	3,7	0,0	6,7%
6	Sm	16(2)	480	0,1	0,0	-0,0	(0,0)	-2,9	(-2,9)	3,7	0,0	6,7%

APROVECHAMIENTO 0,07 (6,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	0	1	1	1	1	1
Alma clase	---	0	0	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
N _{c,Rd}	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
F_x / N_{Rd}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	0,5%	1,5%	1,5%	2,2%	2,2%	2,2%
$V_{c,Rd,z}$	---	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	---	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,0%	0,5%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	6,7%	6,7%	6,7%
T_{Rd}	---	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	---	0,0%	0,5%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
$N + M + V$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	---	0,5%	1,5%	1,5%	2,2%	2,2%	2,2%
$V_{pl,T,Rd,z}$	---	220,2	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
$T + V_z$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	6,7%	6,7%	6,7%
χ_{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	---	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,07$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 24 (IPE-180) I/lb: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,41$

Esbeltez: $\lambda = (0,39; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,523; 0,500)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,05	-0,00	+0,01	-0,00	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,05	-0,00	+0,01	-0,00	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,01	+0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	52(2)	0	-0,4	0,0	-0,0	(0,0)	-0,1	(-1,0)	-0,9	-0,0	1,6%
1	Tr	51(2)	0	0,2	0,0	0,0	(0,0)	-0,1	(-1,4)	-1,3	0,0	0,7%
2	Mx	25(2)	0	0,1	0,0	0,0	(0,0)	-0,2	(-1,9)	-1,7	0,0	1,0%
3	My	16(2)	0	-0,3	0,0	0,0	(0,0)	-0,3	(-2,7)	-2,3	0,0	4,1%
4	Mz	16(2)	480	-0,3	0,0	-0,0	(0,0)	-2,7	(-2,7)	3,3	0,0	6,1%
5	V	24(2)	480	0,0	0,0	-0,0	(0,0)	-2,6	(-2,6)	3,3	0,0	6,0%
6	Sm	16(2)	480	-0,3	0,0	-0,0	(0,0)	-2,7	(-2,7)	3,3	0,0	6,1%

APROVECHAMIENTO 0,06 (6,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
N _{c,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
F _x / N _{Rd}	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{c,Rd,y}	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
V _y / V _{c,Rd,y}	0,5%	0,7%	1,0%	1,3%	1,9%	1,9%	1,9%
V _{c,Rd,z}	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
M _y / M _{c,Rd,y}	0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	0,1%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,z}	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{c,Rd,z}	0,2%	0,3%	0,5%	0,6%	6,1%	6,0%	6,1%
T _{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M _x / T _{Rd}	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,1%	0,2%	0,3%	0,4%	0,5%	0,4%	0,5%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
T + V _y	0,5%	0,7%	1,0%	1,3%	1,9%	1,9%	1,9%
V _{pl,T,Rd,z}	220,2	220,1	220,1	220,2	220,2	220,1	220,2
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	626,0	---	---	626,0	626,0	---	626,0
F _x / N _{b,Rd}	0,1%	---	---	0,0%	0,0%	---	0,0%
λ _{red,y}	1,347	---	---	1,347	1,347	---	1,347
λ _{red,z}	0,390	---	---	0,390	0,390	---	0,390
χ _y	1,000	---	---	1,000	1,000	---	1,000
χ _z	1,000	---	---	1,000	1,000	---	1,000
N _{cr,y}	362,4	---	---	362,4	362,4	---	362,4
N _{cr,z}	4328,3	---	---	4328,3	4328,3	---	4328,3
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{b,Rd}	0,2%	0,3%	0,5%	0,6%	6,1%	6,0%	6,1%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M _{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
CE (6.61)	1,6%	---	---	4,1%	4,1%	---	4,1%
CE (6.62)	1,0%	---	---	2,6%	2,6%	---	2,6%
k_{yy}	0,449	---	---	0,498	0,498	---	0,498
k_{zz}	0,636	---	---	0,641	0,641	---	0,641
k_{yz}	0,381	---	---	0,384	0,384	---	0,384
k_{zy}	0,269	---	---	0,299	0,299	---	0,299
cm_y	0,448	---	---	0,498	0,498	---	0,498
cm_z	0,635	---	---	0,641	0,641	---	0,641
cm_{LT}	0,635	---	---	0,641	0,641	---	0,641
N_{Ed}	0,4	---	---	0,3	0,3	---	0,3
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	0,0	-0,0	---	-0,0
$M_{Ed,z}$	-0,1	---	---	-0,3	-2,7	---	-2,7

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,06$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 40 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,41$

Esbeltez: $\lambda = (0,39; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,523; 0,500)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,05	-0,00	+0,01	-0,00	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,05	-0,00	+0,01	-0,00	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,01	+0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	55(2)	0	-0,4	-0,0	0,0	(0,0)	-1,0	(-1,0)	-1,2	0,0	2,3%
1	Tr	51(2)	0	0,1	-0,0	-0,0	(0,0)	-1,4	(-1,4)	-1,8	-0,0	3,2%
2	Mx	25(2)	0	0,1	-0,0	-0,0	(0,0)	-1,9	(-1,9)	-2,5	-0,0	4,4%
3	My	16(2)	480	-0,3	0,0	0,0	(0,0)	-0,3	(-2,7)	2,3	-0,0	4,1%
4	Mz	16(2)	0	-0,3	0,0	-0,0	(0,0)	-2,7	(-2,7)	-3,3	-0,0	6,1%
5	V	24(2)	0	0,0	-0,0	-0,0	(0,0)	-2,6	(-2,6)	-3,3	-0,0	6,0%
6	Sm	16(2)	0	-0,3	0,0	-0,0	(0,0)	-2,7	(-2,7)	-3,3	-0,0	6,1%

APROVECHAMIENTO 0,06 (6,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,7%	1,0%	1,4%	1,3%	1,9%	1,9%	1,9%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,2%	0,0%	0,0%	0,4%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	2,3%	3,2%	4,4%	0,6%	6,1%	6,0%	6,1%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,2%	0,1%	0,2%	0,4%	0,5%	0,4%	0,5%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,0	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	0,7%	1,0%	1,4%	1,3%	1,9%	1,9%	1,9%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,2	220,1	220,1	220,2	220,2	220,1	220,2
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	---	626,0	626,0	---	626,0
$F_x / N_{b,Rd}$	0,1%	---	---	0,0%	0,0%	---	0,0%
$\lambda_{red,y}$	1,347	---	---	1,347	1,347	---	1,347
$\lambda_{red,z}$	0,390	---	---	0,390	0,390	---	0,390
χ_y	1,000	---	---	1,000	1,000	---	1,000
χ_z	1,000	---	---	1,000	1,000	---	1,000
$N_{cr,y}$	362,4	---	---	362,4	362,4	---	362,4
$N_{cr,z}$	4328,3	---	---	4328,3	4328,3	---	4328,3
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	2,3%	3,2%	4,4%	0,6%	6,1%	6,0%	6,1%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,6%	---	---	4,1%	4,1%	---	4,1%
CE (6.62)	1,0%	---	---	2,6%	2,6%	---	2,6%
k_{yy}	0,449	---	---	0,495	0,495	---	0,495
k_{zz}	0,636	---	---	0,640	0,640	---	0,640
k_{yz}	0,381	---	---	0,384	0,384	---	0,384
k_{zy}	0,269	---	---	0,297	0,297	---	0,297
cm_y	0,449	---	---	0,495	0,495	---	0,495
cm_z	0,635	---	---	0,640	0,640	---	0,640
cm_{LT}	0,635	---	---	0,640	0,640	---	0,640
N_{Ed}	0,4	---	---	0,3	0,3	---	0,3
$M_{Ed,y}$	0,0	---	---	0,0	-0,0	---	-0,0
$M_{Ed,z}$	-1,0	---	---	-0,3	-2,7	---	-2,7

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,06$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

VIGA 32 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,40;1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,530;0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,01	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,01	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	18(2)	0	-0,3	0,0	-0,0	(-0,0)	-2,6	(-2,6)	-2,8	0,0	6,0%
1	Tr	30(2)	0	0,3	0,0	-0,0	(-0,0)	-0,8	(-0,8)	-0,8	0,0	1,9%
2	Mx	52(2)	0	-0,2	0,0	-0,0	(-0,0)	-0,9	(-1,0)	-1,0	-0,0	2,3%
3	My	52(2)	0	-0,2	0,0	-0,0	(-0,0)	-0,9	(-1,0)	-1,0	-0,0	2,3%
4	Mz	16(2)	480	-0,3	0,0	-0,0	(-0,0)	-2,6	(-2,6)	2,8	0,0	6,0%
5	V	24(2)	0	-0,2	-0,0	-0,0	(-0,0)	-2,5	(-2,5)	-2,8	-0,0	5,9%
6	Sm	16(2)	0	-0,3	0,0	-0,0	(-0,0)	-2,6	(-2,6)	-2,8	0,0	6,0%

APROVECHAMIENTO 0,06 (6,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	1,6%	0,5%	0,6%	0,6%	1,6%	1,6%	1,6%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,1%	0,0%	0,3%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	5,9%	1,9%	2,2%	2,2%	5,9%	5,8%	5,9%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
N + M	0,4%	0,1%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
T + V _y	1,6%	0,5%	0,6%	0,6%	1,6%	1,6%	1,6%
V _{pl,T,Rd,z}	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
F _x / N _{b,Rd}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
λ _{red,y}	1,347	---	1,347	1,347	1,347	1,347	1,347
λ _{red,z}	0,395	---	0,395	0,395	0,395	0,395	0,395
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	362,2	---	362,2	362,2	362,2	362,2	362,2
N _{cr,z}	4209,8	---	4209,8	4209,8	4209,8	4209,8	4209,8
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{b,Rd}	5,9%	1,9%	2,2%	2,2%	5,9%	5,8%	5,9%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M _{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	6,0%	---	2,3%	2,3%	6,0%	5,9%	6,0%
CE (6.62)	3,6%	---	1,5%	1,5%	3,7%	3,6%	3,7%
k _{yy}	1,000	---	0,400	0,400	0,997	0,997	0,997
k _{zz}	1,000	---	0,994	0,994	0,999	0,999	0,999
k _{yz}	0,600	---	0,596	0,596	0,599	0,599	0,599
k _{zy}	0,600	---	0,240	0,240	0,598	0,598	0,598
cm _y	0,999	---	0,400	0,400	0,997	0,997	0,997
cm _z	1,000	---	0,994	0,994	0,999	0,999	0,999
cm _{LT}	1,000	---	0,994	0,994	0,999	0,999	0,999
N _{Ed}	0,3	---	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3
M _{Ed,y}	-0,0	---	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0	-0,0
M _{Ed,z}	-2,6	---	-0,9	-0,9	-2,6	-2,5	-2,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,06

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 30 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,40; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,542; 0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,03	-0,01	+0,01	-0,00	≤ +1,37	Si

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por integridad	+0,03	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,60$	Sí
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,01	+0,00	$\leq +1,60$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	24(2)	0	-2,1	0,0	0,0	(0,0)	-0,2	(1,4)	-1,5	0,0	2,7%
2	Mx	17(2)	0	-1,0	0,0	0,0	(0,0)	-0,1	(-1,3)	-1,1	0,0	2,0%
3	My	24(2)	180	-2,1	0,0	0,0	(0,0)	1,4	(1,4)	-0,3	0,0	3,4%
4	Mz	24(2)	210	-2,1	0,0	0,0	(0,0)	1,4	(1,4)	-0,0	0,0	3,3%
5	V	16(2)	480	-1,4	0,0	-0,0	(0,0)	-1,3	(-1,3)	1,9	0,0	3,1%
6	Sm	24(2)	330	-2,1	0,0	0,0	(0,0)	1,0	(1,4)	0,8	0,0	3,4%

APROVECHAMIENTO 0,03 (3,4%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,3%	---	0,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,3%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,9%	---	0,6%	0,1%	0,0%	1,1%	0,5%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	---	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	---	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,3%	---	0,2%	0,4%	0,2%	0,0%	0,3%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,5%	---	0,1%	3,1%	3,3%	3,1%	2,2%
T_{Rd}	0,9	---	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	---	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,3%	---	0,2%	0,5%	0,3%	0,1%	0,3%
$N + M + V$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	0,9%	---	0,6%	0,1%	0,0%	1,1%	0,5%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,1	---	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
$T + V_z$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{b,Rd}$	0,3%	---	0,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,3%
$\lambda_{red,y}$	1,348	---	1,348	1,348	1,348	1,348	1,348
$\lambda_{red,z}$	0,404	---	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	361,8	---	361,8	361,8	361,8	361,8	361,8
$N_{cr,z}$	4033,9	---	4033,9	4033,9	4033,9	4033,9	4033,9
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_z / M_{b,Rd}$	0,5%	---	0,1%	3,1%	3,3%	3,1%	2,2%
χ_{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	---	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	---	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	2,7%	---	2,0%	3,4%	3,3%	2,3%	3,4%
CE (6.62)	1,8%	---	1,3%	2,4%	2,3%	1,5%	2,4%
k_{yy}	0,626	---	0,517	0,991	0,626	0,548	1,004
k_{zz}	0,685	---	0,617	0,901	0,901	0,634	0,901
k_{yz}	0,411	---	0,370	0,540	0,540	0,380	0,540
k_{zy}	0,376	---	0,310	0,595	0,376	0,329	0,602
cm_y	0,623	---	0,516	0,986	0,623	0,547	0,999
cm_z	0,684	---	0,617	0,900	0,900	0,633	0,900
cm_{LT}	0,684	---	0,617	0,900	0,900	0,633	0,900
N_{Ed}	2,1	---	1,0	2,1	2,1	1,4	2,1
$M_{Ed,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	-0,0	0,0
$M_{Ed,z}$	-0,2	---	-0,1	1,4	1,4	-1,3	1,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,03$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 46 (IPE-180) I/lb: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,40; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,542; 0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,04	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,04	-0,01	+0,01	-0,00	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,01	+0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	24(2)	0	-2,1	-0,0	0,0	(0,0)	-0,9	(1,4)	-1,8	-0,0	2,7%
2	Mx	17(2)	0	-0,9	-0,0	-0,0	(0,0)	-1,3	(-1,3)	-1,6	-0,0	3,1%
3	My	24(2)	300	-2,1	-0,0	0,0	(0,0)	1,4	(1,4)	0,3	-0,0	3,5%
4	Mz	24(2)	270	-2,1	-0,0	0,0	(0,0)	1,5	(1,4)	0,1	-0,0	3,4%
5	V	16(2)	0	-1,3	-0,0	-0,0	(0,0)	-1,4	(-1,4)	-1,9	-0,0	3,2%
6	Sm	24(2)	150	-2,1	-0,0	0,0	(0,0)	1,0	(1,4)	-0,8	-0,0	3,5%

APROVECHAMIENTO 0,03 (3,5%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,3%	---	0,1%	0,3%	0,3%	0,2%	0,3%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	1,0%	---	0,9%	0,2%	0,0%	1,1%	0,4%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	---	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	---	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	---	0,1%	0,4%	0,2%	0,0%	0,3%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	2,1%	---	3,1%	3,2%	3,3%	3,2%	2,3%
T_{Rd}	0,9	---	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	---	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,1%	---	0,2%	0,5%	0,3%	0,1%	0,4%
$N + M + V$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	1,0%	---	0,9%	0,2%	0,0%	1,1%	0,4%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,1	---	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
$T + V_z$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{b,Rd}$	0,3%	---	0,1%	0,3%	0,3%	0,2%	0,3%
$\lambda_{red,y}$	1,348	---	1,348	1,348	1,348	1,348	1,348
$\lambda_{red,z}$	0,404	---	0,404	0,404	0,404	0,404	0,404
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	361,8	---	361,8	361,8	361,8	361,8	361,8
$N_{cr,z}$	4033,9	---	4033,9	4033,9	4033,9	4033,9	4033,9
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	2,1%	---	3,1%	3,2%	3,3%	3,2%	2,3%
χ_{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	---	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	---	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	2,7%	---	2,1%	3,5%	3,4%	2,3%	3,5%
CE (6.62)	1,9%	---	1,4%	2,4%	2,3%	1,6%	2,4%
k_{yy}	0,638	---	0,483	0,990	0,638	0,536	1,002
k_{zz}	0,690	---	0,615	0,901	0,901	0,632	0,901
k_{yz}	0,414	---	0,369	0,540	0,540	0,379	0,540
k_{zy}	0,383	---	0,290	0,594	0,383	0,322	0,601
cm_y	0,635	---	0,482	0,986	0,635	0,535	0,998
cm_z	0,689	---	0,615	0,900	0,900	0,632	0,900
cm_{LT}	0,689	---	0,615	0,900	0,900	0,632	0,900
N_{Ed}	2,1	---	0,9	2,1	2,1	1,3	2,1
$M_{Ed,y}$	0,0	---	-0,0	0,0	0,0	-0,0	0,0
$M_{Ed,z}$	-0,9	---	-1,3	1,4	1,5	-1,4	1,0

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $Mzd/Mb,Rd = 0,03$
 Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 38 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,41; 1,35)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,555; 0,501)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,03	-0,02	+0,01	-0,01	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,03	-0,02	+0,01	-0,01	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,02	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-2,2	-0,0	0,0	(0,0)	-0,6	(1,0)	-1,3	-0,0	2,5%
1	Tr	30(2)	0	0,6	0,0	-0,0	(-0,0)	-0,7	(-0,8)	-0,6	0,0	1,7%
2	Mx	4(2)	0	0,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,0	(-1,1)	-1,0	0,0	2,3%
3	My	25(2)	240	-2,2	-0,0	0,0	(0,0)	1,0	(1,0)	-0,0	-0,0	2,4%
4	Mz	16(2)	480	-1,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,4	(-1,4)	1,6	0,0	3,3%
5	V	16(2)	480	-1,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,4	(-1,4)	1,6	0,0	3,3%
6	Sm	16(2)	0	-1,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,3	(-1,4)	-1,6	0,0	3,3%

APROVECHAMIENTO 0,03 (3,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,4%	0,1%	0,0%	0,4%	0,2%	0,2%	0,2%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,8%	0,3%	0,6%	0,0%	1,0%	1,0%	1,0%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,1%	0,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	1,5%	1,7%	2,3%	2,2%	3,2%	3,2%	3,1%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,1%	0,1%	0,1%	0,4%	0,1%	0,1%	0,1%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
T + V_y	0,8%	0,3%	0,6%	0,0%	1,0%	1,0%	1,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
T + V_z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	---	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{b,Rd}$	0,4%	---	---	0,4%	0,2%	0,2%	0,2%
$\lambda_{red,y}$	1,349	---	---	1,349	1,349	1,349	1,349
$\lambda_{red,z}$	0,413	---	---	0,413	0,413	0,413	0,413
χ_y	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	361,4	---	---	361,4	361,4	361,4	361,4
$N_{cr,z}$	3851,9	---	---	3851,9	3851,9	3851,9	3851,9
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	1,5%	1,7%	2,3%	2,2%	3,2%	3,2%	3,1%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	2,5%	---	---	2,4%	3,3%	3,3%	3,3%
CE (6.62)	1,7%	---	---	1,6%	2,1%	2,1%	2,1%
k_{yy}	0,951	---	---	0,969	0,862	0,862	0,862
k_{zz}	0,950	---	---	0,901	0,986	0,986	0,986
k_{yz}	0,570	---	---	0,540	0,592	0,592	0,592
k_{zy}	0,570	---	---	0,582	0,517	0,517	0,517
cm_y	0,946	---	---	0,964	0,860	0,860	0,860
cm_z	0,950	---	---	0,900	0,986	0,986	0,986
cm_{LT}	0,950	---	---	0,900	0,986	0,986	0,986
N_{Ed}	2,2	---	---	2,2	1,0	1,0	1,0
$M_{Ed,y}$	0,0	---	---	0,0	-0,0	-0,0	-0,0
$M_{Ed,z}$	-0,6	---	---	1,0	-1,4	-1,4	-1,3

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,03$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

2. Conjunto correas pórtico pérgola

VIGAS

VIGA 56 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,39$

Esbeltez: $\lambda = (0,57;1,38)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,761;0,512)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,04	-0,01	+0,01	-0,02	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,04	-0,01	+0,01	-0,02	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,07	+0,00	+0,00	-0,02	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	55(2)	0	-0,0	0,0	0,1	(-0,1)	0,0	(0,9)	-0,9	0,0	1,5%
1	Tr	52(2)	0	0,2	0,0	-0,2	(-0,2)	-0,1	(0,9)	-0,9	-0,1	1,8%
2	Mx	16(2)	0	0,1	0,0	-0,1	(-0,1)	-0,0	(1,9)	-1,9	-0,0	1,1%
3	My	52(2)	0	0,2	0,0	-0,2	(-0,2)	-0,1	(0,9)	-0,9	-0,1	1,8%
4	Mz	24(2)	210	0,1	0,0	-0,0	(-0,1)	2,0	(2,0)	0,0	-0,1	4,7%
5	V	16(2)	480	0,1	0,0	0,0	(-0,1)	-1,9	(1,9)	2,7	-0,0	4,3%
6	Sm	24(2)	210	0,1	0,0	-0,0	(-0,1)	2,0	(2,0)	0,0	-0,1	4,7%

APROVECHAMIENTO 0,05 (4,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,5%	0,5%	1,1%	0,5%	0,0%	1,6%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,8%	1,8%	0,7%	1,8%	0,4%	0,3%	0,4%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	4,7%	4,3%	4,7%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,8%	1,8%	0,7%	1,8%	0,6%	0,5%	0,6%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,0	170,1	170,1	170,0	170,1
T + V _y	0,5%	0,5%	1,1%	0,5%	0,0%	1,6%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,379	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,567	---	---	---	---	---	---
χ_y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	345,9	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	2043,2	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	4,7%	4,3%	4,7%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,5%	---	---	---	---	---	---
CE (6.62)	1,1%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,400	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,592	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,355	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,240	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,400	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,592	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,592	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	0,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	0,1	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,05$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 62 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,39$

Esbeltez: $\lambda = (0,57; 1,38)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,761; 0,512)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm
 Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,05	-0,01	+0,01	-0,02	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,05	-0,01	+0,01	-0,02	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,07	+0,00	+0,00	-0,02	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	52(2)	0	-0,0	-0,0	-0,1	(-0,1)	-0,8	(0,9)	-1,2	-0,0	1,8%
1	Tr	55(2)	0	0,2	-0,0	0,1	(-0,2)	-0,7	(0,9)	-1,2	0,1	1,7%
2	Mx	17(2)	0	0,0	-0,0	-0,0	(-0,0)	-1,7	(-1,7)	-2,2	-0,0	3,9%
3	My	55(2)	480	0,2	-0,0	-0,2	(-0,2)	-0,1	(0,9)	0,9	0,1	1,8%
4	Mz	24(2)	270	0,1	-0,0	-0,0	(-0,1)	2,0	(2,0)	-0,0	0,1	4,7%
5	V	16(2)	0	0,1	-0,0	0,0	(-0,1)	-1,9	(-1,9)	-2,7	0,0	4,4%
6	Sm	24(2)	270	0,1	-0,0	-0,0	(-0,1)	2,0	(2,0)	-0,0	0,1	4,7%

APROVECHAMIENTO 0,05 (4,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,7%	0,7%	1,3%	0,5%	0,0%	1,6%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	1,0%	1,6%	0,2%	1,8%	0,4%	0,3%	0,4%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	1,8%	1,7%	3,9%	0,1%	4,7%	4,4%	4,7%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	1,1%	1,6%	0,3%	1,8%	0,6%	0,5%	0,6%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,0	170,1	170,1	170,0	170,1
$T + V_y$	0,7%	0,7%	1,3%	0,5%	0,0%	1,6%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,379	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,567	---	---	---	---	---	---
χ_y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	---	---	---	---	---

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
N _{cr,y}	345,9	---	---	---	---	---	---
N _{cr,z}	2043,2	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{b,Rd}	1,8%	1,7%	3,9%	0,1%	4,7%	4,4%	4,7%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M _{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,5%	---	---	---	---	---	---
CE (6.62)	1,1%	---	---	---	---	---	---
k _{yy}	0,400	---	---	---	---	---	---
k _{zz}	0,592	---	---	---	---	---	---
k _{yz}	0,355	---	---	---	---	---	---
k _{zy}	0,240	---	---	---	---	---	---
cm _y	0,400	---	---	---	---	---	---
cm _z	0,592	---	---	---	---	---	---
cm _{LT}	0,592	---	---	---	---	---	---
N _{Ed}	0,0	---	---	---	---	---	---
M _{Ed,y}	-0,1	---	---	---	---	---	---
M _{Ed,z}	-0,8	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,05
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 59 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: χ = 0,39

Esbeltez: λ = (0,60;1,39)

Factor de longitud de pandeo: β = (0,807;0,516)

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,03	-0,02	+0,01	-0,01	≤ +1,37	Si
Flecha por integridad	+0,03	-0,02	+0,01	-0,01	≤ +1,60	Si
Flecha por apariencia	+0,03	+0,00	+0,00	-0,00	≤ +1,60	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	24(2)	0	0,2	-0,0	-0,0	(-0,0)	-1,6	(-1,6)	-2,3	-0,0	3,6%
2	Mx	4(2)	0	0,1	0,0	0,0	(0,0)	-1,3	(-1,4)	-1,4	0,0	3,0%
3	My	52(2)	0	0,1	-0,0	-0,1	(-0,1)	-0,8	(-0,8)	-1,1	-0,1	1,8%
4	Mz	16(2)	480	0,2	0,0	-0,0	(0,0)	-1,9	(-1,9)	2,3	0,0	4,4%
5	V	16(2)	480	0,2	0,0	-0,0	(0,0)	-1,9	(-1,9)	2,3	0,0	4,4%
6	Sm	16(2)	480	0,2	0,0	-0,0	(0,0)	-1,9	(-1,9)	2,3	0,0	4,4%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

APROVECHAMIENTO 0,04 (4,4%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	---	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	1,4%	0,8%	0,6%	1,4%	1,4%	1,4%
$V_{c,Rd,z}$	---	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	---	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,1%	0,1%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	3,6%	3,0%	1,8%	4,4%	4,4%	4,4%
T_{Rd}	---	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	---	0,2%	0,2%	1,4%	0,2%	0,2%	0,2%
$N + M + V$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	---	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	---	1,4%	0,8%	0,6%	1,4%	1,4%	1,4%
$V_{pl,T,Rd,z}$	---	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$T + V_z$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	---	3,6%	3,0%	1,8%	4,4%	4,4%	4,4%
χ_{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	---	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,04$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 55 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,38$

Esbellez: $\lambda = (0,63; 1,41)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,844; 0,524)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,02	-0,01	+0,01	-0,01	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,02	-0,01	+0,01	-0,01	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,00	-0,01	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,0	0,0	0,0	(-0,0)	0,0	(-0,5)	-0,4	0,0	0,8%
1	Tr	25(2)	0	0,2	0,0	-0,1	(-0,1)	-0,0	(1,1)	-0,9	-0,0	1,4%
2	Mx	16(2)	0	0,0	0,0	-0,0	(-0,0)	-0,0	(1,1)	-1,0	-0,0	0,6%
3	My	52(2)	0	0,0	0,0	-0,1	(-0,1)	-0,0	(0,6)	-0,6	-0,1	1,5%
4	Mz	24(2)	240	0,1	0,0	-0,0	(-0,1)	1,2	(1,2)	0,1	-0,0	2,7%
5	V	16(2)	480	0,0	0,0	0,0	(-0,0)	-0,6	(1,1)	1,2	-0,0	1,3%
6	Sm	24(2)	240	0,1	0,0	-0,0	(-0,1)	1,2	(1,2)	0,1	-0,0	2,7%

APROVECHAMIENTO 0,03 (2,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,2%	0,6%	0,6%	0,3%	0,0%	0,7%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,4%	1,4%	0,4%	1,5%	0,2%	0,2%	0,2%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	2,7%	1,3%	2,7%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,4%	1,4%	0,4%	1,5%	0,2%	0,2%	0,2%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,0	170,1	170,1	170,0	170,1
$T + V_y$	0,2%	0,6%	0,6%	0,3%	0,0%	0,7%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,409	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,629	---	---	---	---	---	---
χ_y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	330,9	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	1661,5	---	---	---	---	---	---

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	2,7%	1,3%	2,7%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	0,8%	---	---	---	---	---	---
CE (6.62)	0,6%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,400	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,593	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,356	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,240	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,400	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,592	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,592	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	0,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	0,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,03$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 61 (IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,38$

Esbeltez: $\lambda = (0,63; 1,41)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,844; 0,524)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,02	-0,01	+0,01	-0,01	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,02	-0,01	+0,01	-0,01	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,00	-0,01	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,1	-0,0	-0,0	(-0,0)	-0,5	(-0,5)	-0,6	-0,0	1,2%
1	Tr	25(2)	0	0,2	-0,0	0,1	(-0,1)	-0,1	(1,1)	-1,0	0,0	1,1%
2	Mx	17(2)	0	-0,0	-0,0	-0,0	(-0,0)	-0,7	(0,9)	-1,1	-0,0	1,6%
3	My	55(2)	480	0,0	-0,0	-0,1	(-0,1)	-0,0	(0,6)	0,6	0,1	1,5%
4	Mz	24(2)	240	0,1	-0,0	-0,0	(-0,1)	1,2	(1,2)	-0,0	0,0	2,7%
5	V	16(2)	0	0,0	-0,0	0,0	(-0,0)	-0,6	(1,1)	-1,2	0,0	1,4%
6	Sm	24(2)	240	0,1	-0,0	-0,0	(-0,1)	1,2	(1,2)	-0,0	0,0	2,7%

APROVECHAMIENTO 0,03 (2,7%)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,4%	0,6%	0,7%	0,3%	0,0%	0,7%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,5%	1,1%	0,2%	1,5%	0,2%	0,1%	0,2%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	1,2%	0,3%	1,6%	0,1%	2,7%	1,4%	2,7%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,5%	1,1%	0,3%	1,5%	0,2%	0,2%	0,2%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,0	170,1	170,1	170,0	170,1
$T + V_y$	0,4%	0,6%	0,7%	0,3%	0,0%	0,7%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	0,0	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	0,0%	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,409	---	0,000	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,629	---	0,000	---	---	---	---
χ_y	1,000	---	0,000	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	0,000	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	330,9	---	0,0	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	1661,5	---	0,0	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	1,2%	0,3%	1,6%	0,1%	2,7%	1,4%	2,7%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	0,8%	---	0,0%	---	---	---	---
CE (6.62)	0,6%	---	0,0%	---	---	---	---
k_{yy}	0,400	---	0,000	---	---	---	---
k_{zz}	0,593	---	0,000	---	---	---	---
k_{yz}	0,356	---	0,000	---	---	---	---
k_{zy}	0,240	---	0,000	---	---	---	---
cm_y	0,400	---	0,000	---	---	---	---
cm_z	0,593	---	0,000	---	---	---	---
cm_{LT}	0,593	---	0,000	---	---	---	---
N_{Ed}	0,1	---	0,0	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	0,0	---	---	---	---

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
M _{Ed,z}	-0,5	---	0,0	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional Mzd/Mb,Rd= 0,03

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 57 (IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,53; 1,37)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,707; 0,508)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,02	-0,01	+0,01	-0,01	≤ +1,37	Sí
Flecha por integridad	+0,02	-0,01	+0,01	-0,01	≤ +1,60	Sí
Flecha por apariencia	+0,04	+0,00	+0,00	-0,01	≤ +1,60	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,1	0,0	0,0	(-0,0)	0,0	(-0,7)	-0,4	0,0	1,0%
1	Tr	24(2)	0	2,3	0,0	-0,1	(-0,1)	-0,0	(1,1)	-1,0	-0,0	1,3%
2	Mx	17(2)	0	0,8	0,0	0,0	(-0,0)	0,0	(-0,9)	-0,8	0,0	0,5%
3	My	52(2)	0	0,7	0,0	-0,1	(-0,1)	-0,1	(0,5)	-0,6	-0,1	1,5%
4	Mz	24(2)	210	2,3	0,0	-0,0	(-0,1)	1,1	(1,1)	-0,1	-0,0	2,5%
5	V	16(2)	480	1,5	0,0	0,0	(-0,0)	-0,9	(0,9)	1,3	-0,0	2,0%
6	Sm	24(2)	210	2,3	0,0	-0,0	(-0,1)	1,1	(1,1)	-0,1	-0,0	2,5%

APROVECHAMIENTO 0,02 (2,5%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	0	1	1	1	1
Alma clase	1	0	0	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
N _{c,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
F _x / N _{t,Rd}	0,0%	0,4%	0,1%	0,1%	0,4%	0,2%	0,4%
V _{c,Rd,y}	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
V _y / V _{c,Rd,y}	0,2%	0,6%	0,5%	0,3%	0,0%	0,8%	0,0%
V _{c,Rd,z}	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
M _y / M _{c,Rd,y}	0,4%	1,3%	0,0%	1,5%	0,3%	0,2%	0,3%
M _{c,Rd,z}	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{c,Rd,z}	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	2,5%	2,0%	2,5%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,4%	1,3%	0,0%	1,5%	0,4%	0,3%	0,4%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	0,2%	0,6%	0,5%	0,3%	0,0%	0,8%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,367	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,527	---	---	---	---	---	---
χ_y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	351,6	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	2367,0	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	2,5%	2,0%	2,5%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,0%	---	---	---	---	---	---
CE (6.62)	0,7%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,400	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,589	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,354	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,240	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,400	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,589	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,589	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	0,1	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	0,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,02$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 63 (_IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,40$

Esbeltez: $\lambda = (0,53; 1,37)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,707; 0,508)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,02	-0,01	+0,01	-0,01	$\leq +1,37$	Sí
Flecha por integridad	+0,02	-0,01	+0,01	-0,01	$\leq +1,60$	Sí
Flecha por apariencia	+0,04	+0,00	+0,00	-0,01	$\leq +1,60$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,1	-0,0	-0,0	(-0,0)	-0,7	(-0,7)	-0,7	-0,0	1,7%
1	Tr	24(2)	0	2,3	-0,0	0,1	(-0,1)	-0,4	(1,1)	-1,2	0,0	1,0%
2	Mx	17(2)	0	0,7	-0,0	-0,0	(-0,0)	-1,0	(-1,0)	-1,2	-0,0	2,3%
3	My	25(2)	480	2,1	-0,0	-0,1	(-0,1)	-0,1	(1,0)	0,9	0,0	1,5%
4	Mz	24(2)	270	2,3	-0,0	-0,0	(-0,1)	1,1	(1,1)	0,1	0,0	2,5%
5	V	16(2)	0	1,5	-0,0	0,0	(-0,0)	-0,9	(0,9)	-1,3	0,0	2,1%
6	Sm	24(2)	270	2,3	-0,0	-0,0	(-0,1)	1,1	(1,1)	0,1	0,0	2,5%

APROVECHAMIENTO 0,03 (2,5%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	0	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	0,4%	0,1%	0,3%	0,4%	0,2%	0,4%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,4%	0,7%	0,7%	0,6%	0,0%	0,8%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,5%	1,0%	0,2%	1,5%	0,3%	0,2%	0,3%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	1,7%	1,0%	2,3%	0,1%	2,5%	2,1%	2,5%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,5%	1,0%	0,2%	1,5%	0,4%	0,3%	0,4%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	0,4%	0,7%	0,7%	0,6%	0,0%	0,8%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1	220,1
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,367	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,527	---	---	---	---	---	---

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
χ_y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	351,6	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	2367,0	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	1,7%	1,0%	2,3%	0,1%	2,5%	2,1%	2,5%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,1%	---	---	---	---	---	---
CE (6.62)	0,8%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,400	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,590	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,354	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,240	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,400	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,590	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,590	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	0,1	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	-0,7	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,03$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 58 (IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,37$

Esbeltez: $\lambda = (0,66; 1,43)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,883; 0,531)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,03	-0,02	+0,00	-0,00	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,03	-0,02	+0,00	-0,00	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,03	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,1	0,0	0,0	(0,0)	-0,5	(-0,5)	-0,5	0,0	1,2%
1	Tr	25(2)	0	0,3	-0,0	-0,0	(-0,0)	-0,2	(1,0)	-1,0	-0,0	0,6%
2	Mx	4(2)	0	-0,1	0,0	0,0	(-0,0)	-0,6	(-0,7)	-0,8	0,0	1,5%
3	My	52(2)	0	0,1	-0,0	-0,1	(-0,1)	-0,3	(0,5)	-0,6	-0,0	1,2%
4	Mz	24(2)	240	0,3	-0,0	-0,0	(-0,0)	1,0	(1,0)	-0,0	-0,0	2,4%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
5	V	16(2)	480	0,1	0,0	-0,0	(-0,0)	-0,6	(0,7)	1,1	0,0	1,4%
6	Sm	24(2)	240	0,3	-0,0	-0,0	(-0,0)	1,0	(1,0)	-0,0	-0,0	2,4%

APROVECHAMIENTO 0,02 (2,4%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
N _{c,Rd}	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
F _x / N _{Rd}	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{c,Rd,y}	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
V _y / V _{c,Rd,y}	0,3%	0,6%	0,5%	0,4%	0,0%	0,7%	0,0%
V _{c,Rd,z}	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
M _y / M _{c,Rd,y}	0,0%	0,1%	0,0%	1,2%	0,1%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,z}	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{c,Rd,z}	1,1%	0,4%	1,5%	0,7%	2,4%	1,4%	2,4%
T _{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M _x / T _{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,1%	0,1%	0,0%	1,2%	0,2%	0,1%	0,2%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
T + V _y	0,3%	0,6%	0,5%	0,4%	0,0%	0,7%	0,0%
V _{pl,T,Rd,z}	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	626,0	---	626,0	---	---	---	---
F _x / N _{b,Rd}	0,0%	---	0,0%	---	---	---	---
λ _{red,y}	1,430	---	1,430	---	---	---	---
λ _{red,z}	0,657	---	0,657	---	---	---	---
χ _y	1,000	---	1,000	---	---	---	---
χ _z	1,000	---	1,000	---	---	---	---
N _{cr,y}	321,6	---	321,6	---	---	---	---
N _{cr,z}	1520,3	---	1520,3	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
M _z / M _{b,Rd}	1,1%	0,4%	1,5%	0,7%	2,4%	1,4%	2,4%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M _{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,2%	---	1,5%	---	---	---	---
CE (6.62)	0,7%	---	0,9%	---	---	---	---
k _{yy}	0,400	---	0,415	---	---	---	---
k _{zz}	0,975	---	0,982	---	---	---	---
k _{yz}	0,585	---	0,589	---	---	---	---

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
k_{zy}	0,240	---	0,249	---	---	---	---
cm_y	0,400	---	0,415	---	---	---	---
cm_z	0,975	---	0,982	---	---	---	---
cm_{LT}	0,975	---	0,982	---	---	---	---
N_{Ed}	0,1	---	0,1	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	0,0	---	0,0	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	-0,5	---	-0,6	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b R_d = 0,02$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 60 (IPE-180) I/Ib: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,39$

Esbeltez: $\lambda = (0,56; 1,37)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,753; 0,511)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,03	-0,02	+0,01	-0,01	$\leq +1,37$	Sí
Flecha por integridad	+0,03	-0,02	+0,01	-0,01	$\leq +1,60$	Sí
Flecha por apariencia	+0,02	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,60$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB.	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	0	-0,6	0,0	0,0	(0,0)	-0,7	(-0,7)	-0,5	0,0	1,7%
1	Tr	25(2)	0	2,2	-0,0	-0,0	(-0,0)	-0,3	(0,9)	-1,0	-0,0	0,8%
2	Mx	4(2)	0	-0,3	0,0	0,0	(0,0)	-0,9	(-1,0)	-0,8	0,0	2,2%
3	My	52(2)	0	0,5	-0,0	-0,1	(-0,1)	-0,5	(-0,5)	-0,6	-0,0	1,1%
4	Mz	17(2)	480	0,1	0,0	0,0	(0,0)	-1,0	(-1,0)	1,0	0,0	2,3%
5	V	16(2)	480	0,9	0,0	-0,0	(0,0)	-0,9	(-0,9)	1,1	0,0	2,1%
6	Sm	17(2)	480	0,1	0,0	0,0	(0,0)	-1,0	(-1,0)	1,0	0,0	2,3%

APROVECHAMIENTO 0,02 (2,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$N_{c,Rd}$	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0	626,0
$F_x / N_{t,Rd}$	0,1%	0,4%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,3%	0,6%	0,5%	0,4%	0,6%	0,7%	0,6%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$V_{c,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,1%	0,1%	0,1%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	1,5%	0,8%	2,0%	1,0%	2,3%	2,1%	2,3%
T_{Rd}	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,1%	0,1%	0,1%	1,1%	0,1%	0,0%	0,1%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1	170,1
$T + V_y$	0,3%	0,6%	0,5%	0,4%	0,6%	0,7%	0,6%
$V_{pl,T,Rd,z}$	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2	220,2
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	626,0	---	626,0	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	0,1%	---	0,0%	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,374	---	1,374	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,561	---	0,561	---	---	---	---
χ_y	1,000	---	1,000	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	1,000	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	348,0	---	348,0	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	2090,5	---	2090,5	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6	43,6
$M_z / M_{b,Rd}$	1,5%	0,8%	2,0%	1,0%	2,3%	2,1%	2,3%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505	1,505
M_{cr}	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,7%	---	2,2%	---	---	---	---
CE (6.62)	1,1%	---	1,4%	---	---	---	---
k_{yy}	0,753	---	0,744	---	---	---	---
k_{zz}	0,958	---	0,968	---	---	---	---
k_{yz}	0,575	---	0,581	---	---	---	---
k_{zy}	0,452	---	0,446	---	---	---	---
cm_y	0,752	---	0,743	---	---	---	---
cm_z	0,958	---	0,968	---	---	---	---
cm_{LT}	0,958	---	0,968	---	---	---	---
N_{Ed}	0,6	---	0,3	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	0,0	---	0,0	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	-0,7	---	-0,9	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,02$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

3. Conjunto cruces san andrés

DIAGONALES

DIAG. 118 (PLET-50x12) I/Ib: 800,0 cm / 800,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden: ***NO CUMPLE ESBELTEZ***

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,00$

Esbeltez: $\lambda = (26,60;6,38)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 800$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 800$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +2,29$	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +2,67$	Si
Flecha por apariencia	+154,57	+0,00	+0,00	-35,15	$> +2,67$	No

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	55(2)	800	4,6	0,0	-0,0	(0,1)	0,0	(-0,4)	-0,2	0,0	2,9%
3	My	0(2)	390	0,0	0,0	0,1	(0,1)	-0,5	(-0,5)	0,0	-0,0	108,9%
4	Mz	0(2)	390	0,0	0,0	0,1	(0,1)	-0,5	(-0,5)	0,0	-0,0	108,9%
5	V	0(2)	800	0,0	0,0	-0,0	(0,1)	0,0	(-0,5)	-0,2	0,1	0,4%
6	Sm	0(2)	390	0,0	0,0	0,1	(0,1)	-0,5	(-0,5)	0,0	-0,0	108,9%

APROVECHAMIENTO 1,09 (108,9%) ***NO CUMPLE***

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	0	---	1	1	0	1
Alma clase	---	0	---	0	0	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	---	157,1	---	157,1	157,1	157,1	157,1
$N_{c,Rd}$	---	157,1	---	157,1	157,1	157,1	157,1
$F_x / N_{t,Rd}$	---	2,9%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	---	60,5	---	60,5	60,5	60,5	60,5
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	0,3%	---	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	---	60,5	---	60,5	60,5	60,5	60,5
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	---	2,0	---	2,0	2,0	2,0	2,0
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,0%	---	6,0%	6,0%	0,0%	6,0%
$M_{c,Rd,z}$	---	0,5	---	0,5	0,5	0,5	0,5
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	0,0%	---	103,0%	103,0%	0,0%	103,0%
T_{Rd}	---	0,3	---	0,3	0,3	0,3	0,3
M_x / T_{Rd}	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_y / M_{y,Rd,y}$	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{y,Rd,z}$	---	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{y,Rd,z}$	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	---	0,0%	---	108,9%	108,9%	0,0%	108,9%
N + M + V	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	0,5	---	0,5	0,5	0,5	0,5
$M_z / M_{b,Rd}$	---	0,0%	---	103,0%	103,0%	0,0%	103,0%
χ_{LT}	---	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	0,418	---	0,418	0,418	0,418	0,418
M_{cr}	---	2,8	---	2,8	2,8	2,8	2,8

NO Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 1,03$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 119 (PLET-50x12) I/Ib: 800,0 cm / 800,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden: ***NO CUMPLE ESBELTEZ***

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,00$

Esbeltez: $\lambda = (26,60; 6,38)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 800$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 800$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +2,29$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +2,67$	Sí
Flecha por apariencia	+154,57	+0,00	+0,00	-35,15	$> +2,67$	No

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	52(2)	800	4,1	0,0	-0,0	(0,1)	-0,0	(0,4)	0,2	0,0	2,6%
3	My	0(2)	390	0,0	0,0	0,1	(0,1)	0,5	(0,5)	-0,0	-0,0	108,9%
4	Mz	0(2)	390	0,0	0,0	0,1	(0,1)	0,5	(0,5)	-0,0	-0,0	108,9%
5	V	0(2)	800	0,0	0,0	-0,0	(0,1)	-0,0	(0,5)	0,2	0,1	0,4%
6	Sm	0(2)	390	0,0	0,0	0,1	(0,1)	0,5	(0,5)	-0,0	-0,0	108,9%

APROVECHAMIENTO 1,09 (108,9%) ***NO CUMPLE***

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	0	---	1	1	0	1
Alma clase	---	0	---	0	0	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	---	157,1	---	157,1	157,1	157,1	157,1
$N_{c,Rd}$	---	157,1	---	157,1	157,1	157,1	157,1
$F_x / N_{t,Rd}$	---	2,6%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$V_{c,Rd,y}$	---	60,5	---	60,5	60,5	60,5	60,5
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	0,3%	---	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	---	60,5	---	60,5	60,5	60,5	60,5
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	---	2,0	---	2,0	2,0	2,0	2,0
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,0%	---	6,0%	6,0%	0,0%	6,0%
$M_{c,Rd,z}$	---	0,5	---	0,5	0,5	0,5	0,5
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	0,0%	---	103,0%	103,0%	0,0%	103,0%
T_{Rd}	---	0,3	---	0,3	0,3	0,3	0,3
M_x / T_{Rd}	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	---	0,0%	---	108,9%	108,9%	0,0%	108,9%
N + M + V	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	0,5	---	0,5	0,5	0,5	0,5
$M_z / M_{b,Rd}$	---	0,0%	---	103,0%	103,0%	0,0%	103,0%
χ_{LT}	---	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	0,418	---	0,418	0,418	0,418	0,418
M_{cr}	---	2,8	---	2,8	2,8	2,8	2,8

NO Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 1,03$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 120 (PLET-50x12) I/Ib: 800,0 cm / 800,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden: ***NO CUMPLE ESBELTEZ***

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,00$

Esbeltez: $\lambda = (26,60; 6,38)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 800$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 800$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +2,29$	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +2,67$	Si
Flecha por apariencia	+154,57	+0,00	+0,00	-35,15	$> +2,67$	No

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	55(2)	800	4,1	0,0	-0,0	(0,1)	0,0	(-0,4)	-0,2	0,0	2,6%
3	My	0(2)	390	0,0	0,0	0,1	(0,1)	-0,5	(-0,5)	0,0	-0,0	108,9%
4	Mz	0(2)	390	0,0	0,0	0,1	(0,1)	-0,5	(-0,5)	0,0	-0,0	108,9%
5	V	0(2)	800	0,0	0,0	-0,0	(0,1)	0,0	(-0,5)	-0,2	0,1	0,4%
6	Sm	0(2)	390	0,0	0,0	0,1	(0,1)	-0,5	(-0,5)	0,0	-0,0	108,9%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

APROVECHAMIENTO 1,09 (108,9%) ***NO CUMPLE***

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	0	---	1	1	0	1
Alma clase	---	0	---	0	0	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	---	157,1	---	157,1	157,1	157,1	157,1
$N_{c,Rd}$	---	157,1	---	157,1	157,1	157,1	157,1
$F_x / N_{t,Rd}$	---	2,6%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	---	60,5	---	60,5	60,5	60,5	60,5
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	0,3%	---	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	---	60,5	---	60,5	60,5	60,5	60,5
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	---	2,0	---	2,0	2,0	2,0	2,0
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,0%	---	6,0%	6,0%	0,0%	6,0%
$M_{c,Rd,z}$	---	0,5	---	0,5	0,5	0,5	0,5
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	0,0%	---	103,0%	103,0%	0,0%	103,0%
T_{Rd}	---	0,3	---	0,3	0,3	0,3	0,3
M_x / T_{Rd}	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	---	0,0%	---	108,9%	108,9%	0,0%	108,9%
N + M + V	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	0,5	---	0,5	0,5	0,5	0,5
$M_z / M_{b,Rd}$	---	0,0%	---	103,0%	103,0%	0,0%	103,0%
χ_{LT}	---	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	0,418	---	0,418	0,418	0,418	0,418
M_{cr}	---	2,8	---	2,8	2,8	2,8	2,8

NO Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 1,03$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 121 (PLET-50x12) I/Ib: 800,0 cm / 800,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden: ***NO CUMPLE ESBELTEZ***

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,00$

Esbeltez: $\lambda = (26,60; 6,38)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 800$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 800$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +2,29$	Sí

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +2,67$	Si
Flecha por apariencia	+154,57	+0,00	+0,00	-35,15	$> +2,67$	No

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	52(2)	800	4,6	0,0	-0,0	(0,1)	-0,0	(0,4)	0,2	0,0	2,9%
3	My	0(2)	390	0,0	0,0	0,1	(0,1)	0,5	(0,5)	-0,0	-0,0	108,9%
4	Mz	0(2)	390	0,0	0,0	0,1	(0,1)	0,5	(0,5)	-0,0	-0,0	108,9%
5	V	0(2)	800	0,0	0,0	-0,0	(0,1)	-0,0	(0,5)	0,2	0,1	0,4%
6	Sm	0(2)	390	0,0	0,0	0,1	(0,1)	0,5	(0,5)	-0,0	-0,0	108,9%

APROVECHAMIENTO 1,09 (108,9%) ***NO CUMPLE***

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	0	---	1	1	0	1
Alma clase	---	0	---	0	0	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	---	157,1	---	157,1	157,1	157,1	157,1
$N_{c,Rd}$	---	157,1	---	157,1	157,1	157,1	157,1
$F_x / N_{t,Rd}$	---	2,9%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	---	60,5	---	60,5	60,5	60,5	60,5
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	0,3%	---	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	---	60,5	---	60,5	60,5	60,5	60,5
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	---	2,0	---	2,0	2,0	2,0	2,0
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,0%	---	6,0%	6,0%	0,0%	6,0%
$M_{c,Rd,z}$	---	0,5	---	0,5	0,5	0,5	0,5
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	0,0%	---	103,0%	103,0%	0,0%	103,0%
T_{Rd}	---	0,3	---	0,3	0,3	0,3	0,3
M_x / T_{Rd}	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	---	0,0%	---	108,9%	108,9%	0,0%	108,9%
N + M + V	---	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	0,5	---	0,5	0,5	0,5	0,5
$M_z / M_{b,Rd}$	---	0,0%	---	103,0%	103,0%	0,0%	103,0%
χ_{LT}	---	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	0,418	---	0,418	0,418	0,418	0,418
M_{cr}	---	2,8	---	2,8	2,8	2,8	2,8

NO Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 1,03$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

4. Conjunto tirantes primarios

DIAGONALES

DIAG. 49 (CHSH-121x10) I/Ib: 648,2 cm / 648,2 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,25$

Esbeltez: $\lambda = (1,89; 1,89)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 648$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 648$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,85$	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +2,16$	Si
Flecha por apariencia	+0,52	+0,00	-0,00	-0,00	$\leq +2,16$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	648	-57,4	0,0	-0,0	(-1,1)	0,0	(0,0)	0,0	-0,7	29,6%
1	Tr	25(2)	0	151,5	0,0	0,0	(-1,8)	0,0	(0,0)	0,0	1,1	16,6%
3	My	4(2)	330	-36,7	0,0	-2,6	(-1,8)	0,0	(0,0)	0,0	-0,0	22,7%
4	Mz	30(2)	330	-57,2	0,0	-1,1	(-1,1)	1,2	(0,0)	0,0	-0,0	29,3%
5	V	0(2)	0	50,6	0,0	0,0	(-1,8)	0,0	(0,0)	0,0	1,1	5,5%
6	Sm	30(2)	648	-57,4	0,0	-0,0	(-1,1)	0,0	(0,0)	0,0	-0,7	29,6%

APROVECHAMIENTO 0,30 (29,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	---	1	1	0	1
Alma clase	1	0	---	1	1	0	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$N_{c,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$F_x / N_{t,Rd}$	6,3%	16,6%	---	4,0%	6,3%	5,5%	6,3%
$V_{c,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,2%	0,3%	---	0,0%	0,0%	0,3%	0,2%
$M_{c,Rd,y}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	8,1%	3,4%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	3,8%	0,0%	0,0%
T_{Rd}	27,1	27,1	---	27,1	27,1	27,1	27,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,0%	---	0,7%	0,3%	0,0%	0,0%
N + M + V	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
T + V _y	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
T + V _z	0,2%	0,3%	---	0,0%	0,0%	0,3%	0,2%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	224,8	---	---	224,8	224,8	---	224,8
$F_x / N_{b,Rd}$	25,5%	---	---	16,3%	25,4%	---	25,5%
$\lambda_{red,y}$	1,895	---	---	1,895	1,895	---	1,895
$\lambda_{red,z}$	1,895	---	---	1,895	1,895	---	1,895
χ_y	0,246	---	---	0,246	0,246	---	0,246
χ_z	0,246	---	---	0,246	0,246	---	0,246
$N_{cr,y}$	267,1	---	---	267,1	267,1	---	267,1
$N_{cr,z}$	267,1	---	---	267,1	267,1	---	267,1
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	3,8%	0,0%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,265	0,265	---	0,265	0,265	0,265	0,265
M_{cr}	483,3	483,3	---	483,3	483,3	483,3	483,3
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	29,6%	---	---	22,7%	29,3%	---	29,6%
CE (6.62)	27,9%	---	---	22,4%	29,3%	---	27,9%
k_{yy}	0,722	---	---	1,074	1,143	---	0,722
k_{zz}	1,204	---	---	1,131	1,143	---	1,204
k_{yz}	0,722	---	---	0,678	0,686	---	0,722
k_{zy}	0,433	---	---	0,644	0,686	---	0,433
cm_y	0,600	---	---	0,950	0,950	---	0,600
cm_z	1,000	---	---	1,000	0,950	---	1,000
cm_{LT}	1,000	---	---	1,000	0,950	---	1,000
N_{Ed}	57,4	---	---	36,7	57,2	---	57,4
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	-2,6	-1,1	---	-0,0
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	0,0	1,2	---	0,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,04$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 51 (CHSH-121x10) I/Ib: 648,2 cm / 648,2 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,25$

Esbeltez: $\lambda = (1,89; 1,89)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 648$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 648$ cm

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,85$	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +2,16$	Si
Flecha por apariencia	+0,52	+0,00	-0,00	-0,00	$\leq +2,16$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	648	-56,9	0,0	-0,0	(-1,1)	0,0	(0,0)	0,0	-0,7	29,4%
1	Tr	25(2)	0	151,1	0,0	0,0	(-1,8)	0,0	(0,0)	0,0	1,1	16,5%
3	My	4(2)	330	-36,2	0,0	-2,6	(-1,8)	0,0	(0,0)	0,0	-0,0	22,5%
4	Mz	30(2)	330	-56,7	0,0	-1,1	(-1,1)	1,2	(0,0)	0,0	-0,0	29,1%
5	V	0(2)	0	50,6	0,0	0,0	(-1,8)	0,0	(0,0)	0,0	1,1	5,5%
6	Sm	30(2)	648	-56,9	0,0	-0,0	(-1,1)	0,0	(0,0)	0,0	-0,7	29,4%

APROVECHAMIENTO 0,29 (29,4%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	---	1	1	0	1
Alma clase	1	0	---	1	1	0	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$N_{c,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$F_x / N_{t,Rd}$	6,2%	16,5%	---	4,0%	6,2%	5,5%	6,2%
$V_{c,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,2%	0,3%	---	0,0%	0,0%	0,3%	0,2%
$M_{c,Rd,y}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	8,1%	3,4%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	3,8%	0,0%	0,0%
T_{Rd}	27,1	27,1	---	27,1	27,1	27,1	27,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	---	0,7%	0,3%	0,0%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_y$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_z$	0,2%	0,3%	---	0,0%	0,0%	0,3%	0,2%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	224,8	---	---	224,8	224,8	---	224,8
$F_x / N_{b,Rd}$	25,3%	---	---	16,1%	25,2%	---	25,3%
$\lambda_{red,y}$	1,895	---	---	1,895	1,895	---	1,895
$\lambda_{red,z}$	1,895	---	---	1,895	1,895	---	1,895
χ_y	0,246	---	---	0,246	0,246	---	0,246
χ_z	0,246	---	---	0,246	0,246	---	0,246
$N_{cr,y}$	267,1	---	---	267,1	267,1	---	267,1
$N_{cr,z}$	267,1	---	---	267,1	267,1	---	267,1

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	3,8%	0,0%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,265	0,265	---	0,265	0,265	0,265	0,265
M_{cr}	483,3	483,3	---	483,3	483,3	483,3	483,3
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	29,4%	---	---	22,5%	29,1%	---	29,4%
CE (6.62)	27,7%	---	---	22,2%	29,1%	---	27,7%
k_{yy}	0,722	---	---	1,073	1,142	---	0,722
k_{zz}	1,203	---	---	1,129	1,142	---	1,203
k_{yz}	0,722	---	---	0,677	0,685	---	0,722
k_{zy}	0,433	---	---	0,644	0,685	---	0,433
cm_y	0,600	---	---	0,950	0,950	---	0,600
cm_z	1,000	---	---	1,000	0,950	---	1,000
cm_{LT}	1,000	---	---	1,000	0,950	---	1,000
N_{Ed}	56,9	---	---	36,2	56,7	---	56,9
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	-2,6	-1,1	---	-0,0
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	0,0	1,2	---	0,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,04$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 47 (CHSH-121x10) I/lb: 648,2 cm / 648,2 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,25$

Esbeltez: $\lambda = (1,89;1,89)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 648$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 648$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,85$	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +2,16$	Si
Flecha por apariencia	+0,52	+0,00	-0,00	-0,00	$\leq +2,16$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	648	-33,4	0,0	-0,0	(-1,1)	0,0	(0,0)	0,0	-0,7	18,6%
1	Tr	25(2)	0	83,7	0,0	0,0	(-1,8)	0,0	(0,0)	0,0	1,1	9,2%
3	My	4(2)	330	-21,8	0,0	-2,3	(-1,8)	0,0	(0,0)	0,0	-0,0	15,8%
4	Mz	30(2)	330	-33,3	0,0	-1,1	(-1,1)	0,7	(0,0)	0,0	-0,0	18,4%
5	V	0(2)	0	28,3	0,0	0,0	(-1,8)	0,0	(0,0)	0,0	1,1	3,1%
6	Sm	30(2)	648	-33,4	0,0	-0,0	(-1,1)	0,0	(0,0)	0,0	-0,7	18,6%

APROVECHAMIENTO 0,19 (18,6%)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	---	1	1	0	1
Alma clase	1	0	---	1	1	0	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$N_{c,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$F_x / N_{t,Rd}$	3,7%	9,2%	---	2,4%	3,6%	3,1%	3,7%
$V_{c,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,2%	0,3%	---	0,0%	0,0%	0,3%	0,2%
$M_{c,Rd,y}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	7,1%	3,4%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%
T_{Rd}	27,1	27,1	---	27,1	27,1	27,1	27,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	---	0,5%	0,2%	0,0%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_y$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_z$	0,2%	0,3%	---	0,0%	0,0%	0,3%	0,2%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	224,8	---	---	224,8	224,8	---	224,8
$F_x / N_{b,Rd}$	14,9%	---	---	9,7%	14,8%	---	14,9%
$\lambda_{red,y}$	1,895	---	---	1,895	1,895	---	1,895
$\lambda_{red,z}$	1,895	---	---	1,895	1,895	---	1,895
χ_y	0,246	---	---	0,246	0,246	---	0,246
χ_z	0,246	---	---	0,246	0,246	---	0,246
$N_{cr,y}$	267,1	---	---	267,1	267,1	---	267,1
$N_{cr,z}$	267,1	---	---	267,1	267,1	---	267,1
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	2,2%	0,0%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,265	0,265	---	0,265	0,265	0,265	0,265
M_{cr}	483,3	483,3	---	483,3	483,3	483,3	483,3
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	18,6%	---	---	15,8%	18,4%	---	18,6%
CE (6.62)	17,1%	---	---	15,5%	18,4%	---	17,1%
k_{yy}	0,671	---	---	1,024	1,063	---	0,671
k_{zz}	1,119	---	---	1,078	1,062	---	1,119
k_{yz}	0,671	---	---	0,647	0,637	---	0,671
k_{zy}	0,403	---	---	0,614	0,638	---	0,403
cm_y	0,600	---	---	0,950	0,950	---	0,600
cm_z	1,000	---	---	1,000	0,950	---	1,000
cm_{LT}	1,000	---	---	1,000	0,950	---	1,000
N_{Ed}	33,4	---	---	21,8	33,3	---	33,4
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	-2,3	-1,1	---	-0,0
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	0,0	0,7	---	0,0

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $Mzd/Mb,Rd = 0,02$
 Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 53 (CHSH-121x10) I/Ib: 648,2 cm / 648,2 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,25$

Esbeltez: $\lambda = (1,89; 1,89)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 648$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 648$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,85$	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +2,16$	Si
Flecha por apariencia	+0,52	+0,00	-0,00	-0,00	$\leq +2,16$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	648	-26,2	0,0	-0,0	(-1,1)	0,0	(0,0)	0,0	-0,7	15,3%
1	Tr	25(2)	0	76,4	0,0	0,0	(-1,8)	0,0	(0,0)	0,0	1,1	8,4%
3	My	4(2)	330	-14,6	0,0	-2,1	(-1,8)	0,0	(0,0)	0,0	-0,0	12,5%
4	Mz	30(2)	330	-26,0	0,0	-1,1	(-1,1)	0,6	(0,0)	0,0	-0,0	15,1%
5	V	0(2)	0	28,3	0,0	0,0	(-1,8)	0,0	(0,0)	0,0	1,1	3,1%
6	Sm	30(2)	648	-26,2	0,0	-0,0	(-1,1)	0,0	(0,0)	0,0	-0,7	15,3%

APROVECHAMIENTO 0,15 (15,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	---	1	1	0	1
Alma clase	1	0	---	1	1	0	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$N_{c,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$F_x / N_{t,Rd}$	2,9%	8,4%	---	1,6%	2,9%	3,1%	2,9%
$V_{c,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,2%	0,3%	---	0,0%	0,0%	0,3%	0,2%
$M_{c,Rd,y}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	6,6%	3,4%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	1,7%	0,0%	0,0%
T_{Rd}	27,1	27,1	---	27,1	27,1	27,1	27,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,0%	---	0,4%	0,1%	0,0%	0,0%
N + M + V	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
T + V_y	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
T + V_z	0,2%	0,3%	---	0,0%	0,0%	0,3%	0,2%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	224,8	---	---	224,8	224,8	---	224,8
$F_x / N_{b,Rd}$	11,7%	---	---	6,5%	11,6%	---	11,7%
$\lambda_{red,y}$	1,895	---	---	1,895	1,895	---	1,895
$\lambda_{red,z}$	1,895	---	---	1,895	1,895	---	1,895
χ_y	0,246	---	---	0,246	0,246	---	0,246
χ_z	0,246	---	---	0,246	0,246	---	0,246
$N_{cr,y}$	267,1	---	---	267,1	267,1	---	267,1
$N_{cr,z}$	267,1	---	---	267,1	267,1	---	267,1
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	1,7%	0,0%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,265	0,265	---	0,265	0,265	0,265	0,265
M_{cr}	483,3	483,3	---	483,3	483,3	483,3	483,3
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	15,3%	---	---	12,5%	15,1%	---	15,3%
CE (6.62)	13,9%	---	---	12,2%	15,1%	---	13,9%
k_{yy}	0,656	---	---	0,999	1,038	---	0,656
k_{zz}	1,093	---	---	1,052	1,038	---	1,093
k_{yz}	0,656	---	---	0,631	0,623	---	0,656
k_{zy}	0,394	---	---	0,600	0,623	---	0,394
cm_y	0,600	---	---	0,950	0,950	---	0,600
cm_z	1,000	---	---	1,000	0,950	---	1,000
cm_{LT}	1,000	---	---	1,000	0,950	---	1,000
N_{Ed}	26,2	---	---	14,6	26,0	---	26,2
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	-2,1	-1,1	---	-0,0
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	0,0	0,6	---	0,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,02$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

5. Conjunto tirantes secundarios

DIAGONALES

DIAG. 8 (CHSH-121x10) I/Ib: 436,7 cm / 436,7 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,48$

Esbeltez: $\lambda = (1,28; 1,28)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	≤ +1,25	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	≤ +1,46	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,00	-0,00	≤ +1,46	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	437	-54,1	0,0	-0,0	(0,2)	-0,0	(0,1)	0,1	0,2	12,6%
1	Tr	25(2)	0	137,9	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(0,3)	-0,2	-0,3	15,1%
3	My	30(2)	210	-53,6	0,0	0,9	(0,2)	0,1	(0,1)	-0,0	-0,0	12,9%
4	Mz	30(2)	210	-53,6	0,0	0,2	(0,2)	0,9	(0,1)	-0,0	-0,0	12,9%
5	V	0(2)	437	43,8	0,0	-0,0	(0,3)	-0,0	(0,3)	0,2	0,3	4,8%
6	Sm	25(2)	0	137,9	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(0,3)	-0,2	-0,3	15,1%

APROVECHAMIENTO 0,15 (15,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	---	1	1	0	0
Alma clase	1	0	---	1	1	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
N _{c,Rd}	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
F _x / N _{t,Rd}	5,9%	15,1%	---	5,9%	5,9%	4,8%	15,1%
V _{c,Rd,y}	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
V _y / V _{c,Rd,y}	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
V _{c,Rd,z}	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,y}	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
M _y / M _{c,Rd,y}	0,0%	0,0%	---	2,9%	0,5%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,z}	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
M _z / M _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	---	0,5%	2,9%	0,0%	0,0%
T _{Rd}	27,1	27,1	---	27,1	27,1	27,1	27,1
M _x / T _{Rd}	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,0%	---	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
N + M + V	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
T + V_y	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
T + V_z	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	441,8	---	---	441,8	441,8	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	12,2%	---	---	12,1%	12,1%	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
$\lambda_{red,z}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
χ_y	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
χ_z	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
$N_{cr,y}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
$N_{cr,z}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	2,9%	0,0%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,218	0,218	---	0,218	0,218	0,218	0,218
M_{cr}	717,5	717,5	---	717,5	717,5	717,5	717,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	12,6%	---	---	12,9%	12,9%	---	---
CE (6.62)	12,6%	---	---	12,9%	12,9%	---	---
k_{yy}	0,533	---	---	1,042	1,043	---	---
k_{zz}	0,533	---	---	1,043	1,042	---	---
k_{yz}	0,320	---	---	0,626	0,625	---	---
k_{zy}	0,320	---	---	0,625	0,626	---	---
cm_y	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_z	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_{LT}	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
N_{Ed}	54,1	---	---	53,6	53,6	---	---
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	0,9	0,2	---	---
$M_{Ed,z}$	-0,0	---	---	0,1	0,9	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,03$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 9 (CHSH-121x10) I/Ib: 436,7 cm / 436,7 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,48$

Esbeltez: $\lambda = (1,28; 1,28)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,25$	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,46$	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,46$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	437	-54,0	0,0	-0,0	(0,2)	0,0	(-0,1)	-0,1	0,2	12,6%
1	Tr	25(2)	0	137,7	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(-0,3)	0,2	-0,3	15,1%
3	My	30(2)	210	-53,6	0,0	0,9	(0,2)	-0,1	(-0,1)	0,0	-0,0	12,9%
4	Mz	30(2)	210	-53,6	0,0	0,2	(0,2)	-0,9	(-0,1)	0,0	-0,0	12,9%
5	V	0(2)	437	43,7	0,0	-0,0	(0,3)	0,0	(-0,3)	-0,2	0,3	4,8%
6	Sm	25(2)	0	137,7	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(-0,3)	0,2	-0,3	15,1%

APROVECHAMIENTO 0,15 (15,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	---	1	1	0	0
Alma clase	1	0	---	1	1	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$N_{c,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$F_x / N_{t,Rd}$	5,9%	15,1%	---	5,9%	5,9%	4,8%	15,1%
$V_{c,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,y}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	2,9%	0,5%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	2,9%	0,0%	0,0%
T_{Rd}	27,1	27,1	---	27,1	27,1	27,1	27,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	---	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_y$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_z$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	441,8	---	---	441,8	441,8	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	12,2%	---	---	12,1%	12,1%	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
$\lambda_{red,z}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
χ_y	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
χ_z	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
$N_{cr,y}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
$N_{cr,z}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	2,9%	0,0%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,218	0,218	---	0,218	0,218	0,218	0,218
M_{cr}	717,5	717,5	---	717,5	717,5	717,5	717,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	12,6%	---	---	12,9%	12,9%	---	---
CE (6.62)	12,6%	---	---	12,9%	12,9%	---	---
k_{yy}	0,533	---	---	1,042	1,043	---	---
k_{zz}	0,533	---	---	1,043	1,042	---	---
k_{yz}	0,320	---	---	0,626	0,625	---	---
k_{zy}	0,320	---	---	0,625	0,626	---	---
cm_y	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_z	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_{LT}	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
N_{Ed}	54,0	---	---	53,6	53,6	---	---
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	0,9	0,2	---	---
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	-0,1	-0,9	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,03$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 13 (CHSH-121x10) I/lb: 436,7 cm / 436,7 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,48$

Esbeltez: $\lambda = (1,28;1,28)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,25$	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,46$	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,46$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	437	-53,7	0,0	-0,0	(0,2)	-0,0	(0,1)	0,1	0,2	12,5%
1	Tr	25(2)	0	137,3	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(0,3)	-0,2	-0,3	15,0%
3	My	30(2)	210	-53,2	0,0	0,9	(0,2)	0,1	(0,1)	-0,0	-0,0	12,8%
4	Mz	30(2)	210	-53,2	0,0	0,2	(0,2)	0,9	(0,1)	-0,0	-0,0	12,8%
5	V	0(2)	437	43,7	0,0	-0,0	(0,3)	-0,0	(0,3)	0,2	0,3	4,8%
6	Sm	25(2)	0	137,3	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(0,3)	-0,2	-0,3	15,0%

APROVECHAMIENTO 0,15 (15,0%)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	---	1	1	0	0
Alma clase	1	0	---	1	1	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$N_{c,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$F_x / N_{t,Rd}$	5,9%	15,0%	---	5,8%	5,8%	4,8%	15,0%
$V_{c,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,y}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	2,9%	0,5%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	2,9%	0,0%	0,0%
T_{Rd}	27,1	27,1	---	27,1	27,1	27,1	27,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	---	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_y$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_z$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	441,8	---	---	441,8	441,8	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	12,1%	---	---	12,0%	12,0%	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
$\lambda_{red,z}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
χ_y	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
χ_z	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
$N_{cr,y}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
$N_{cr,z}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	2,9%	0,0%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,218	0,218	---	0,218	0,218	0,218	0,218
M_{cr}	717,5	717,5	---	717,5	717,5	717,5	717,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	12,5%	---	---	12,8%	12,8%	---	---
CE (6.62)	12,5%	---	---	12,8%	12,8%	---	---
k_{yy}	0,533	---	---	1,042	1,042	---	---
k_{zz}	0,533	---	---	1,042	1,042	---	---
k_{yz}	0,320	---	---	0,625	0,625	---	---
k_{zy}	0,320	---	---	0,625	0,625	---	---
cm_y	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_z	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_{LT}	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
N_{Ed}	53,7	---	---	53,2	53,2	---	---
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	0,9	0,2	---	---
$M_{Ed,z}$	-0,0	---	---	0,1	0,9	---	---

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_zd/M_b,R_d = 0,03$
 Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 14 (CHSH-121x10) I/Ib: 436,7 cm / 436,7 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,48$

Esbeltez: $\lambda = (1,28; 1,28)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	≤ +1,25	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	≤ +1,46	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,00	-0,00	≤ +1,46	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	437	-53,6	0,0	-0,0	(0,2)	0,0	(-0,1)	-0,1	0,2	12,5%
1	Tr	25(2)	0	137,5	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(-0,3)	0,2	-0,3	15,1%
3	My	30(2)	210	-53,2	0,0	0,9	(0,2)	-0,1	(-0,1)	0,0	-0,0	12,8%
4	Mz	30(2)	210	-53,2	0,0	0,2	(0,2)	-0,9	(-0,1)	0,0	-0,0	12,8%
5	V	0(2)	437	43,8	0,0	-0,0	(0,3)	0,0	(-0,3)	-0,2	0,3	4,8%
6	Sm	25(2)	0	137,5	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(-0,3)	0,2	-0,3	15,1%

APROVECHAMIENTO 0,15 (15,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	---	1	1	0	0
Alma clase	1	0	---	1	1	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
N _{c,Rd}	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
F _x / N _{t,Rd}	5,9%	15,1%	---	5,8%	5,8%	4,8%	15,1%
V _{c,Rd,y}	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
V _y / V _{c,Rd,y}	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
V _{c,Rd,z}	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,y}	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
M _y / M _{c,Rd,y}	0,0%	0,0%	---	2,9%	0,5%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,z}	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
M _z / M _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	---	0,5%	2,9%	0,0%	0,0%
T _{Rd}	27,1	27,1	---	27,1	27,1	27,1	27,1
M _x / T _{Rd}	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,0%	---	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
N + M + V	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
T + V_y	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
T + V_z	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	441,8	---	---	441,8	441,8	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	12,1%	---	---	12,0%	12,0%	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
$\lambda_{red,z}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
χ_y	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
χ_z	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
$N_{cr,y}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
$N_{cr,z}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	2,9%	0,0%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,218	0,218	---	0,218	0,218	0,218	0,218
M_{cr}	717,5	717,5	---	717,5	717,5	717,5	717,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	12,5%	---	---	12,8%	12,8%	---	---
CE (6.62)	12,5%	---	---	12,8%	12,8%	---	---
k_{yy}	0,533	---	---	1,042	1,042	---	---
k_{zz}	0,533	---	---	1,042	1,042	---	---
k_{yz}	0,320	---	---	0,625	0,625	---	---
k_{zy}	0,320	---	---	0,625	0,625	---	---
cm_y	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_z	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_{LT}	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
N_{Ed}	53,6	---	---	53,2	53,2	---	---
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	0,9	0,2	---	---
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	-0,1	-0,9	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,03$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 4 (CHSH-121x10) I/Ib: 436,7 cm / 436,7 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,48$

Esbeltez: $\lambda = (1,28; 1,28)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,25$	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,46$	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,46$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	437	-31,6	0,0	-0,0	(0,2)	0,0	(-0,1)	-0,1	0,2	7,5%
1	Tr	25(2)	0	76,3	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(-0,3)	0,2	-0,3	8,4%
3	My	30(2)	210	-31,2	0,0	0,6	(0,2)	-0,1	(-0,1)	0,0	-0,0	7,8%
4	Mz	30(2)	210	-31,2	0,0	0,2	(0,2)	-0,6	(-0,1)	0,0	-0,0	7,8%
5	V	0(2)	437	24,0	0,0	-0,0	(0,3)	0,0	(-0,3)	-0,2	0,3	2,6%
6	Sm	25(2)	0	76,3	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(-0,3)	0,2	-0,3	8,4%

APROVECHAMIENTO 0,08 (8,4%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	---	1	1	0	0
Alma clase	1	0	---	1	1	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$N_{c,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$F_x / N_{t,Rd}$	3,5%	8,4%	---	3,4%	3,4%	2,6%	8,4%
$V_{c,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,y}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	1,9%	0,5%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	1,9%	0,0%	0,0%
T_{Rd}	27,1	27,1	---	27,1	27,1	27,1	27,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_y$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_z$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	441,8	---	---	441,8	441,8	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	7,2%	---	---	7,1%	7,1%	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
$\lambda_{red,z}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
χ_y	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
χ_z	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
$N_{cr,y}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
$N_{cr,z}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	1,9%	0,0%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,218	0,218	---	0,218	0,218	0,218	0,218
M_{cr}	717,5	717,5	---	717,5	717,5	717,5	717,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	7,5%	---	---	7,8%	7,8%	---	---
CE (6.62)	7,5%	---	---	7,8%	7,8%	---	---
k_{yy}	0,514	---	---	1,004	1,004	---	---
k_{zz}	0,514	---	---	1,004	1,004	---	---
k_{yz}	0,308	---	---	0,602	0,602	---	---
k_{zy}	0,308	---	---	0,602	0,602	---	---
cm_y	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_z	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_{LT}	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
N_{Ed}	31,6	---	---	31,2	31,2	---	---
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	0,6	0,2	---	---
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	-0,1	-0,6	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,02$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 3 (CHSH-121x10) I/lb: 436,7 cm / 436,7 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,48$

Esbeltez: $\lambda = (1,28;1,28)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,25$	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,46$	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,46$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	437	-31,9	0,0	-0,0	(0,2)	-0,0	(0,1)	0,1	0,2	7,6%
1	Tr	25(2)	0	75,6	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(0,3)	-0,2	-0,3	8,3%
3	My	30(2)	210	-31,5	0,0	0,6	(0,2)	0,1	(0,1)	-0,0	-0,0	7,8%
4	Mz	30(2)	210	-31,5	0,0	0,2	(0,2)	0,6	(0,1)	-0,0	-0,0	7,8%
5	V	0(2)	437	23,5	0,0	-0,0	(0,3)	-0,0	(0,3)	0,2	0,3	2,6%
6	Sm	25(2)	0	75,6	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(0,3)	-0,2	-0,3	8,3%

APROVECHAMIENTO 0,08 (8,3%)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	---	1	1	0	0
Alma clase	1	0	---	1	1	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$N_{c,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$F_x / N_{t,Rd}$	3,5%	8,3%	---	3,4%	3,4%	2,6%	8,3%
$V_{c,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,y}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	1,9%	0,5%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	1,9%	0,0%	0,0%
T_{Rd}	27,1	27,1	---	27,1	27,1	27,1	27,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_y$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_z$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	441,8	---	---	441,8	441,8	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	7,2%	---	---	7,1%	7,1%	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
$\lambda_{red,z}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
χ_y	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
χ_z	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
$N_{cr,y}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
$N_{cr,z}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	1,9%	0,0%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,218	0,218	---	0,218	0,218	0,218	0,218
M_{cr}	717,5	717,5	---	717,5	717,5	717,5	717,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	7,6%	---	---	7,8%	7,8%	---	---
CE (6.62)	7,6%	---	---	7,8%	7,8%	---	---
k_{yy}	0,514	---	---	1,004	1,004	---	---
k_{zz}	0,514	---	---	1,004	1,004	---	---
k_{yz}	0,308	---	---	0,603	0,603	---	---
k_{zy}	0,308	---	---	0,603	0,603	---	---
cm_y	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_z	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_{LT}	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
N_{Ed}	31,9	---	---	31,5	31,5	---	---
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	0,6	0,2	---	---
$M_{Ed,z}$	-0,0	---	---	0,1	0,6	---	---

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $Mzd/Mb,Rd = 0,02$
 Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 18 (CHSH-121x10) I/Ib: 436,7 cm / 436,7 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,48$

Esbeltez: $\lambda = (1,28; 1,28)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,25$	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,46$	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,46$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	437	-25,0	0,0	-0,0	(0,2)	-0,0	(0,1)	0,1	0,2	6,0%
1	Tr	25(2)	0	69,7	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(0,3)	-0,2	-0,3	7,6%
3	My	30(2)	210	-24,5	0,0	0,5	(0,2)	0,1	(0,1)	-0,0	-0,0	6,2%
4	Mz	30(2)	210	-24,5	0,0	0,2	(0,2)	0,5	(0,1)	-0,0	-0,0	6,2%
5	V	0(2)	437	24,0	0,0	-0,0	(0,3)	-0,0	(0,3)	0,2	0,3	2,6%
6	Sm	25(2)	0	69,7	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(0,3)	-0,2	-0,3	7,6%

APROVECHAMIENTO 0,08 (7,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	---	1	1	0	0
Alma clase	1	0	---	1	1	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$N_{c,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$F_x / N_{t,Rd}$	2,7%	7,6%	---	2,7%	2,7%	2,6%	7,6%
$V_{c,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,y}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	1,6%	0,5%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	1,6%	0,0%	0,0%
T_{Rd}	27,1	27,1	---	27,1	27,1	27,1	27,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M + V	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
T + V _y	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
T + V _z	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	441,8	---	---	441,8	441,8	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	5,7%	---	---	5,6%	5,6%	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
$\lambda_{red,z}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
χ_y	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
χ_z	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
$N_{cr,y}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
$N_{cr,z}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	1,6%	0,0%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,218	0,218	---	0,218	0,218	0,218	0,218
M_{cr}	717,5	717,5	---	717,5	717,5	717,5	717,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	6,0%	---	---	6,2%	6,2%	---	---
CE (6.62)	6,0%	---	---	6,2%	6,2%	---	---
k_{yy}	0,508	---	---	0,992	0,993	---	---
k_{zz}	0,508	---	---	0,993	0,992	---	---
k_{yz}	0,305	---	---	0,596	0,595	---	---
k_{zy}	0,305	---	---	0,595	0,596	---	---
cm_y	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_z	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_{LT}	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
N_{Ed}	25,0	---	---	24,5	24,5	---	---
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	0,5	0,2	---	---
$M_{Ed,z}$	-0,0	---	---	0,1	0,5	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,02$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 19 (CHSH-121x10) I/Ib: 436,7 cm / 436,7 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,48$

Esbeltez: $\lambda = (1,28; 1,28)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 1,000)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 437$ cm

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,25$	Si
Flecha por integridad	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,46$	Si
Flecha por apariencia	+0,05	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,46$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	437	-25,3	0,0	-0,0	(0,2)	0,0	(-0,1)	-0,1	0,2	6,1%
1	Tr	25(2)	0	69,0	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(-0,3)	0,2	-0,3	7,6%
3	My	30(2)	210	-24,8	0,0	0,5	(0,2)	-0,1	(-0,1)	0,0	-0,0	6,3%
4	Mz	30(2)	210	-24,8	0,0	0,2	(0,2)	-0,5	(-0,1)	0,0	-0,0	6,3%
5	V	0(2)	437	23,5	0,0	-0,0	(0,3)	0,0	(-0,3)	-0,2	0,3	2,6%
6	Sm	25(2)	0	69,0	0,0	0,0	(0,3)	0,0	(-0,3)	0,2	-0,3	7,6%

APROVECHAMIENTO 0,08 (7,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	---	1	1	0	0
Alma clase	1	0	---	1	1	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$N_{c,Rd}$	913,3	913,3	---	913,3	913,3	913,3	913,3
$F_x / N_{t,Rd}$	2,8%	7,6%	---	2,7%	2,7%	2,6%	7,6%
$V_{c,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,y}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	1,6%	0,5%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	1,6%	0,0%	0,0%
T_{Rd}	27,1	27,1	---	27,1	27,1	27,1	27,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_y$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	335,7	335,7	---	335,7	335,7	335,7	335,7
$T + V_z$	0,0%	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	441,8	---	---	441,8	441,8	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	5,7%	---	---	5,6%	5,6%	---	---
$\lambda_{red,y}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
$\lambda_{red,z}$	1,277	---	---	1,277	1,277	---	---
χ_y	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
χ_z	0,484	---	---	0,484	0,484	---	---
$N_{cr,y}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---
$N_{cr,z}$	588,5	---	---	588,5	588,5	---	---

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	32,4	32,4	---	32,4	32,4	32,4	32,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,0%	---	0,5%	1,6%	0,0%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,218	0,218	---	0,218	0,218	0,218	0,218
M_{cr}	717,5	717,5	---	717,5	717,5	717,5	717,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	6,1%	---	---	6,3%	6,3%	---	---
CE (6.62)	6,1%	---	---	6,3%	6,3%	---	---
k_{yy}	0,508	---	---	0,993	0,993	---	---
k_{zz}	0,508	---	---	0,993	0,993	---	---
k_{yz}	0,305	---	---	0,596	0,596	---	---
k_{zy}	0,305	---	---	0,596	0,596	---	---
cm_y	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_z	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
cm_{LT}	0,486	---	---	0,950	0,950	---	---
N_{Ed}	25,3	---	---	24,8	24,8	---	---
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	---	0,5	0,2	---	---
$M_{Ed,z}$	0,0	---	---	-0,1	-0,5	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,02$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

6. Conjunto tornapuntas principal

PILARES

PILAR 66 (CHSH-244.5x12.5) I/lb: 10,0 cm / 10,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,03;0,03)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (2,242;2,242)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	10	-400,9	0,0	30,2	(30,2)	-0,6	(-0,6)	1,0	-48,8	31,8%
1	Tr	30(2)	0	168,5	0,0	-11,0	(-14,1)	0,2	(0,2)	-0,5	30,6	7,1%
2	Mx	52(2)	0	-93,9	0,3	5,9	(6,6)	0,5	(0,6)	-0,9	-7,1	7,3%
3	My	25(2)	10	-400,9	0,0	30,2	(30,2)	-0,6	(-0,6)	1,0	-48,8	31,8%
4	Mz	55(2)	10	-90,4	-0,3	5,6	(5,6)	-0,7	(-0,7)	1,1	-5,4	6,7%
5	V	25(2)	0	-400,8	0,0	25,3	(30,2)	-0,5	(-0,6)	1,0	-48,8	31,8%
6	Sm	25(2)	10	-400,9	0,0	30,2	(30,2)	-0,6	(-0,6)	1,0	-48,8	31,8%

APROVECHAMIENTO 0,32 (31,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$N_{c,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{t,Rd}$	16,8%	7,1%	3,9%	16,8%	3,8%	16,8%	16,8%
$V_{c,Rd,y}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,z}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_z / V_{c,Rd,z}$	5,6%	3,5%	0,8%	5,6%	0,6%	5,6%	5,6%
$M_{c,Rd,y}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	17,1%	6,2%	3,4%	17,1%	3,2%	14,3%	17,1%
$M_{c,Rd,z}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,4%	0,1%	0,3%	0,4%	0,4%	0,3%	0,4%
T_{Rd}	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	3,2%	0,4%	0,1%	3,2%	0,1%	2,3%	3,2%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	876,8	877,0	875,1	876,8	875,3	876,8	876,8
T + V_y	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	876,8	877,0	875,1	876,8	875,3	876,8	876,8
T + V_z	5,6%	3,5%	0,8%	5,6%	0,6%	5,6%	5,6%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	2386,1	---	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{b,Rd}$	16,8%	---	3,9%	16,8%	3,8%	16,8%	16,8%
$\lambda_{red,y}$	0,031	---	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
$\lambda_{red,z}$	0,031	---	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	2533770,5	---	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5
$N_{cr,z}$	2533770,5	---	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,4%	0,1%	0,3%	0,4%	0,4%	0,3%	0,4%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
M_{cr}	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	31,8%	---	7,3%	31,8%	6,7%	31,8%	31,8%
CE (6.62)	31,8%	---	7,3%	31,8%	6,7%	31,8%	31,8%
k_{yy}	0,875	---	0,894	0,875	0,894	0,875	0,875
k_{zz}	0,875	---	0,894	0,875	0,894	0,875	0,875
k_{yz}	0,525	---	0,536	0,525	0,537	0,525	0,525
k_{zy}	0,525	---	0,536	0,525	0,537	0,525	0,525
cm_y	0,900	---	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
cm_z	0,900	---	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
cm_{LT}	0,900	---	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
N_{Ed}	400,9	---	93,9	400,9	90,4	400,8	400,9
$M_{Ed,y}$	30,2	---	5,9	30,2	5,6	25,3	30,2
$M_{Ed,z}$	-0,6	---	0,5	-0,6	-0,7	-0,5	-0,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,00$

PILAR 69 (CHSH-244.5x12.5) I/Ib: 10,0 cm / 10,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,03;0,03)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (2,242;2,242)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	10	-400,0	-0,0	30,1	(30,1)	0,6	(0,6)	-1,0	-48,7	31,7%
1	Tr	30(2)	0	167,6	-0,0	-11,0	(-14,0)	-0,2	(-0,3)	0,6	30,5	7,0%
2	Mx	55(2)	0	-89,3	-0,3	5,7	(6,4)	-0,5	(-0,6)	0,9	-7,0	7,0%
3	My	25(2)	10	-400,0	-0,0	30,1	(30,1)	0,6	(0,6)	-1,0	-48,7	31,7%
4	Mz	52(2)	9	-95,0	0,3	5,8	(5,9)	0,8	(0,8)	-1,1	-5,5	7,0%
5	V	25(2)	0	-399,9	-0,0	25,2	(30,1)	0,5	(0,6)	-1,0	-48,7	31,7%
6	Sm	25(2)	10	-400,0	-0,0	30,1	(30,1)	0,6	(0,6)	-1,0	-48,7	31,7%

APROVECHAMIENTO 0,32 (31,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
N _{c,Rd}	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
F _x / N _{Rd}	16,8%	7,0%	3,7%	16,8%	4,0%	16,8%	16,8%
V _{c,Rd,y}	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
V _y / V _{c,Rd,y}	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
V _{c,Rd,z}	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
V _z / V _{c,Rd,z}	5,6%	3,5%	0,8%	5,6%	0,6%	5,6%	5,6%
M _{c,Rd,y}	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
M _y / M _{c,Rd,y}	17,1%	6,2%	3,2%	17,1%	3,3%	14,3%	17,1%
M _{c,Rd,z}	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
M _z / M _{c,Rd,z}	0,3%	0,1%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%	0,3%
T _{Rd}	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1
M _x / T _{Rd}	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	3,2%	0,4%	0,1%	3,2%	0,1%	2,3%	3,2%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	876,8	877,0	875,1	876,8	875,3	876,8	876,8
T + V _y	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
V _{pl,T,Rd,z}	876,8	877,0	875,1	876,8	875,3	876,8	876,8
T + V _z	5,6%	3,5%	0,8%	5,6%	0,6%	5,6%	5,6%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	2386,1	---	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
F _x / N _{b,Rd}	16,8%	---	3,7%	16,8%	4,0%	16,8%	16,8%
λ _{red,y}	0,031	---	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
λ _{red,z}	0,031	---	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	2533770,5	---	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5
N _{cr,z}	2533770,5	---	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
M _z / M _{b,Rd}	0,3%	0,1%	0,3%	0,3%	0,4%	0,3%	0,3%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$\lambda_{red,LT}$	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
M_{cr}	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	31,7%	---	7,0%	31,7%	7,0%	31,7%	31,7%
CE (6.62)	31,7%	---	7,0%	31,7%	7,0%	31,7%	31,7%
k_{yy}	0,875	---	0,894	0,875	0,894	0,875	0,875
k_{zz}	0,875	---	0,894	0,875	0,894	0,875	0,875
k_{yz}	0,525	---	0,537	0,525	0,536	0,525	0,525
k_{zy}	0,525	---	0,537	0,525	0,536	0,525	0,525
cm_y	0,900	---	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
cm_z	0,900	---	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
cm_{LT}	0,900	---	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
N_{Ed}	400,0	---	89,3	400,0	95,0	399,9	400,0
$M_{Ed,y}$	30,1	---	5,7	30,1	5,8	25,2	30,1
$M_{Ed,z}$	0,6	---	-0,5	0,6	0,8	0,5	0,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,00$

PILAR 64 (CHSH-244.5x12.5) I/Ib: 10,0 cm / 10,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,03; 0,03)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (2,242; 2,242)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	10	-223,4	0,0	16,7	(16,7)	0,1	(0,3)	1,1	-26,9	17,7%
1	Tr	30(2)	0	95,3	0,0	-6,4	(-8,2)	0,2	(0,2)	0,2	17,9	4,0%
2	Mx	52(2)	0	-55,4	0,4	2,9	(3,1)	0,4	(0,4)	0,3	-2,6	3,9%
3	My	25(2)	10	-223,4	0,0	16,7	(16,7)	0,1	(0,3)	1,1	-26,9	17,7%
4	Mz	55(2)	10	-51,3	-0,4	3,8	(3,8)	-0,8	(-0,8)	1,9	-4,2	4,1%
5	V	25(2)	0	-223,3	0,0	14,0	(16,7)	0,3	(0,3)	1,1	-26,9	17,7%
6	Sm	25(2)	10	-223,4	0,0	16,7	(16,7)	0,1	(0,3)	1,1	-26,9	17,7%

APROVECHAMIENTO 0,18 (17,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$N_{c,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
F_x / N_{Rd}	9,4%	4,0%	2,3%	9,4%	2,1%	9,4%	9,4%
$V_{c,Rd,y}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,z}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_z / V_{c,Rd,z}$	3,1%	2,0%	0,3%	3,1%	0,5%	3,1%	3,1%
$M_{c,Rd,y}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	9,5%	3,6%	1,6%	9,5%	2,2%	7,9%	9,5%
$M_{c,Rd,z}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,4%	0,1%	0,1%
T_{Rd}	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,9%	0,1%	0,0%	0,9%	0,0%	0,7%	0,9%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	876,8	876,8	874,5	876,8	874,8	876,8	876,8
$T + V_y$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	876,8	876,8	874,5	876,8	874,8	876,8	876,8
$T + V_z$	3,1%	2,0%	0,3%	3,1%	0,5%	3,1%	3,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	2386,1	---	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{b,Rd}$	9,4%	---	2,3%	9,4%	2,1%	9,4%	9,4%
$\lambda_{red,y}$	0,031	---	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
$\lambda_{red,z}$	0,031	---	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	2533770,5	---	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5
$N_{cr,z}$	2533770,5	---	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,4%	0,1%	0,1%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
M_{cr}	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	17,7%	---	3,9%	17,7%	4,1%	17,7%	17,7%
CE (6.62)	17,7%	---	3,9%	17,7%	4,1%	17,7%	17,7%
k_{yy}	0,886	---	0,896	0,886	0,897	0,886	0,886
k_{zz}	0,886	---	0,896	0,886	0,897	0,886	0,886
k_{yz}	0,531	---	0,538	0,531	0,538	0,531	0,531
k_{zy}	0,531	---	0,538	0,531	0,538	0,531	0,531
cm_y	0,900	---	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
cm_z	0,900	---	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
cm_{LT}	0,900	---	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
N_{Ed}	223,4	---	55,4	223,4	51,3	223,3	223,4
$M_{Ed,y}$	16,7	---	2,9	16,7	3,8	14,0	16,7
$M_{Ed,z}$	0,1	---	0,4	0,1	-0,8	0,3	0,1

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,00$

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

PILAR 72 (CHSH-244.5x12.5) I/lb: 10,0 cm / 10,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,03;0,03)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (2,242;2,242)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	10	-203,3	-0,0	15,1	(15,1)	-0,1	(-0,2)	-1,3	-23,9	16,1%
1	Tr	30(2)	0	75,2	-0,0	-5,1	(-6,6)	-0,2	(-0,2)	-0,1	15,0	3,1%
2	Mx	55(2)	0	-52,9	-0,4	2,7	(3,0)	-0,4	(-0,4)	-0,3	-2,5	3,7%
3	My	25(2)	10	-203,3	-0,0	15,1	(15,1)	-0,1	(-0,2)	-1,3	-23,9	16,1%
4	Mz	52(2)	10	-53,8	0,4	3,9	(3,9)	0,8	(0,8)	-1,9	-4,3	4,3%
5	V	25(2)	0	-203,2	-0,0	12,7	(15,1)	-0,2	(-0,2)	-1,3	-23,9	16,1%
6	Sm	25(2)	10	-203,3	-0,0	15,1	(15,1)	-0,1	(-0,2)	-1,3	-23,9	16,1%

APROVECHAMIENTO 0,16 (16,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$N_{c,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{t,Rd}$	8,5%	3,1%	2,2%	8,5%	2,3%	8,5%	8,5%
$V_{c,Rd,y}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,z}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_z / V_{c,Rd,z}$	2,7%	1,7%	0,3%	2,7%	0,5%	2,7%	2,7%
$M_{c,Rd,y}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	8,6%	2,9%	1,6%	8,6%	2,2%	7,2%	8,6%
$M_{c,Rd,z}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,0%	0,1%	0,2%	0,0%	0,4%	0,1%	0,0%
T_{Rd}	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,8%	0,1%	0,0%	0,8%	0,1%	0,5%	0,8%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	876,8	876,8	874,5	876,8	874,8	876,8	876,8
$T + V_y$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$V_{pl,T,Rd,z}$	876,8	876,8	874,5	876,8	874,8	876,8	876,8
$T + V_z$	2,7%	1,7%	0,3%	2,7%	0,5%	2,7%	2,7%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	2386,1	---	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{b,Rd}$	8,5%	---	2,2%	8,5%	2,3%	8,5%	8,5%
$\lambda_{red,y}$	0,031	---	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
$\lambda_{red,z}$	0,031	---	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	2533770,5	---	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5
$N_{cr,z}$	2533770,5	---	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5	2533770,5
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,0%	0,1%	0,2%	0,0%	0,4%	0,1%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
M_{cr}	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7	500165,7
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	16,1%	---	3,7%	16,1%	4,3%	16,1%	16,1%
CE (6.62)	16,1%	---	3,7%	16,1%	4,3%	16,1%	16,1%
k_{yy}	0,887	---	0,897	0,887	0,897	0,887	0,887
k_{zz}	0,887	---	0,897	0,887	0,897	0,887	0,887
k_{yz}	0,532	---	0,538	0,532	0,538	0,532	0,532
k_{zy}	0,532	---	0,538	0,532	0,538	0,532	0,532
cm_y	0,900	---	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
cm_z	0,900	---	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
cm_{LT}	0,900	---	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
N_{Ed}	203,3	---	52,9	203,3	53,8	203,2	203,3
$M_{Ed,y}$	15,1	---	2,7	15,1	3,9	12,7	15,1
$M_{Ed,z}$	-0,1	---	-0,4	-0,1	0,8	-0,2	-0,1

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,00$

DIAGONALES

DIAG. 7 (CHSH-244.5x12.5) I/Ib: 82,5 cm / 82,5 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,09)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,899;0,736)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 82$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 82$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,23$	Si
Flecha por integridad	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,27$	Si

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,27	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-385,9	-0,0	25,3	(-71,8)	0,5	(0,5)	1,0	118,5	34,6%
1	Tr	30(2)	82	160,9	0,0	38,0	(38,0)	0,2	(0,2)	-0,5	-59,9	21,6%
2	Mx	52(2)	0	-91,2	0,4	5,9	(-13,3)	-0,4	(-0,4)	-0,9	23,5	7,0%
3	My	25(2)	82	-385,2	-0,0	-71,8	(-71,8)	-0,3	(0,5)	1,0	118,3	40,7%
4	Mz	25(2)	32	-385,6	-0,0	-12,6	(-71,8)	1,2	(0,5)	1,0	118,4	34,7%
5	V	25(2)	0	-385,9	-0,0	25,3	(-71,8)	0,5	(0,5)	1,0	118,5	34,6%
6	Sm	25(2)	82	-385,2	-0,0	-71,8	(-71,8)	-0,3	(0,5)	1,0	118,3	40,7%

APROVECHAMIENTO 0,41 (40,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
N _{c,Rd}	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
F _x / N _{t,Rd}	16,2%	6,7%	3,8%	16,1%	16,2%	16,2%	16,1%
V _{c,Rd,y}	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
V _y / V _{c,Rd,y}	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
V _{c,Rd,z}	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
V _z / V _{c,Rd,z}	13,5%	6,8%	2,7%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
M _{c,Rd,y}	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
M _y / M _{c,Rd,y}	14,3%	21,6%	3,4%	40,7%	7,2%	14,3%	40,7%
M _{c,Rd,z}	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
M _z / M _{c,Rd,z}	0,3%	0,1%	0,3%	0,2%	0,7%	0,3%	0,2%
T _{Rd}	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1
M _x / T _{Rd}	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	2,3%	4,8%	0,1%	18,2%	0,6%	2,3%	18,2%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	876,8	876,8	874,6	876,8	876,8	876,8	876,8
T + V _y	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
V _{pl,T,Rd,z}	876,8	876,8	874,6	876,8	876,8	876,8	876,8
T + V _z	13,5%	6,8%	2,7%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	2386,1	---	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
F _x / N _{b,Rd}	16,2%	---	3,8%	16,1%	16,2%	16,2%	16,1%
λ _{red,y}	0,085	---	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085
λ _{red,z}	0,104	---	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	345684,3	---	345684,3	345684,3	345684,3	345684,3	345684,3
N _{cr,z}	231658,7	---	231658,7	231658,7	231658,7	231658,7	231658,7
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_z / M_{b,Rd}$	0,3%	0,1%	0,3%	0,2%	0,7%	0,3%	0,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
M_{cr}	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	27,3%	---	5,8%	27,3%	27,4%	27,3%	27,3%
CE (6.62)	34,6%	---	7,0%	34,6%	34,7%	34,6%	34,6%
k_{yy}	0,451	---	0,419	0,451	0,451	0,451	0,451
k_{zz}	0,394	---	0,399	0,394	0,956	0,394	0,394
k_{yz}	0,236	---	0,239	0,236	0,574	0,236	0,236
k_{zy}	0,270	---	0,251	0,270	0,270	0,270	0,270
cm_y	0,459	---	0,421	0,459	0,459	0,459	0,459
cm_z	0,400	---	0,400	0,400	0,972	0,400	0,400
cm_{LT}	0,400	---	0,400	0,400	0,972	0,400	0,400
N_{Ed}	385,9	---	91,2	385,2	385,6	385,9	385,2
$M_{Ed,y}$	25,3	---	5,9	-71,8	-12,6	25,3	-71,8
$M_{Ed,z}$	0,5	---	-0,4	-0,3	1,2	0,5	-0,3

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,01$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 12 (CHSH-244.5x12.5) I/lb: 82,5 cm / 82,5 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,09)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,899;0,736)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 82$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 82$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,23$	Si
Flecha por integridad	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,27$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,27$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-385,1	0,0	25,2	(-71,7)	-0,5	(-0,5)	-1,0	118,2	34,5%
1	Tr	30(2)	82	160,1	-0,0	37,9	(37,9)	-0,3	(-0,3)	0,6	-59,6	21,5%
2	Mx	55(2)	0	-86,7	-0,4	5,7	(-12,8)	0,5	(0,5)	0,9	22,6	6,7%
3	My	25(2)	82	-384,3	0,0	-71,7	(-71,7)	0,3	(-0,5)	-1,0	118,1	40,6%
4	Mz	25(2)	32	-384,8	0,0	-12,6	(-71,7)	-1,2	(-0,5)	-1,0	118,2	34,6%
5	V	25(2)	0	-385,1	0,0	25,2	(-71,7)	-0,5	(-0,5)	-1,0	118,2	34,5%
6	Sm	25(2)	82	-384,3	0,0	-71,7	(-71,7)	0,3	(-0,5)	-1,0	118,1	40,6%

APROVECHAMIENTO 0,41 (40,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$N_{c,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{t,Rd}$	16,1%	6,7%	3,6%	16,1%	16,1%	16,1%	16,1%
$V_{c,Rd,y}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,z}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_z / V_{c,Rd,z}$	13,5%	6,8%	2,6%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
$M_{c,Rd,y}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	14,3%	21,5%	3,2%	40,6%	7,1%	14,3%	40,6%
$M_{c,Rd,z}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,3%	0,2%	0,3%	0,2%	0,7%	0,3%	0,2%
T_{Rd}	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	2,2%	4,7%	0,1%	18,1%	0,6%	2,2%	18,1%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	876,7	876,8	874,6	876,7	876,7	876,7	876,7
$T + V_y$	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	876,7	876,8	874,6	876,7	876,7	876,7	876,7
$T + V_z$	13,5%	6,8%	2,6%	13,5%	13,5%	13,5%	13,5%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	2386,1	---	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{b,Rd}$	16,1%	---	3,6%	16,1%	16,1%	16,1%	16,1%
$\lambda_{red,y}$	0,085	---	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085
$\lambda_{red,z}$	0,104	---	0,104	0,104	0,104	0,104	0,104
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	345684,3	---	345684,3	345684,3	345684,3	345684,3	345684,3
$N_{cr,z}$	231658,7	---	231658,7	231658,7	231658,7	231658,7	231658,7
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,3%	0,2%	0,3%	0,2%	0,7%	0,3%	0,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
M_{cr}	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	27,2%	---	5,6%	27,2%	27,4%	27,2%	27,2%
CE (6.62)	34,5%	---	6,7%	34,5%	34,6%	34,5%	34,5%
k_{yy}	0,451	---	0,420	0,451	0,451	0,451	0,451
k_{zz}	0,394	---	0,399	0,394	0,956	0,394	0,394
k_{yz}	0,236	---	0,239	0,236	0,574	0,236	0,236
k_{zy}	0,270	---	0,252	0,270	0,270	0,270	0,270
cm_y	0,459	---	0,422	0,459	0,459	0,459	0,459
cm_z	0,400	---	0,400	0,400	0,971	0,400	0,400
cm_{LT}	0,400	---	0,400	0,400	0,971	0,400	0,400
N_{Ed}	385,1	---	86,7	384,3	384,8	385,1	384,3
$M_{Ed,y}$	25,2	---	5,7	-71,7	-12,6	25,2	-71,7
$M_{Ed,z}$	-0,5	---	0,5	0,3	-1,2	-0,5	0,3

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $Mzd/Mb,Rd = 0,01$
 Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 1 (CHSH-244.5x12.5) I/lb: 82,5 cm / 82,5 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,11;0,09)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,919;0,736)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 82$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 82$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,23$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,27$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,27$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-215,1	0,1	14,0	(-39,8)	-0,2	(-1,2)	1,1	65,7	19,6%
1	Tr	30(2)	82	91,2	0,1	21,9	(21,9)	-0,4	(-0,4)	0,2	-34,5	12,4%
2	Mx	52(2)	0	-54,1	0,5	2,9	(-7,2)	-0,3	(-0,6)	0,3	12,3	4,2%
3	My	25(2)	82	-214,4	0,1	-39,8	(-39,8)	-1,2	(-1,2)	1,1	65,6	22,6%
4	Mz	25(2)	56	-214,6	0,1	-22,8	(-39,8)	-1,4	(-1,2)	1,1	65,6	19,7%
5	V	25(2)	0	-215,1	0,1	14,0	(-39,8)	-0,2	(-1,2)	1,1	65,7	19,6%
6	Sm	25(2)	82	-214,4	0,1	-39,8	(-39,8)	-1,2	(-1,2)	1,1	65,6	22,6%

APROVECHAMIENTO 0,23 (22,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$N_{c,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{t,Rd}$	9,0%	3,8%	2,3%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%
$V_{c,Rd,y}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,z}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_z / V_{c,Rd,z}$	7,5%	3,9%	1,4%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%
$M_{c,Rd,y}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	7,9%	12,4%	1,6%	22,6%	12,9%	7,9%	22,6%
$M_{c,Rd,z}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,1%	0,2%	0,2%	0,7%	0,8%	0,1%	0,7%
T_{Rd}	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1
M_x / T_{Rd}	0,1%	0,1%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,7%	1,5%	0,0%	5,3%	1,7%	0,7%	5,3%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	876,5	876,6	874,1	876,5	876,5	876,5	876,5
T + V _y	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	876,5	876,6	874,1	876,5	876,5	876,5	876,5
T + V _z	7,5%	3,9%	1,4%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	2386,1	---	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{b,Rd}$	9,0%	---	2,3%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%
$\lambda_{red,y}$	0,085	---	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085
$\lambda_{red,z}$	0,106	---	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	345567,0	---	345567,0	345567,0	345567,0	345567,0	345567,0
$N_{cr,z}$	221667,3	---	221667,3	221667,3	221667,3	221667,3	221667,3
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,1%	0,2%	0,2%	0,7%	0,8%	0,1%	0,7%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
M_{cr}	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	15,6%	---	3,6%	15,6%	15,8%	15,6%	15,6%
CE (6.62)	19,6%	---	4,2%	19,5%	19,7%	19,6%	19,5%
k_{yy}	0,455	---	0,438	0,455	0,455	0,455	0,455
k_{zz}	0,677	---	0,819	0,678	0,984	0,677	0,678
k_{yz}	0,406	---	0,491	0,407	0,590	0,406	0,407
k_{zy}	0,273	---	0,263	0,273	0,273	0,273	0,273
cm_y	0,460	---	0,439	0,460	0,460	0,460	0,460
cm_z	0,683	---	0,820	0,683	0,992	0,683	0,683
cm_{LT}	0,683	---	0,820	0,683	0,992	0,683	0,683
N_{Ed}	215,1	---	54,1	214,4	214,6	215,1	214,4
$M_{Ed,y}$	14,0	---	2,9	-39,8	-22,8	14,0	-39,8
$M_{Ed,z}$	-0,2	---	-0,3	-1,2	-1,4	-0,2	-1,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,01$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 17 (CHSH-244.5x12.5) I/Ib: 82,5 cm / 82,5 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,11;0,09)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,919;0,736)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 82$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 82$ cm

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,23$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,27$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,27$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	82	-195,8	-0,1	-12,4	(36,1)	0,2	(1,2)	1,3	59,2	17,9%
1	Tr	30(2)	0	71,8	-0,1	-18,0	(-18,0)	0,4	(0,4)	0,1	-28,0	10,2%
2	Mx	55(2)	0	-51,1	-0,5	6,9	(6,9)	0,6	(0,6)	0,3	11,7	4,1%
3	My	25(2)	0	-195,0	-0,1	36,1	(36,1)	1,2	(1,2)	1,3	59,1	20,5%
4	Mz	25(2)	24	-195,2	-0,1	21,9	(36,1)	1,4	(1,2)	1,3	59,1	18,0%
5	V	25(2)	82	-195,8	-0,1	-12,4	(36,1)	0,2	(1,2)	1,3	59,2	17,9%
6	Sm	25(2)	0	-195,0	-0,1	36,1	(36,1)	1,2	(1,2)	1,3	59,1	20,5%

APROVECHAMIENTO 0,20 (20,5%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$N_{c,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{t,Rd}$	8,2%	3,0%	2,1%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%
$V_{c,Rd,y}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,z}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_z / V_{c,Rd,z}$	6,8%	3,2%	1,3%	6,7%	6,7%	6,8%	6,7%
$M_{c,Rd,y}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	7,0%	10,2%	3,9%	20,5%	12,4%	7,0%	20,5%
$M_{c,Rd,z}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,1%	0,2%	0,3%	0,7%	0,8%	0,1%	0,7%
T_{Rd}	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,1%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,5%	1,0%	0,2%	4,3%	1,6%	0,5%	4,3%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	876,6	876,5	874,2	876,6	876,6	876,6	876,6
$T + V_y$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	876,6	876,5	874,2	876,6	876,6	876,6	876,6
$T + V_z$	6,8%	3,2%	1,3%	6,7%	6,7%	6,8%	6,7%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	2386,1	---	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{b,Rd}$	8,2%	---	2,1%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%
$\lambda_{red,y}$	0,085	---	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085
$\lambda_{red,z}$	0,106	---	0,106	0,106	0,106	0,106	0,106
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	345567,0	---	345567,0	345567,0	345567,0	345567,0	345567,0

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
N _{cr,z}	221667,3	---	221667,3	221667,3	221667,3	221667,3	221667,3
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
M _z / M _{b,Rd}	0,1%	0,2%	0,3%	0,7%	0,8%	0,1%	0,7%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
M _{cr}	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5	43432,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	14,3%	---	3,5%	14,3%	14,5%	14,3%	14,3%
CE (6.62)	17,9%	---	4,1%	17,8%	18,0%	17,9%	17,8%
k _{yy}	0,458	---	0,444	0,458	0,458	0,458	0,458
k _{zz}	0,660	---	0,821	0,660	0,987	0,660	0,660
k _{yz}	0,396	---	0,493	0,396	0,592	0,396	0,396
k _{zy}	0,275	---	0,267	0,275	0,275	0,275	0,275
cm _y	0,462	---	0,446	0,462	0,462	0,462	0,462
cm _z	0,665	---	0,823	0,665	0,995	0,665	0,665
cm _{LT}	0,665	---	0,823	0,665	0,995	0,665	0,665
N _{Ed}	195,8	---	51,1	195,0	195,2	195,8	195,0
M _{Ed,y}	-12,4	---	6,9	36,1	21,9	-12,4	36,1
M _{Ed,z}	0,2	---	0,6	1,2	1,4	0,2	1,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,01

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 77 (CHSH-244.5x12.5) I/lb: 315,3 cm / 315,3 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: χ = 0,95

Esbeltez: λ = (0,40;0,33)

Factor de longitud de pandeo: β = (0,899;0,736)

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 315 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 315 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,02	-0,02	+0,00	-0,00	≤ +0,90	Si
Flecha por integridad	+0,02	-0,02	+0,00	-0,00	≤ +1,05	Si
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	-0,00	≤ +1,05	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	315	-296,5	-0,0	-5,2	(-5,2)	-0,1	(-0,1)	0,0	1,9	14,3%
1	Tr	30(2)	0	111,3	0,0	0,0	(5,4)	0,0	(0,0)	-0,0	-1,9	4,7%
2	Mx	52(2)	0	-74,2	0,0	0,0	(0,3)	-0,0	(0,1)	-0,0	-0,3	3,2%
3	My	25(2)	240	-295,8	-0,0	-6,1	(-5,2)	-0,1	(-0,1)	0,0	1,8	15,4%
4	Mz	25(2)	150	-295,0	-0,0	-2,3	(-5,2)	-3,2	(-0,1)	0,0	1,7	14,2%
5	V	4(2)	0	71,5	-0,0	-0,0	(5,5)	0,0	(-0,0)	0,0	-2,0	3,0%
6	Sm	25(2)	300	-296,4	-0,0	-5,5	(-5,2)	-0,1	(-0,1)	0,0	1,9	15,5%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

APROVECHAMIENTO 0,15 (15,5%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	1	1	1	0	1
Alma clase	1	0	1	1	1	0	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$N_{c,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{t,Rd}$	12,4%	4,7%	3,1%	12,4%	12,4%	3,0%	12,4%
$V_{c,Rd,y}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,2%	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
$M_{c,Rd,y}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	3,0%	0,0%	0,0%	3,5%	1,3%	0,0%	3,1%
$M_{c,Rd,z}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	1,8%	0,0%	0,1%
T_{Rd}	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$T + V_y$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$T + V_z$	0,2%	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	2386,1	---	2386,1	2386,1	2386,1	---	2386,1
$F_x / N_{b,Rd}$	12,4%	---	3,1%	12,4%	12,4%	---	12,4%
$\lambda_{red,y}$	0,325	---	0,325	0,325	0,325	---	0,325
$\lambda_{red,z}$	0,398	---	0,398	0,398	0,398	---	0,398
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	---	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	---	1,000
$N_{cr,y}$	23664,0	---	23664,0	23664,0	23664,0	---	23664,0
$N_{cr,z}$	15849,9	---	15849,9	15849,9	15849,9	---	15849,9
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	1,8%	0,0%	0,1%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128
M_{cr}	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	13,6%	---	3,2%	14,2%	13,5%	---	14,3%
CE (6.62)	14,3%	---	3,2%	15,4%	14,2%	---	15,5%
k_{yy}	0,609	---	0,602	1,008	0,609	---	1,013
k_{zz}	0,615	---	0,604	0,615	0,976	---	0,615
k_{yz}	0,369	---	0,362	0,369	0,585	---	0,369
k_{zy}	0,366	---	0,361	0,605	0,366	---	0,608
cm_y	0,600	---	0,600	0,993	0,600	---	0,997
cm_z	0,600	---	0,600	0,600	0,952	---	0,600
cm_{LT}	0,600	---	0,600	0,600	0,952	---	0,600
N_{Ed}	296,5	---	74,2	295,8	295,0	---	296,4

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
M _{Ed,y}	-5,2	---	0,0	-6,1	-2,3	---	-5,5
M _{Ed,z}	-0,1	---	-0,0	-0,1	-3,2	---	-0,1

Cumple Pandeo Lateral-Torsional Mzd/Mb,Rd= 0,02

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 79 (CHSH-244.5x12.5) I/lb: 315,3 cm / 315,3 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,95$

Esbeltez: $\lambda = (0,40;0,33)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,899;0,736)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 315 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 315 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,02	-0,02	+0,00	-0,00	≤ +0,90	Sí
Flecha por integridad	+0,02	-0,02	+0,00	-0,00	≤ +1,05	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	≤ +1,05	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	315	-295,6	0,0	-5,2	(-5,2)	0,1	(0,1)	-0,0	1,9	14,2%
1	Tr	30(2)	0	110,4	-0,0	-0,0	(5,4)	-0,0	(0,0)	-0,0	-1,9	4,6%
2	Mx	52(2)	0	-74,9	0,0	-0,0	(0,3)	0,0	(0,1)	-0,0	-0,3	3,3%
3	My	25(2)	240	-294,9	0,0	-6,1	(-5,2)	0,1	(0,1)	-0,0	1,8	15,4%
4	Mz	25(2)	150	-294,1	0,0	-2,3	(-5,2)	3,1	(0,1)	-0,0	1,7	14,2%
5	V	4(2)	0	70,7	-0,0	-0,0	(5,5)	0,0	(0,0)	-0,0	-2,0	3,0%
6	Sm	25(2)	300	-295,5	0,0	-5,5	(-5,2)	0,1	(0,1)	-0,0	1,9	15,4%

APROVECHAMIENTO 0,15 (15,4%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	1	1	1	0	1
Alma clase	1	0	1	1	1	0	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
N _{c,Rd}	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
F _x / N _{t,Rd}	12,4%	4,6%	3,1%	12,4%	12,3%	3,0%	12,4%
V _{c,Rd,y}	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
V _y / V _{c,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{c,Rd,z}	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
V _z / V _{c,Rd,z}	0,2%	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
M _{c,Rd,y}	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
M _y / M _{c,Rd,y}	3,0%	0,0%	0,0%	3,5%	1,3%	0,0%	3,1%
M _{c,Rd,z}	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	1,8%	0,0%	0,1%
T_{Rd}	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$T + V_y$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$T + V_z$	0,2%	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	2386,1	---	2386,1	2386,1	2386,1	---	2386,1
$F_x / N_{b,Rd}$	12,4%	---	3,1%	12,4%	12,3%	---	12,4%
$\lambda_{red,y}$	0,325	---	0,325	0,325	0,325	---	0,325
$\lambda_{red,z}$	0,398	---	0,398	0,398	0,398	---	0,398
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	---	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	---	1,000
$N_{cr,y}$	23664,0	---	23664,0	23664,0	23664,0	---	23664,0
$N_{cr,z}$	15849,9	---	15849,9	15849,9	15849,9	---	15849,9
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	1,8%	0,0%	0,1%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128
M_{cr}	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	13,5%	---	3,2%	14,2%	13,5%	---	14,2%
CE (6.62)	14,2%	---	3,3%	15,4%	14,2%	---	15,4%
k_{yy}	0,609	---	0,602	1,008	0,609	---	1,013
k_{zz}	0,615	---	0,604	0,615	0,975	---	0,615
k_{yz}	0,369	---	0,362	0,369	0,585	---	0,369
k_{zy}	0,366	---	0,361	0,605	0,366	---	0,608
cm_y	0,600	---	0,600	0,993	0,600	---	0,997
cm_z	0,600	---	0,600	0,600	0,952	---	0,600
cm_{LT}	0,600	---	0,600	0,600	0,952	---	0,600
N_{Ed}	295,6	---	74,9	294,9	294,1	---	295,5
$M_{Ed,y}$	-5,2	---	-0,0	-6,1	-2,3	---	-5,5
$M_{Ed,z}$	0,1	---	0,0	0,1	3,1	---	0,1

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,02$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 76 (CHSH-244.5x12.5) I/Ib: 315,3 cm / 315,3 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,95$

Esbellez: $\lambda = (0,41; 0,33)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,919; 0,736)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 315$ cm
Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)
Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$
Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 315$ cm
Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,90$	Sí
Flecha por integridad	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +1,05$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,05$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	315	-165,5	-0,0	-3,1	(-3,1)	0,6	(0,6)	-0,2	1,2	8,1%
1	Tr	30(2)	0	64,3	0,0	0,0	(3,0)	0,0	(0,3)	-0,1	-1,1	2,7%
2	Mx	15(2)	0	-141,0	-0,0	0,0	(-2,4)	0,0	(0,6)	-0,2	0,5	6,8%
3	My	25(2)	240	-164,8	-0,0	-3,4	(-3,1)	0,5	(0,6)	-0,2	1,1	8,8%
4	Mz	25(2)	180	-164,2	-0,0	-1,5	(-3,1)	2,0	(0,6)	-0,2	1,0	8,1%
5	V	25(2)	315	-165,5	-0,0	-3,1	(-3,1)	0,6	(0,6)	-0,2	1,2	8,1%
6	Sm	25(2)	300	-165,3	-0,0	-3,2	(-3,1)	0,6	(0,6)	-0,2	1,2	8,8%

APROVECHAMIENTO 0,09 (8,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	1	1	1	1	1
Alma clase	1	0	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$N_{c,Rd}$	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{t,Rd}$	6,9%	2,7%	5,9%	6,9%	6,9%	6,9%	6,9%
$V_{c,Rd,y}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,z}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,y}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	1,7%	0,0%	0,0%	2,0%	0,9%	1,7%	1,8%
$M_{c,Rd,z}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,3%	0,0%	0,0%	0,3%	1,2%	0,3%	0,3%
T_{Rd}	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$T + V_y$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
$T + V_z$	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	2386,1	---	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
$F_x / N_{b,Rd}$	6,9%	---	5,9%	6,9%	6,9%	6,9%	6,9%
$\lambda_{red,y}$	0,325	---	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$\lambda_{red,z}$	0,406	---	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{or,y}$	23656,0	---	23656,0	23656,0	23656,0	23656,0	23656,0
$N_{or,z}$	15164,5	---	15164,5	15164,5	15164,5	15164,5	15164,5
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
$M_z / M_{b,Rd}$	0,3%	0,0%	0,0%	0,3%	1,2%	0,3%	0,3%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128
M_{cr}	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	7,8%	---	6,6%	8,2%	7,8%	7,8%	8,2%
CE (6.62)	8,1%	---	6,8%	8,8%	8,1%	8,1%	8,8%
k_{yy}	0,605	---	0,604	1,003	0,605	0,605	1,007
k_{zz}	0,609	---	0,607	0,609	0,979	0,609	0,609
k_{yz}	0,365	---	0,364	0,365	0,587	0,365	0,365
k_{zy}	0,363	---	0,363	0,602	0,363	0,363	0,604
cm_y	0,600	---	0,600	0,995	0,600	0,600	0,998
cm_z	0,600	---	0,600	0,600	0,965	0,600	0,600
cm_{LT}	0,600	---	0,600	0,600	0,965	0,600	0,600
N_{Ed}	165,5	---	141,0	164,8	164,2	165,5	165,3
$M_{Ed,y}$	-3,1	---	0,0	-3,4	-1,5	-3,1	-3,2
$M_{Ed,z}$	0,6	---	0,0	0,5	2,0	0,6	0,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,01$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 81 (CHSH-244.5x12.5) I/Ib: 315,3 cm / 315,3 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,95$

Esbeltez: $\lambda = (0,41;0,33)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,919;0,736)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 315$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 315$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,90$	Sí
Flecha por integridad	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +1,05$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +1,05$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-151,4	-0,0	2,6	(2,6)	-0,6	(-0,6)	-0,2	1,1	7,4%
1	Tr	30(2)	315	50,2	-0,0	-0,0	(-2,6)	-0,0	(-0,3)	-0,1	-1,0	2,1%
2	Mx	14(2)	0	-117,8	-0,0	1,3	(1,3)	-0,5	(-0,5)	-0,2	0,7	5,5%
3	My	25(2)	90	-150,6	-0,0	3,0	(2,6)	-0,4	(-0,6)	-0,2	0,9	7,9%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
4	Mz	25(2)	150	-150,0	-0,0	1,2	(2,6)	-1,9	(-0,6)	-0,2	0,8	7,4%
5	V	25(2)	0	-151,4	-0,0	2,6	(2,6)	-0,6	(-0,6)	-0,2	1,1	7,4%
6	Sm	25(2)	30	-151,1	-0,0	2,9	(2,6)	-0,5	(-0,6)	-0,2	1,0	8,0%

APROVECHAMIENTO 0,08 (8,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	1	1	1	1	1
Alma clase	1	0	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
N _{c,Rd}	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
F _x / N _{Rd}	6,3%	2,1%	4,9%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%
V _{c,Rd,y}	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
V _y / V _{c,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{c,Rd,z}	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
V _z / V _{c,Rd,z}	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,y}	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
M _y / M _{c,Rd,y}	1,5%	0,0%	0,8%	1,7%	0,7%	1,5%	1,6%
M _{c,Rd,z}	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
M _z / M _{c,Rd,z}	0,3%	0,0%	0,3%	0,2%	1,1%	0,3%	0,3%
T _{Rd}	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1	152,1
M _x / T _{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
T + V _y	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,z}	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0	877,0
T + V _z	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	2386,1	---	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1	2386,1
F _x / N _{b,Rd}	6,3%	---	4,9%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%
λ _{red,y}	0,325	---	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325
λ _{red,z}	0,406	---	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	23656,0	---	23656,0	23656,0	23656,0	23656,0	23656,0
N _{cr,z}	15164,5	---	15164,5	15164,5	15164,5	15164,5	15164,5
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4	176,4
M _z / M _{b,Rd}	0,3%	0,0%	0,3%	0,2%	1,1%	0,3%	0,3%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128
M _{cr}	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5	11288,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	7,1%	---	5,4%	7,4%	7,2%	7,1%	7,4%
CE (6.62)	7,4%	---	5,5%	7,9%	7,4%	7,4%	8,0%
k _{yy}	0,605	---	0,604	1,002	0,605	0,605	1,004
k _{zz}	0,608	---	0,606	0,608	0,979	0,608	0,608

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
k_{yz}	0,365	---	0,364	0,365	0,587	0,365	0,365
k_{zy}	0,363	---	0,362	0,601	0,363	0,363	0,602
cm_y	0,600	---	0,600	0,994	0,600	0,600	0,996
cm_z	0,600	---	0,600	0,600	0,966	0,600	0,600
cm_{LT}	0,600	---	0,600	0,600	0,966	0,600	0,600
N_{Ed}	151,4	---	117,8	150,6	150,0	151,4	151,1
$M_{Ed,y}$	2,6	---	1,3	3,0	1,2	2,6	2,9
$M_{Ed,z}$	-0,6	---	-0,5	-0,4	-1,9	-0,6	-0,5

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,01$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

7. Conjunto tornapuntas secundario

PILARES

PILAR 67 (CHSH-168.3x8) I/lb: 10,0 cm / 10,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04;0,04)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (2,125;2,046)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	10	-53,8	0,2	1,6	(1,6)	1,1	(1,1)	-19,8	-26,9	8,3%
1	Tr	25(2)	0	120,1	-0,5	1,4	(-2,3)	1,2	(-2,0)	31,9	36,9	11,4%
2	Mx	25(2)	0	120,1	-0,5	1,4	(-2,3)	1,2	(-2,0)	31,9	36,9	11,4%
3	My	25(2)	10	120,1	-0,5	-2,3	(-2,3)	-2,0	(-2,0)	31,9	36,9	11,4%
4	Mz	25(2)	10	120,1	-0,5	-2,3	(-2,3)	-2,0	(-2,0)	31,9	36,9	11,4%
5	V	25(2)	0	120,1	-0,5	1,4	(-2,3)	1,2	(-2,0)	31,9	36,9	11,4%
6	Sm	25(2)	0	120,1	-0,5	1,4	(-2,3)	1,2	(-2,0)	31,9	36,9	11,4%

APROVECHAMIENTO 0,11 (11,4%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	0	0	0	0	0
Alma clase	1	0	0	0	0	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$N_{c,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$F_x / N_{t,Rd}$	5,1%	11,4%	11,4%	11,4%	11,4%	11,4%	11,4%
$V_{c,Rd,y}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	5,1%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%
$V_{c,Rd,z}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_z / V_{c,Rd,z}$	6,9%	9,5%	9,5%	9,5%	9,5%	9,5%	9,5%
$M_{c,Rd,y}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	3,0%	2,5%	2,5%	4,3%	4,3%	2,5%	2,5%
$M_{c,Rd,z}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	2,0%	2,2%	2,2%	3,7%	3,7%	2,2%	2,2%
T_{Rd}	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M_x / T_{Rd}	0,5%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,1%	0,1%	0,1%	0,3%	0,3%	0,1%	0,1%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	385,9	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0
T + V_y	5,1%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%
$V_{pl,T,Rd,z}$	385,9	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0
T + V_z	7,0%	9,6%	9,6%	9,6%	9,6%	9,6%	9,6%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	1055,2	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	5,1%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	0,042	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,043	---	---	---	---	---	---
χ_y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	642248,6	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	595530,9	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{b,Rd}$	2,0%	2,2%	2,2%	3,7%	3,7%	2,2%	2,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
M_{cr}	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	8,3%	---	---	---	---	---	---
CE (6.62)	8,3%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,893	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,893	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,536	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,536	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,900	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	53,8	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	1,6	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	1,1	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,04$

PILAR 71 (CHSH-168.3x8) I/Ib: 10,0 cm / 10,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04;0,04)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (2,125;2,046)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	10	-53,5	-0,2	1,6	(1,6)	-1,1	(-1,1)	19,7	-26,8	8,3%
1	Tr	25(2)	0	119,7	0,5	1,3	(-2,3)	-1,2	(2,0)	-31,8	36,7	11,3%
2	Mx	25(2)	0	119,7	0,5	1,3	(-2,3)	-1,2	(2,0)	-31,8	36,7	11,3%
3	My	25(2)	10	119,7	0,5	-2,3	(-2,3)	2,0	(2,0)	-31,8	36,7	11,3%
4	Mz	25(2)	10	119,7	0,5	-2,3	(-2,3)	2,0	(2,0)	-31,8	36,7	11,3%
5	V	25(2)	0	119,7	0,5	1,3	(-2,3)	-1,2	(2,0)	-31,8	36,7	11,3%
6	Sm	25(2)	0	119,7	0,5	1,3	(-2,3)	-1,2	(2,0)	-31,8	36,7	11,3%

APROVECHAMIENTO 0,11 (11,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	0	0	0	0	0
Alma clase	1	0	0	0	0	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$N_{c,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$F_x / N_{t,Rd}$	5,1%	11,3%	11,3%	11,3%	11,3%	11,3%	11,3%
$V_{c,Rd,y}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	5,1%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%	8,2%
$V_{c,Rd,z}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_z / V_{c,Rd,z}$	6,9%	9,5%	9,5%	9,5%	9,5%	9,5%	9,5%
$M_{c,Rd,y}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	3,0%	2,5%	2,5%	4,3%	4,3%	2,5%	2,5%
$M_{c,Rd,z}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	2,0%	2,2%	2,2%	3,6%	3,6%	2,2%	2,2%
T_{Rd}	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M_x / T_{Rd}	0,5%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,1%	0,1%	0,1%	0,3%	0,3%	0,1%	0,1%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	386,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0
$T + V_y$	5,1%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%
$V_{pl,T,Rd,z}$	386,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0	384,0
$T + V_z$	6,9%	9,6%	9,6%	9,6%	9,6%	9,6%	9,6%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	1055,2	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	5,1%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	0,042	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,043	---	---	---	---	---	---
χ_y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	642248,6	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	595530,9	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{b,Rd}$	2,0%	2,2%	2,2%	3,6%	3,6%	2,2%	2,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
M_{cr}	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
CE (6.61)	8,3%	---	---	---	---	---	---
CE (6.62)	8,3%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,893	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,893	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,536	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,536	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,900	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	53,5	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	1,6	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	-1,1	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,04$

PILAR 68 (CHSH-168.3x8) I/Ib: 10,0 cm / 10,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04; 0,04)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (2,125; 2,046)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	10	-53,6	-0,2	1,6	(1,6)	-1,0	(-1,0)	19,5	-26,3	8,2%
1	Tr	25(2)	0	119,0	0,4	1,3	(-2,1)	-1,2	(1,8)	-30,5	34,5	11,3%
2	Mx	25(2)	0	119,0	0,4	1,3	(-2,1)	-1,2	(1,8)	-30,5	34,5	11,3%
3	My	25(2)	10	119,0	0,4	-2,1	(-2,1)	1,8	(1,8)	-30,5	34,5	11,3%
4	Mz	25(2)	10	119,0	0,4	-2,1	(-2,1)	1,8	(1,8)	-30,5	34,5	11,3%
5	V	25(2)	0	119,0	0,4	1,3	(-2,1)	-1,2	(1,8)	-30,5	34,5	11,3%
6	Sm	25(2)	0	119,0	0,4	1,3	(-2,1)	-1,2	(1,8)	-30,5	34,5	11,3%

APROVECHAMIENTO 0,11 (11,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	0	0	0	0	0
Alma clase	1	0	0	0	0	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$N_{c,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$F_x / N_{t,Rd}$	5,1%	11,3%	11,3%	11,3%	11,3%	11,3%	11,3%
$V_{c,Rd,y}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	5,0%	7,9%	7,9%	7,9%	7,9%	7,9%	7,9%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$V_{c,Rd,z}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_z / V_{c,Rd,z}$	6,8%	8,9%	8,9%	8,9%	8,9%	8,9%	8,9%
$M_{c,Rd,y}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	2,9%	2,4%	2,4%	4,0%	4,0%	2,4%	2,4%
$M_{c,Rd,z}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	1,9%	2,2%	2,2%	3,4%	3,4%	2,2%	2,2%
T_{Rd}	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M_x / T_{Rd}	0,5%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,1%	0,1%	0,1%	0,3%	0,3%	0,1%	0,1%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	385,9	384,1	384,1	384,1	384,1	384,1	384,1
$T + V_y$	5,0%	7,9%	7,9%	7,9%	7,9%	7,9%	7,9%
$V_{pl,T,Rd,z}$	385,9	384,1	384,1	384,1	384,1	384,1	384,1
$T + V_z$	6,8%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	1055,2	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	5,1%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	0,042	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,043	---	---	---	---	---	---
χ_y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	642248,6	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	595530,9	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{b,Rd}$	1,9%	2,2%	2,2%	3,4%	3,4%	2,2%	2,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
M_{cr}	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	8,2%	---	---	---	---	---	---
CE (6.62)	8,2%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,893	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,893	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,536	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,536	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,900	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	53,6	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	1,6	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	-1,0	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,03$

PILAR 70 (CHSH-168.3x8) I/lb: 10,0 cm / 10,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

Esbeltez: $\lambda = (0,04;0,04)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (2,125;2,046)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10 \text{ cm}$

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10 \text{ cm}$

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	10	-53,3	0,2	1,6	(1,6)	1,1	(1,1)	-19,5	-26,4	8,2%
1	Tr	25(2)	0	118,8	-0,4	1,3	(-2,1)	1,2	(-1,8)	30,6	34,6	11,3%
2	Mx	25(2)	0	118,8	-0,4	1,3	(-2,1)	1,2	(-1,8)	30,6	34,6	11,3%
3	My	25(2)	10	118,7	-0,4	-2,1	(-2,1)	-1,8	(-1,8)	30,6	34,6	11,3%
4	Mz	25(2)	10	118,7	-0,4	-2,1	(-2,1)	-1,8	(-1,8)	30,6	34,6	11,3%
5	V	25(2)	0	118,8	-0,4	1,3	(-2,1)	1,2	(-1,8)	30,6	34,6	11,3%
6	Sm	25(2)	0	118,8	-0,4	1,3	(-2,1)	1,2	(-1,8)	30,6	34,6	11,3%

APROVECHAMIENTO 0,11 (11,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	0	0	0	0	0
Alma clase	1	0	0	0	0	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$N_{c,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$F_x / N_{t,Rd}$	5,1%	11,3%	11,3%	11,3%	11,3%	11,3%	11,3%
$V_{c,Rd,y}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	5,0%	7,9%	7,9%	7,9%	7,9%	7,9%	7,9%
$V_{c,Rd,z}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_z / V_{c,Rd,z}$	6,8%	8,9%	8,9%	8,9%	8,9%	8,9%	8,9%
$M_{c,Rd,y}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	2,9%	2,4%	2,4%	4,0%	4,0%	2,4%	2,4%
$M_{c,Rd,z}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	2,0%	2,2%	2,2%	3,4%	3,4%	2,2%	2,2%
T_{Rd}	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M_x / T_{Rd}	0,5%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,1%	0,1%	0,1%	0,3%	0,3%	0,1%	0,1%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	385,9	384,1	384,1	384,1	384,1	384,1	384,1
$T + V_y$	5,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	385,9	384,1	384,1	384,1	384,1	384,1	384,1
$T + V_z$	6,8%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	1055,2	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	5,1%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	0,042	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,043	---	---	---	---	---	---

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
χ_y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	642248,6	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	595530,9	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{b,Rd}$	2,0%	2,2%	2,2%	3,4%	3,4%	2,2%	2,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
M_{cr}	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	8,2%	---	---	---	---	---	---
CE (6.62)	8,2%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,893	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,893	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,536	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,536	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,900	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	53,3	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	1,6	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	1,1	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,03$

PILAR 75 (CHSH-168.3x8) I/Ib: 10,0 cm / 10,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04;0,04)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (2,125;2,046)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	10	-31,0	-0,1	0,8	(0,8)	-0,5	(0,5)	10,7	-14,2	4,5%
1	Tr	25(2)	0	66,3	0,2	0,7	(-1,5)	-0,6	(1,2)	-18,5	21,9	6,3%
2	Mx	25(2)	0	66,3	0,2	0,7	(-1,5)	-0,6	(1,2)	-18,5	21,9	6,3%
3	My	25(2)	10	66,3	0,2	-1,5	(-1,5)	1,2	(1,2)	-18,5	21,9	6,3%
4	Mz	25(2)	10	66,3	0,2	-1,5	(-1,5)	1,2	(1,2)	-18,5	21,9	6,3%
5	V	25(2)	0	66,3	0,2	0,7	(-1,5)	-0,6	(1,2)	-18,5	21,9	6,3%
6	Sm	25(2)	0	66,3	0,2	0,7	(-1,5)	-0,6	(1,2)	-18,5	21,9	6,3%

APROVECHAMIENTO 0,06 (6,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	0	1	1	0	0
Alma clase	1	0	0	1	1	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$N_{c,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$F_x / N_{t,Rd}$	2,9%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%
$V_{c,Rd,y}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	2,8%	4,8%	4,8%	4,8%	4,8%	4,8%	4,8%
$V_{c,Rd,z}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_z / V_{c,Rd,z}$	3,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%
$M_{c,Rd,y}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	1,5%	1,4%	1,4%	2,7%	2,7%	1,4%	1,4%
$M_{c,Rd,z}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	1,0%	1,2%	1,2%	2,3%	2,3%	1,2%	1,2%
T_{Rd}	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M_x / T_{Rd}	0,3%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	386,7	385,8	385,8	385,8	385,8	385,8	385,8
$T + V_y$	2,8%	4,8%	4,8%	4,8%	4,8%	4,8%	4,8%
$V_{pl,T,Rd,z}$	386,7	385,8	385,8	385,8	385,8	385,8	385,8
$T + V_z$	3,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	1055,2	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	2,9%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	0,042	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,043	---	---	---	---	---	---
χ_y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	642248,6	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	595530,9	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{b,Rd}$	1,0%	1,2%	1,2%	2,3%	2,3%	1,2%	1,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
M_{cr}	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	4,5%	---	---	---	---	---	---
CE (6.62)	4,5%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,896	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,896	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,538	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,537	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,900	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	31,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	0,8	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	-0,5	---	---	---	---	---	---

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,02$

PILAR 65 (CHSH-168.3x8) I/Ib: 10,0 cm / 10,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04; 0,04)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (2,125; 2,046)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	10	-32,1	0,1	0,9	(0,9)	0,6	(0,6)	-11,9	-16,3	5,0%
1	Tr	25(2)	0	64,0	-0,3	0,6	(-1,2)	0,6	(-1,0)	16,0	17,6	6,1%
2	Mx	25(2)	0	64,0	-0,3	0,6	(-1,2)	0,6	(-1,0)	16,0	17,6	6,1%
3	My	25(2)	10	63,9	-0,3	-1,2	(-1,2)	-1,0	(-1,0)	16,0	17,6	6,1%
4	Mz	25(2)	10	63,9	-0,3	-1,2	(-1,2)	-1,0	(-1,0)	16,0	17,6	6,1%
5	V	25(2)	0	64,0	-0,3	0,6	(-1,2)	0,6	(-1,0)	16,0	17,6	6,1%
6	Sm	25(2)	0	64,0	-0,3	0,6	(-1,2)	0,6	(-1,0)	16,0	17,6	6,1%

APROVECHAMIENTO 0,06 (6,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	0	0	0	0	0
Alma clase	1	0	0	0	0	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$N_{c,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$F_x / N_{t,Rd}$	3,0%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%	6,1%
$V_{c,Rd,y}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	3,1%	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%
$V_{c,Rd,z}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_z / V_{c,Rd,z}$	4,2%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%
$M_{c,Rd,y}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	1,8%	1,1%	1,1%	2,1%	2,1%	1,1%	1,1%
$M_{c,Rd,z}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	1,2%	1,2%	1,2%	1,8%	1,8%	1,2%	1,2%
T_{Rd}	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M_x / T_{Rd}	0,3%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	386,8	385,7	385,7	385,7	385,7	385,7	385,7
T + V _y	3,1%	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%
V _{pl,T,Rd,z}	386,8	385,7	385,7	385,7	385,7	385,7	385,7
T + V _z	4,2%	4,6%	4,6%	4,6%	4,6%	4,6%	4,6%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	1055,2	---	---	---	---	---	---
F _x / N _{b,Rd}	3,0%	---	---	---	---	---	---
λ _{red,y}	0,042	---	---	---	---	---	---
λ _{red,z}	0,043	---	---	---	---	---	---
χ _y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ _z	1,000	---	---	---	---	---	---
N _{cr,y}	642248,6	---	---	---	---	---	---
N _{cr,z}	595530,9	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{b,Rd}	1,2%	1,2%	1,2%	1,8%	1,8%	1,2%	1,2%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
M _{cr}	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	5,0%	---	---	---	---	---	---
CE (6.62)	5,0%	---	---	---	---	---	---
k _{yy}	0,896	---	---	---	---	---	---
k _{zz}	0,896	---	---	---	---	---	---
k _{yz}	0,537	---	---	---	---	---	---
k _{zy}	0,537	---	---	---	---	---	---
cm _y	0,900	---	---	---	---	---	---
cm _z	0,900	---	---	---	---	---	---
cm _{LT}	0,900	---	---	---	---	---	---
N _{Ed}	32,1	---	---	---	---	---	---
M _{Ed,y}	0,9	---	---	---	---	---	---
M _{Ed,z}	0,6	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,02

PILAR 73 (CHSH-168.3x8) I/Ib: 10,0 cm / 10,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: χ = 1,00

Esbeltez: λ = (0,04;0,04)

Factor de longitud de pandeo: β = (2,125;2,046)

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 10 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 10 cm

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	10	-24,9	0,1	0,6	(0,6)	0,4	(-0,5)	-8,8	-11,8	3,7%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	25(2)	0	60,1	-0,2	0,6	(-1,3)	0,6	(-1,1)	16,6	19,4	5,7%
2	Mx	25(2)	0	60,1	-0,2	0,6	(-1,3)	0,6	(-1,1)	16,6	19,4	5,7%
3	My	25(2)	10	60,1	-0,2	-1,3	(-1,3)	-1,1	(-1,1)	16,6	19,4	5,7%
4	Mz	25(2)	10	60,1	-0,2	-1,3	(-1,3)	-1,1	(-1,1)	16,6	19,4	5,7%
5	V	25(2)	0	60,1	-0,2	0,6	(-1,3)	0,6	(-1,1)	16,6	19,4	5,7%
6	Sm	25(2)	0	60,1	-0,2	0,6	(-1,3)	0,6	(-1,1)	16,6	19,4	5,7%

APROVECHAMIENTO 0,06 (5,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	0	1	1	0	0
Alma clase	1	0	0	1	1	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
N _{c,Rd}	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
F _x / N _{Rd}	2,4%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%
V _{c,Rd,y}	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
V _y / V _{c,Rd,y}	2,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%
V _{c,Rd,z}	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
V _z / V _{c,Rd,z}	3,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
M _{c,Rd,y}	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _y / M _{c,Rd,y}	1,2%	1,2%	1,2%	2,4%	2,4%	1,2%	1,2%
M _{c,Rd,z}	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{c,Rd,z}	0,8%	1,0%	1,0%	2,1%	2,1%	1,0%	1,0%
T _{Rd}	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M _x / T _{Rd}	0,2%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	386,9	386,0	386,0	386,0	386,0	386,0	386,0
T + V _y	2,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%
V _{pl,T,Rd,z}	386,9	386,0	386,0	386,0	386,0	386,0	386,0
T + V _z	3,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	1055,2	---	---	---	---	---	---
F _x / N _{b,Rd}	2,4%	---	---	---	---	---	---
λ _{red,y}	0,042	---	---	---	---	---	---
λ _{red,z}	0,043	---	---	---	---	---	---
χ _y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ _z	1,000	---	---	---	---	---	---
N _{cr,y}	642248,6	---	---	---	---	---	---
N _{cr,z}	595530,9	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{b,Rd}	0,8%	1,0%	1,0%	2,1%	2,1%	1,0%	1,0%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
M _{cr}	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	3,7%	---	---	---	---	---	---

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
CE (6.62)	3,7%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,897	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,897	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,538	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,538	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,900	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	24,9	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	0,6	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	0,4	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,02$

PILAR 74 (CHSH-168.3x8) I/Ib: 10,0 cm / 10,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04; 0,04)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (2,125; 2,046)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 10$ cm

Clase de las alas: 0; Clase del alma: 0 (Combinación n=6)

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	30(2)	10	-26,0	-0,1	0,8	(0,8)	-0,5	(-0,5)	10,0	-13,9	4,1%
1	Tr	25(2)	0	57,8	0,2	0,5	(-1,0)	-0,6	(0,9)	-14,1	15,3	5,5%
2	Mx	25(2)	0	57,8	0,2	0,5	(-1,0)	-0,6	(0,9)	-14,1	15,3	5,5%
3	My	25(2)	10	57,8	0,2	-1,0	(-1,0)	0,9	(0,9)	-14,1	15,3	5,5%
4	Mz	25(2)	10	57,8	0,2	-1,0	(-1,0)	0,9	(0,9)	-14,1	15,3	5,5%
5	V	25(2)	0	57,8	0,2	0,5	(-1,0)	-0,6	(0,9)	-14,1	15,3	5,5%
6	Sm	25(2)	0	57,8	0,2	0,5	(-1,0)	-0,6	(0,9)	-14,1	15,3	5,5%

APROVECHAMIENTO 0,05 (5,5%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	0	0	0	0	0
Alma clase	1	0	0	0	0	0	0
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$N_{c,Rd}$	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$F_x / N_{t,Rd}$	2,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
$V_{c,Rd,y}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	2,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%
$V_{c,Rd,z}$	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$V_z / V_{c,Rd,z}$	3,6%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%
$M_{c,Rd,y}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	1,5%	1,0%	1,0%	1,9%	1,9%	1,0%	1,0%
$M_{c,Rd,z}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	1,0%	1,0%	1,0%	1,6%	1,6%	1,0%	1,0%
T_{Rd}	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M_x / T_{Rd}	0,2%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	387,0	385,9	385,9	385,9	385,9	385,9	385,9
$T + V_y$	2,6%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%
$V_{pl,T,Rd,z}$	387,0	385,9	385,9	385,9	385,9	385,9	385,9
$T + V_z$	3,6%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	1055,2	---	---	---	---	---	---
$F_x / N_{b,Rd}$	2,5%	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,y}$	0,042	---	---	---	---	---	---
$\lambda_{red,z}$	0,043	---	---	---	---	---	---
χ_y	1,000	---	---	---	---	---	---
χ_z	1,000	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,y}$	642248,6	---	---	---	---	---	---
$N_{cr,z}$	595530,9	---	---	---	---	---	---
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{b,Rd}$	1,0%	1,0%	1,0%	1,6%	1,6%	1,0%	1,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
M_{cr}	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1	90999,1
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	4,1%	---	---	---	---	---	---
CE (6.62)	4,1%	---	---	---	---	---	---
k_{yy}	0,896	---	---	---	---	---	---
k_{zz}	0,897	---	---	---	---	---	---
k_{yz}	0,538	---	---	---	---	---	---
k_{zy}	0,538	---	---	---	---	---	---
cm_y	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_z	0,900	---	---	---	---	---	---
cm_{LT}	0,900	---	---	---	---	---	---
N_{Ed}	26,0	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,y}$	0,8	---	---	---	---	---	---
$M_{Ed,z}$	-0,5	---	---	---	---	---	---

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,02$

DIAGONALES

DIAG. 10 (CHSH-168.3x8) l/lb: 253,0 cm / 253,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,97$

Esbeltez: $\lambda = (0,33;0,34)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,646;0,662)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 253$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 253$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,02	-0,02	+0,00	-0,00	$\leq +0,72$	Sí
Flecha por integridad	+0,02	-0,02	+0,00	-0,00	$\leq +0,84$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,84$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	16(2)	0	-20,3	-0,0	-0,2	(-0,2)	-0,4	(-0,4)	-0,7	-0,4	2,3%
2	Mx	25(2)	0	-15,1	0,5	1,1	(-2,9)	1,4	(-3,6)	1,5	1,3	5,2%
3	My	25(2)	253	-14,8	0,5	-2,9	(-2,9)	-3,6	(-3,6)	2,4	1,8	10,0%
4	Mz	25(2)	253	-14,8	0,5	-2,9	(-2,9)	-3,6	(-3,6)	2,4	1,8	10,0%
5	V	25(2)	253	-14,8	0,5	-2,9	(-2,9)	-3,6	(-3,6)	2,4	1,8	10,0%
6	Sm	25(2)	253	-14,8	0,5	-2,9	(-2,9)	-3,6	(-3,6)	2,4	1,8	10,0%

APROVECHAMIENTO 0,10 (10,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$N_{c,Rd}$	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$F_x / N_{t,Rd}$	1,9%	---	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%
$V_{c,Rd,y}$	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,2%	---	0,4%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
$V_{c,Rd,z}$	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,1%	---	0,3%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
$M_{c,Rd,y}$	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,4%	---	2,1%	5,4%	5,4%	5,4%	5,4%
$M_{c,Rd,z}$	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,8%	---	2,6%	6,6%	6,6%	6,6%	6,6%
T_{Rd}	46,6	---	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M_x / T_{Rd}	0,1%	---	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	---	0,1%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%
$N + M + V$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	387,5	---	383,6	383,6	383,6	383,6	383,6
$T + V_y$	0,2%	---	0,4%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
$V_{pl,T,Rd,z}$	387,5	---	383,6	383,6	383,6	383,6	383,6

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
T + V _z	0,1%	---	0,3%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
F _x / N _{b,Rd}	1,9%	---	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%
λ _{red,y}	0,340	---	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340
λ _{red,z}	0,332	---	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	9598,8	---	9598,8	9598,8	9598,8	9598,8	9598,8
N _{cr,z}	10057,2	---	10057,2	10057,2	10057,2	10057,2	10057,2
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{b,Rd}	0,8%	---	2,6%	6,6%	6,6%	6,6%	6,6%
χ _{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,138	---	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
M _{cr}	2968,0	---	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	2,3%	---	5,2%	9,9%	9,9%	9,9%	9,9%
CE (6.62)	2,3%	---	5,2%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
k _{yy}	0,401	---	0,447	1,002	1,002	1,002	1,002
k _{zz}	0,423	---	0,445	1,002	1,002	1,002	1,002
k _{yz}	0,254	---	0,267	0,601	0,601	0,601	0,601
k _{zy}	0,241	---	0,268	0,601	0,601	0,601	0,601
cm _y	0,400	---	0,446	1,000	1,000	1,000	1,000
cm _z	0,422	---	0,444	1,000	1,000	1,000	1,000
cm _{LT}	0,422	---	0,444	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{Ed}	20,3	---	15,1	14,8	14,8	14,8	14,8
M _{Ed,y}	-0,2	---	1,1	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9
M _{Ed,z}	-0,4	---	1,4	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,07

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 16 (CHSH-168.3x8) I/Ib: 253,0 cm / 253,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,97$

Esbeltez: $\lambda = (0,33;0,34)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,646;0,662)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 253 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 253 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,02	-0,02	+0,00	-0,00	≤ +0,72	Si
Flecha por integridad	+0,02	-0,02	+0,00	-0,00	≤ +0,84	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,84	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	16(2)	0	-20,4	0,0	-0,2	(-0,2)	0,4	(0,4)	0,7	-0,4	2,3%
2	Mx	25(2)	0	-14,8	-0,5	1,1	(-2,9)	-1,4	(3,6)	-1,5	1,3	5,2%
3	My	25(2)	253	-14,5	-0,5	-2,9	(-2,9)	3,6	(3,6)	-2,4	1,8	9,9%
4	Mz	25(2)	253	-14,5	-0,5	-2,9	(-2,9)	3,6	(3,6)	-2,4	1,8	9,9%
5	V	25(2)	253	-14,5	-0,5	-2,9	(-2,9)	3,6	(3,6)	-2,4	1,8	9,9%
6	Sm	25(2)	253	-14,5	-0,5	-2,9	(-2,9)	3,6	(3,6)	-2,4	1,8	9,9%

APROVECHAMIENTO 0,10 (9,9%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
N _{c,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
F _x / N _{Rd}	1,9%	---	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%
V _{c,Rd,y}	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
V _y / V _{c,Rd,y}	0,2%	---	0,4%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
V _{c,Rd,z}	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
V _z / V _{c,Rd,z}	0,1%	---	0,3%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
M _{c,Rd,y}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,4%	---	2,1%	5,4%	5,4%	5,4%	5,4%
M _{c,Rd,z}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{c,Rd,z}	0,7%	---	2,6%	6,6%	6,6%	6,6%	6,6%
T _{Rd}	46,6	---	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M _x / T _{Rd}	0,1%	---	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	---	0,1%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%
N + M + V	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	387,6	---	383,6	383,6	383,6	383,6	383,6
T + V _y	0,2%	---	0,4%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
V _{pl,T,Rd,z}	387,6	---	383,6	383,6	383,6	383,6	383,6
T + V _z	0,1%	---	0,3%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
F _x / N _{b,Rd}	1,9%	---	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%
λ _{red,y}	0,340	---	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340
λ _{red,z}	0,332	---	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	9598,8	---	9598,8	9598,8	9598,8	9598,8	9598,8
N _{cr,z}	10057,2	---	10057,2	10057,2	10057,2	10057,2	10057,2
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{b,Rd}	0,7%	---	2,6%	6,6%	6,6%	6,6%	6,6%
χ _{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,138	---	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
M _{cr}	2968,0	---	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	2,3%	---	5,2%	9,9%	9,9%	9,9%	9,9%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
CE (6.62)	2,3%	---	5,2%	9,9%	9,9%	9,9%	9,9%
k_{yy}	0,401	---	0,447	1,002	1,002	1,002	1,002
k_{zz}	0,425	---	0,445	1,001	1,001	1,001	1,001
k_{yz}	0,255	---	0,267	0,601	0,601	0,601	0,601
k_{zy}	0,241	---	0,268	0,601	0,601	0,601	0,601
cm_y	0,400	---	0,446	1,000	1,000	1,000	1,000
cm_z	0,424	---	0,444	1,000	1,000	1,000	1,000
cm_{LT}	0,424	---	0,444	1,000	1,000	1,000	1,000
N_{Ed}	20,4	---	14,8	14,5	14,5	14,5	14,5
$M_{Ed,y}$	-0,2	---	1,1	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9
$M_{Ed,z}$	0,4	---	-1,4	3,6	3,6	3,6	3,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b R_d = 0,07$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 11 (CHSH-168.3x8) I/Ib: 253,0 cm / 253,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,97$

Esbeltez: $\lambda = (0,33; 0,34)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,646; 0,662)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 253$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 253$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,02	-0,02	+0,00	-0,00	$\leq +0,72$	Sí
Flecha por integridad	+0,02	-0,02	+0,00	-0,00	$\leq +0,84$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,84$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	16(2)	0	-20,3	0,0	-0,2	(-0,2)	0,4	(0,4)	0,7	-0,4	2,3%
2	Mx	25(2)	0	-12,3	-0,5	1,1	(-2,9)	-1,4	(3,6)	-1,5	1,4	5,0%
3	My	25(2)	253	-11,9	-0,5	-2,9	(-2,9)	3,6	(3,6)	-2,4	1,8	9,8%
4	Mz	25(2)	253	-11,9	-0,5	-2,9	(-2,9)	3,6	(3,6)	-2,4	1,8	9,8%
5	V	25(2)	253	-11,9	-0,5	-2,9	(-2,9)	3,6	(3,6)	-2,4	1,8	9,8%
6	Sm	25(2)	253	-11,9	-0,5	-2,9	(-2,9)	3,6	(3,6)	-2,4	1,8	9,8%

APROVECHAMIENTO 0,10 (9,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$N_{c,Rd}$	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
F_x / N_{Rd}	1,9%	---	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%
$V_{c,Rd,y}$	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,2%	---	0,4%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
$V_{c,Rd,z}$	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,1%	---	0,4%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
$M_{c,Rd,y}$	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,3%	---	2,1%	5,4%	5,4%	5,4%	5,4%
$M_{c,Rd,z}$	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,7%	---	2,6%	6,7%	6,7%	6,7%	6,7%
T_{Rd}	46,6	---	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M_x / T_{Rd}	0,1%	---	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	---	0,1%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%
$N + M + V$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	387,5	---	383,7	383,7	383,7	383,7	383,7
$T + V_y$	0,2%	---	0,4%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
$V_{pl,T,Rd,z}$	387,5	---	383,7	383,7	383,7	383,7	383,7
$T + V_z$	0,1%	---	0,4%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$F_x / N_{b,Rd}$	1,9%	---	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%
$\lambda_{red,y}$	0,340	---	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340
$\lambda_{red,z}$	0,332	---	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	9598,8	---	9598,8	9598,8	9598,8	9598,8	9598,8
$N_{cr,z}$	10057,2	---	10057,2	10057,2	10057,2	10057,2	10057,2
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{b,Rd}$	0,7%	---	2,6%	6,7%	6,7%	6,7%	6,7%
χ_{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,138	---	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
M_{cr}	2968,0	---	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	2,3%	---	5,0%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%
CE (6.62)	2,3%	---	5,0%	9,8%	9,8%	9,8%	9,8%
k_{yy}	0,404	---	0,443	1,001	1,001	1,001	1,001
k_{zz}	0,425	---	0,444	1,001	1,001	1,001	1,001
k_{yz}	0,255	---	0,267	0,601	0,601	0,601	0,601
k_{zy}	0,242	---	0,266	0,601	0,601	0,601	0,601
cm_y	0,403	---	0,443	1,000	1,000	1,000	1,000
cm_z	0,424	---	0,444	1,000	1,000	1,000	1,000
cm_{LT}	0,424	---	0,444	1,000	1,000	1,000	1,000
N_{Ed}	20,3	---	12,3	11,9	11,9	11,9	11,9
$M_{Ed,y}$	-0,2	---	1,1	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9
$M_{Ed,z}$	0,4	---	-1,4	3,6	3,6	3,6	3,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,07$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 15 (CHSH-168.3x8) I/Ib: 253,0 cm / 253,0 cm

Acero estructural: S275

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,97$

Esbeltez: $\lambda = (0,33;0,34)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,646;0,662)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 253$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 253$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,02	-0,02	+0,00	-0,00	≤ +0,72	Sí
Flecha por integridad	+0,02	-0,02	+0,00	-0,00	≤ +0,84	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,84	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	16(2)	0	-20,3	-0,0	-0,2	(-0,2)	-0,4	(-0,4)	-0,7	-0,3	2,3%
2	Mx	25(2)	0	-12,4	0,5	1,1	(-2,9)	1,4	(-3,6)	1,5	1,4	5,0%
3	My	25(2)	253	-12,0	0,5	-2,9	(-2,9)	-3,6	(-3,6)	2,4	1,8	9,7%
4	Mz	25(2)	253	-12,0	0,5	-2,9	(-2,9)	-3,6	(-3,6)	2,4	1,8	9,7%
5	V	25(2)	253	-12,0	0,5	-2,9	(-2,9)	-3,6	(-3,6)	2,4	1,8	9,7%
6	Sm	25(2)	253	-12,0	0,5	-2,9	(-2,9)	-3,6	(-3,6)	2,4	1,8	9,7%

APROVECHAMIENTO 0,10 (9,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
N _{c,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
F _x / N _{Rd}	1,9%	---	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%
V _{c,Rd,y}	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
V _y / V _{c,Rd,y}	0,2%	---	0,4%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
V _{c,Rd,z}	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
V _z / V _{c,Rd,z}	0,1%	---	0,3%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
M _{c,Rd,y}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,3%	---	2,1%	5,4%	5,4%	5,4%	5,4%
M _{c,Rd,z}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{c,Rd,z}	0,7%	---	2,6%	6,7%	6,7%	6,7%	6,7%
T _{Rd}	46,6	---	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M _x / T _{Rd}	0,1%	---	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	---	0,1%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%
N + M + V	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	387,5	---	383,7	383,7	383,7	383,7	383,7

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
T + V _y	0,2%	---	0,4%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
V _{pl,T,Rd,z}	387,5	---	383,7	383,7	383,7	383,7	383,7
T + V _z	0,1%	---	0,4%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
F _x / N _{b,Rd}	1,9%	---	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%
λ _{red,y}	0,340	---	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340
λ _{red,z}	0,332	---	0,332	0,332	0,332	0,332	0,332
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	9598,8	---	9598,8	9598,8	9598,8	9598,8	9598,8
N _{cr,z}	10057,2	---	10057,2	10057,2	10057,2	10057,2	10057,2
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{b,Rd}	0,7%	---	2,6%	6,7%	6,7%	6,7%	6,7%
χ _{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,138	---	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
M _{cr}	2968,0	---	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	2,3%	---	5,0%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%
CE (6.62)	2,3%	---	5,0%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%
k _{yy}	0,412	---	0,444	1,001	1,001	1,001	1,001
k _{zz}	0,428	---	0,444	1,001	1,001	1,001	1,001
k _{yz}	0,257	---	0,267	0,601	0,601	0,601	0,601
k _{zy}	0,247	---	0,266	0,601	0,601	0,601	0,601
cm _y	0,411	---	0,443	1,000	1,000	1,000	1,000
cm _z	0,427	---	0,444	1,000	1,000	1,000	1,000
cm _{LT}	0,427	---	0,444	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{Ed}	20,3	---	12,4	12,0	12,0	12,0	12,0
M _{Ed,y}	-0,2	---	1,1	-2,9	-2,9	-2,9	-2,9
M _{Ed,z}	-0,4	---	1,4	-3,6	-3,6	-3,6	-3,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,07
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 5 (CHSH-168.3x8) I/Ib: 253,0 cm / 253,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: χ = 0,97

Esbeltez: λ = (0,33;0,34)

Factor de longitud de pandeo: β = (0,649;0,665)

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 253 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 253 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	≤ +0,72	Si
Flecha por integridad	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	≤ +0,84	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,84	Si

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	16(2)	253	-10,0	-0,1	-0,2	(-0,2)	0,3	(0,3)	-0,6	0,3	1,6%
2	Mx	25(2)	0	-4,5	0,2	-1,7	(-1,7)	2,2	(2,2)	1,6	-1,2	4,1%
3	My	25(2)	0	-4,5	0,2	-1,7	(-1,7)	2,2	(2,2)	1,6	-1,2	4,1%
4	Mz	25(2)	0	-4,5	0,2	-1,7	(-1,7)	2,2	(2,2)	1,6	-1,2	4,1%
5	V	25(2)	0	-4,5	0,2	-1,7	(-1,7)	2,2	(2,2)	1,6	-1,2	4,1%
6	Sm	25(2)	0	-4,5	0,2	-1,7	(-1,7)	2,2	(2,2)	1,6	-1,2	4,1%

APROVECHAMIENTO 0,04 (4,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
N _{c,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
F _x / N _{t,Rd}	0,9%	---	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
V _{c,Rd,y}	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
V _y / V _{c,Rd,y}	0,2%	---	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
V _{c,Rd,z}	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
V _z / V _{c,Rd,z}	0,1%	---	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
M _{c,Rd,y}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,3%	---	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%
M _{c,Rd,z}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{c,Rd,z}	0,6%	---	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%
T _{Rd}	46,6	---	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M _x / T _{Rd}	0,1%	---	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	---	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
N + M + V	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	387,4	---	385,8	385,8	385,8	385,8	385,8
T + V _y	0,2%	---	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
V _{pl,T,Rd,z}	387,4	---	385,8	385,8	385,8	385,8	385,8
T + V _z	0,1%	---	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
F _x / N _{b,Rd}	0,9%	---	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
λ _{red,y}	0,341	---	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341
λ _{red,z}	0,333	---	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	9511,2	---	9511,2	9511,2	9511,2	9511,2	9511,2
N _{cr,z}	9961,9	---	9961,9	9961,9	9961,9	9961,9	9961,9
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{b,Rd}	0,6%	---	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%	4,1%
χ _{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,138	---	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
M _{cr}	2968,0	---	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
CE (6.61)	1,6%	---	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%
CE (6.62)	1,6%	---	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%
k_{yy}	1,000	---	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456
k_{zz}	1,000	---	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464
k_{yz}	0,600	---	0,279	0,279	0,279	0,279	0,279
k_{zy}	0,600	---	0,274	0,274	0,274	0,274	0,274
cm_y	0,999	---	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456
cm_z	0,999	---	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464
cm_{LT}	0,999	---	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464
N_{Ed}	10,0	---	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
$M_{Ed,y}$	-0,2	---	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7
$M_{Ed,z}$	0,3	---	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,04$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 6 (CHSH-168.3x8) I/Ib: 253,0 cm / 253,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,97$

Esbeltez: $\lambda = (0,33; 0,34)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,649; 0,665)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 253$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 253$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,72$	Sí
Flecha por integridad	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,84$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,84$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	16(2)	253	-11,1	0,0	-0,2	(-0,2)	-0,4	(-0,4)	0,7	0,4	1,8%
2	Mx	25(2)	0	-9,5	-0,3	-1,6	(-1,6)	-2,0	(-2,0)	-1,5	-1,1	3,7%
3	My	25(2)	0	-9,5	-0,3	-1,6	(-1,6)	-2,0	(-2,0)	-1,5	-1,1	3,7%
4	Mz	25(2)	0	-9,5	-0,3	-1,6	(-1,6)	-2,0	(-2,0)	-1,5	-1,1	3,7%
5	V	25(2)	0	-9,5	-0,3	-1,6	(-1,6)	-2,0	(-2,0)	-1,5	-1,1	3,7%
6	Sm	25(2)	0	-9,5	-0,3	-1,6	(-1,6)	-2,0	(-2,0)	-1,5	-1,1	3,7%

APROVECHAMIENTO 0,04 (3,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$N_{c,Rd}$	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$F_x / N_{c,Rd}$	1,1%	---	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%
$V_{c,Rd,y}$	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,2%	---	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
$V_{c,Rd,z}$	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,1%	---	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
$M_{c,Rd,y}$	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,4%	---	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
$M_{c,Rd,z}$	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,7%	---	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%
T_{Rd}	46,6	---	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M_x / T_{Rd}	0,0%	---	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	---	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
$N + M + V$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	387,7	---	385,2	385,2	385,2	385,2	385,2
$T + V_y$	0,2%	---	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
$V_{pl,T,Rd,z}$	387,7	---	385,2	385,2	385,2	385,2	385,2
$T + V_z$	0,1%	---	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
$F_x / N_{b,Rd}$	1,1%	---	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%
$\lambda_{red,y}$	0,341	---	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341
$\lambda_{red,z}$	0,333	---	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	9511,2	---	9511,2	9511,2	9511,2	9511,2	9511,2
$N_{cr,z}$	9961,9	---	9961,9	9961,9	9961,9	9961,9	9961,9
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
$M_z / M_{b,Rd}$	0,7%	---	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%
χ_{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,138	---	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
M_{cr}	2968,0	---	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,8%	---	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%
CE (6.62)	1,8%	---	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%
k_{yy}	1,001	---	0,467	0,467	0,467	0,467	0,467
k_{zz}	1,001	---	0,469	0,469	0,469	0,469	0,469
k_{yz}	0,600	---	0,281	0,281	0,281	0,281	0,281
k_{zy}	0,600	---	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280
cm_y	0,999	---	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466
cm_z	0,999	---	0,468	0,468	0,468	0,468	0,468
cm_{LT}	0,999	---	0,468	0,468	0,468	0,468	0,468
N_{Ed}	11,1	---	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
$M_{Ed,y}$	-0,2	---	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6	-1,6
$M_{Ed,z}$	-0,4	---	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,04$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

DIAG. 21 (CHSH-168.3x8) I/lb: 253,0 cm / 253,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,97$

Esbeltez: $\lambda = (0,33;0,34)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,649;0,665)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 253$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 253$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	≤ +0,72	Si
Flecha por integridad	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	≤ +0,84	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,84	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	16(2)	253	-9,8	0,0	-0,1	(-0,1)	-0,3	(-0,3)	0,5	0,3	1,5%
2	Mx	25(2)	0	-4,8	-0,2	-1,5	(-1,5)	-2,0	(-2,0)	-1,5	-1,1	3,7%
3	My	25(2)	0	-4,8	-0,2	-1,5	(-1,5)	-2,0	(-2,0)	-1,5	-1,1	3,7%
4	Mz	25(2)	0	-4,8	-0,2	-1,5	(-1,5)	-2,0	(-2,0)	-1,5	-1,1	3,7%
5	V	25(2)	0	-4,8	-0,2	-1,5	(-1,5)	-2,0	(-2,0)	-1,5	-1,1	3,7%
6	Sm	25(2)	0	-4,8	-0,2	-1,5	(-1,5)	-2,0	(-2,0)	-1,5	-1,1	3,7%

APROVECHAMIENTO 0,04 (3,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
N _{c,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
F _x / N _{t,Rd}	0,9%	---	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
V _{c,Rd,y}	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
V _y / V _{c,Rd,y}	0,1%	---	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
V _{c,Rd,z}	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
V _z / V _{c,Rd,z}	0,1%	---	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
M _{c,Rd,y}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,2%	---	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%
M _{c,Rd,z}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{c,Rd,z}	0,5%	---	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%
T _{Rd}	46,6	---	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M _x / T _{Rd}	0,1%	---	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	---	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
N + M + V	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	387,5	---	386,0	386,0	386,0	386,0	386,0
T + V _y	0,1%	---	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
V _{pl,T,Rd,z}	387,5	---	386,0	386,0	386,0	386,0	386,0
T + V _z	0,1%	---	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
F _x / N _{b,Rd}	0,9%	---	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
λ _{red,y}	0,341	---	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341
λ _{red,z}	0,333	---	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	9511,2	---	9511,2	9511,2	9511,2	9511,2	9511,2
N _{cr,z}	9961,9	---	9961,9	9961,9	9961,9	9961,9	9961,9
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{b,Rd}	0,5%	---	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%
χ _{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,138	---	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
M _{cr}	2968,0	---	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,5%	---	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%
CE (6.62)	1,5%	---	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%
k _{yy}	1,000	---	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459
k _{zz}	1,000	---	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
k _{yz}	0,600	---	0,282	0,282	0,282	0,282	0,282
k _{zy}	0,600	---	0,276	0,276	0,276	0,276	0,276
cm _y	0,999	---	0,459	0,459	0,459	0,459	0,459
cm _z	0,999	---	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
cm _{LT}	0,999	---	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
N _{Ed}	9,8	---	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
M _{Ed,y}	-0,1	---	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
M _{Ed,z}	-0,3	---	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0	-2,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,04
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 20 (CHSH-168.3x8) I/Ib: 253,0 cm / 253,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,97$

Esbeltez: $\lambda = (0,33;0,34)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,649;0,665)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 253 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 253 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	≤ +0,72	Si
Flecha por integridad	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	≤ +0,84	Si

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,84	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	14(2)	253	-11,1	0,2	0,3	(-1,0)	-0,3	(1,2)	0,2	-0,3	2,2%
2	Mx	25(2)	0	-9,6	0,3	-1,5	(-1,5)	1,8	(1,8)	1,4	-1,0	3,3%
3	My	25(2)	0	-9,6	0,3	-1,5	(-1,5)	1,8	(1,8)	1,4	-1,0	3,3%
4	Mz	25(2)	0	-9,6	0,3	-1,5	(-1,5)	1,8	(1,8)	1,4	-1,0	3,3%
5	V	25(2)	0	-9,6	0,3	-1,5	(-1,5)	1,8	(1,8)	1,4	-1,0	3,3%
6	Sm	25(2)	0	-9,6	0,3	-1,5	(-1,5)	1,8	(1,8)	1,4	-1,0	3,3%

APROVECHAMIENTO 0,03 (3,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
N _{c,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
F _x / N _{t,Rd}	1,0%	---	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%
V _{c,Rd,y}	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
V _y / V _{c,Rd,y}	0,0%	---	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
V _{c,Rd,z}	387,8	---	387,8	387,8	387,8	387,8	387,8
V _z / V _{c,Rd,z}	0,1%	---	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
M _{c,Rd,y}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,5%	---	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%	2,7%
M _{c,Rd,z}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{c,Rd,z}	0,6%	---	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%
T _{Rd}	46,6	---	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6
M _x / T _{Rd}	0,4%	---	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	---	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
N + M + V	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	386,2	---	385,5	385,5	385,5	385,5	385,5
T + V _y	0,0%	---	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
V _{pl,T,Rd,z}	386,2	---	385,5	385,5	385,5	385,5	385,5
T + V _z	0,1%	---	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	1055,2	---	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2	1055,2
F _x / N _{b,Rd}	1,0%	---	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%	0,9%
λ _{red,y}	0,341	---	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341
λ _{red,z}	0,333	---	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	9511,2	---	9511,2	9511,2	9511,2	9511,2	9511,2
N _{cr,z}	9961,9	---	9961,9	9961,9	9961,9	9961,9	9961,9
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	53,9	---	53,9	53,9	53,9	53,9	53,9
M _z / M _{b,Rd}	0,6%	---	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
χ_{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,138	---	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
M_{cr}	2968,0	---	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0	2968,0
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	2,2%	---	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%
CE (6.62)	2,2%	---	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%
k_{yy}	0,401	---	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471
k_{zz}	0,401	---	0,476	0,476	0,476	0,476	0,476
k_{yz}	0,240	---	0,285	0,285	0,285	0,285	0,285
k_{zy}	0,240	---	0,283	0,283	0,283	0,283	0,283
cm_y	0,400	---	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471
cm_z	0,400	---	0,475	0,475	0,475	0,475	0,475
cm_{LT}	0,400	---	0,475	0,475	0,475	0,475	0,475
N_{Ed}	11,1	---	9,6	9,6	9,6	9,6	9,6
$M_{Ed,y}$	0,3	---	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5
$M_{Ed,z}$	-0,3	---	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,03$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

8. Conjunto unión pilares

VIGAS

VIGA 2 (CHSH-219.1x12.5) I/lb: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,95$

Esbeltez: $\lambda = (0,40;0,39)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,529;0,520)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,37$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,60$	Si
Flecha por apariencia	+0,01	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,60$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	55(2)	0	-1,3	0,1	0,5	(0,5)	-1,3	(-1,3)	-1,6	0,2	1,0%
1	Tr	25(2)	0	1,4	0,9	-0,1	(-0,1)	-1,7	(-1,7)	-2,1	-0,0	1,2%
2	Mx	25(2)	0	1,4	0,9	-0,1	(-0,1)	-1,7	(-1,7)	-2,1	-0,0	1,2%
3	My	55(2)	0	-1,3	0,1	0,5	(0,5)	-1,3	(-1,3)	-1,6	0,2	1,0%
4	Mz	4(2)	480	-0,2	-0,4	-0,1	(0,1)	-1,8	(-1,8)	2,1	0,0	1,3%
5	V	25(2)	0	1,4	0,9	-0,1	(-0,1)	-1,7	(-1,7)	-2,1	-0,0	1,2%
6	Sm	4(2)	480	-0,2	-0,4	-0,1	(0,1)	-1,8	(-1,8)	2,1	0,0	1,3%

APROVECHAMIENTO 0,01 (1,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9
$N_{c,Rd}$	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9
$F_x / N_{t,Rd}$	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%
$V_{c,Rd,z}$	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,3%	0,1%	0,1%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,9%	1,2%	1,2%	0,9%	1,3%	1,2%	1,3%
T_{Rd}	119,9	119,9	119,9	119,9	119,9	119,9	119,9
M_x / T_{Rd}	0,1%	0,7%	0,7%	0,1%	0,4%	0,7%	0,4%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	780,1	775,3	775,3	780,1	778,2	775,3	778,2
T + V _y	0,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%
$V_{pl,T,Rd,z}$	780,1	775,3	775,3	780,1	778,2	775,3	778,2
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	2124,9	---	---	2124,9	2124,9	---	2124,9
$F_x / N_{b,Rd}$	0,1%	---	---	0,1%	0,0%	---	0,0%
$\lambda_{red,y}$	0,393	---	---	0,393	0,393	---	0,393
$\lambda_{red,z}$	0,400	---	---	0,400	0,400	---	0,400
χ_y	1,000	---	---	1,000	1,000	---	1,000
χ_z	1,000	---	---	1,000	1,000	---	1,000
$N_{cr,y}$	14449,8	---	---	14449,8	14449,8	---	14449,8
$N_{cr,z}$	13979,2	---	---	13979,2	13979,2	---	13979,2
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9
$M_z / M_{b,Rd}$	0,9%	1,2%	1,2%	0,9%	1,3%	1,2%	1,3%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167
M_{cr}	5238,1	5238,1	5238,1	5238,1	5238,1	5238,1	5238,1
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,0%	---	---	1,0%	1,2%	---	1,2%
CE (6.62)	0,6%	---	---	0,6%	0,7%	---	0,7%
k_{yy}	0,400	---	---	0,400	0,400	---	0,400
k_{zz}	0,908	---	---	0,908	0,894	---	0,894
k_{yz}	0,545	---	---	0,545	0,536	---	0,536
k_{zy}	0,240	---	---	0,240	0,240	---	0,240
cm_y	0,400	---	---	0,400	0,400	---	0,400
cm_z	0,908	---	---	0,908	0,894	---	0,894
cm_{LT}	0,908	---	---	0,908	0,894	---	0,894
N_{Ed}	1,3	---	---	1,3	0,2	---	0,2
$M_{Ed,y}$	0,5	---	---	0,5	-0,1	---	-0,1
$M_{Ed,z}$	-1,3	---	---	-1,3	-1,8	---	-1,8

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,01$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 78 (CHSH-219.1x12.5) I/lb: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,95$

Esbeltez: $\lambda = (0,40;0,39)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,529;0,520)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 480$ cm
 Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,37$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,60$	Sí
Flecha por apariencia	+0,01	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +1,60$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	52(2)	0	-1,2	-0,1	-0,5	(-0,5)	-1,3	(-1,3)	-1,6	-0,2	1,0%
1	Tr	25(2)	0	1,2	-1,0	0,1	(0,1)	-1,7	(-1,7)	-2,1	0,0	1,3%
2	Mx	25(2)	0	1,2	-1,0	0,1	(0,1)	-1,7	(-1,7)	-2,1	0,0	1,3%
3	My	52(2)	0	-1,2	-0,1	-0,5	(-0,5)	-1,3	(-1,3)	-1,6	-0,2	1,0%
4	Mz	4(2)	480	-0,2	0,6	0,1	(-0,1)	-1,9	(-1,9)	2,1	-0,0	1,3%
5	V	25(2)	0	1,2	-1,0	0,1	(0,1)	-1,7	(-1,7)	-2,1	0,0	1,3%
6	Sm	4(2)	480	-0,2	0,6	0,1	(-0,1)	-1,9	(-1,9)	2,1	-0,0	1,3%

APROVECHAMIENTO 0,01 (1,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9
$N_{c,Rd}$	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9
$F_x / N_{t,Rd}$	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%
$V_{c,Rd,z}$	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,3%	0,1%	0,1%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,9%	1,3%	1,3%	0,9%	1,3%	1,3%	1,3%
T_{Rd}	119,9	119,9	119,9	119,9	119,9	119,9	119,9
M_x / T_{Rd}	0,1%	0,8%	0,8%	0,1%	0,5%	0,8%	0,5%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	780,0	774,5	774,5	780,0	777,4	774,5	777,4
$T + V_y$	0,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%
$V_{pl,T,Rd,z}$	780,0	774,5	774,5	780,0	777,4	774,5	777,4
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	2124,9	---	---	2124,9	2124,9	---	2124,9
$F_x / N_{b,Rd}$	0,1%	---	---	0,1%	0,0%	---	0,0%
$\lambda_{red,y}$	0,393	---	---	0,393	0,393	---	0,393
$\lambda_{red,z}$	0,400	---	---	0,400	0,400	---	0,400
χ_y	1,000	---	---	1,000	1,000	---	1,000
χ_z	1,000	---	---	1,000	1,000	---	1,000

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
N _{cr,y}	14449,8	---	---	14449,8	14449,8	---	14449,8
N _{cr,z}	13979,2	---	---	13979,2	13979,2	---	13979,2
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9
M _z / M _{b,Rd}	0,9%	1,3%	1,3%	0,9%	1,3%	1,3%	1,3%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167
M _{cr}	5238,1	5238,1	5238,1	5238,1	5238,1	5238,1	5238,1
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,0%	---	---	1,0%	1,2%	---	1,2%
CE (6.62)	0,6%	---	---	0,6%	0,7%	---	0,7%
k _{yy}	0,400	---	---	0,400	0,400	---	0,400
k _{zz}	0,906	---	---	0,906	0,878	---	0,878
k _{yz}	0,543	---	---	0,543	0,527	---	0,527
k _{zy}	0,240	---	---	0,240	0,240	---	0,240
cm _y	0,400	---	---	0,400	0,400	---	0,400
cm _z	0,905	---	---	0,905	0,878	---	0,878
cm _{LT}	0,905	---	---	0,905	0,878	---	0,878
N _{Ed}	1,2	---	---	1,2	0,2	---	0,2
M _{Ed,y}	-0,5	---	---	-0,5	0,1	---	0,1
M _{Ed,z}	-1,3	---	---	-1,3	-1,9	---	-1,9

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,01
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

VIGA 80 (CHSH-219.1x12.5) I/lb: 480,0 cm / 480,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: χ = 0,95

Esbeltez: λ = (0,41;0,40)

Factor de longitud de pandeo: β = (0,538;0,526)

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 480 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +1,37	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +1,60	Si
Flecha por apariencia	+0,01	+0,00	+0,00	+0,00	≤ +1,60	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	18(2)	0	-0,9	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,6	(-1,6)	-2,0	-0,0	1,2%
1	Tr	30(2)	0	1,6	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,0	(-1,0)	-1,2	-0,0	0,7%
2	Mx	52(2)	0	-0,2	0,0	-0,4	(-0,4)	-1,0	(-1,4)	-1,4	-0,2	0,9%
3	My	52(2)	0	-0,2	0,0	-0,4	(-0,4)	-1,0	(-1,4)	-1,4	-0,2	0,9%
4	Mz	4(2)	0	0,8	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,6	(-1,6)	-2,0	-0,0	1,2%
5	V	4(2)	0	0,8	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,6	(-1,6)	-2,0	-0,0	1,2%
6	Sm	18(2)	0	-0,9	0,0	-0,0	(-0,0)	-1,6	(-1,6)	-2,0	-0,0	1,2%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

APROVECHAMIENTO 0,01 (1,2%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9
$N_{c,Rd}$	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9	2124,9
$F_x / N_{t,Rd}$	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%
$V_{c,Rd,z}$	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0	781,0
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9
$M_z / M_{c,Rd,z}$	1,2%	0,7%	0,7%	0,7%	1,2%	1,2%	1,2%
T_{Rd}	119,9	119,9	119,9	119,9	119,9	119,9	119,9
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	781,0	781,0	780,9	780,9	780,9	780,9	781,0
$T + V_y$	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%
$V_{pl,T,Rd,z}$	781,0	781,0	780,9	780,9	780,9	780,9	781,0
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	2124,9	---	2124,9	2124,9	---	---	2124,9
$F_x / N_{b,Rd}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	---	---	0,0%
$\lambda_{red,y}$	0,398	---	0,398	0,398	---	---	0,398
$\lambda_{red,z}$	0,406	---	0,406	0,406	---	---	0,406
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	---	---	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	---	---	1,000
$N_{cr,y}$	14101,9	---	14101,9	14101,9	---	---	14101,9
$N_{cr,z}$	13517,7	---	13517,7	13517,7	---	---	13517,7
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9	139,9
$M_z / M_{b,Rd}$	1,2%	0,7%	0,7%	0,7%	1,2%	1,2%	1,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167
M_{cr}	5238,1	5238,1	5238,1	5238,1	5238,1	5238,1	5238,1
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	1,2%	---	0,9%	0,9%	---	---	1,2%
CE (6.62)	1,0%	---	0,6%	0,6%	---	---	1,0%
k_{yy}	0,797	---	0,400	0,400	---	---	0,797
k_{zz}	1,000	---	0,889	0,889	---	---	1,000
k_{yz}	0,600	---	0,533	0,533	---	---	0,600
k_{zy}	0,478	---	0,240	0,240	---	---	0,478
cm_y	0,797	---	0,400	0,400	---	---	0,797
cm_z	1,000	---	0,889	0,889	---	---	1,000
cm_{LT}	1,000	---	0,889	0,889	---	---	1,000

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
N _{Ed}	0,9	---	0,2	0,2	---	---	0,9
M _{Ed,y}	-0,0	---	-0,4	-0,4	---	---	-0,0
M _{Ed,z}	-1,6	---	-1,0	-1,0	---	---	-1,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,01$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

9. Conjunto vigas pórtico cubierto

DIAGONALES

DIAG. 23 (_HE-280B) I/Ib: 40,0 cm / 40,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04;0,06)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,942;0,927)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 40$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 40$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,11$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,13$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,13$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-144,4	0,1	0,0	(-0,0)	87,1	(87,1)	72,1	0,2	23,0%
1	Tr	30(2)	40	43,6	0,0	0,0	(-0,0)	-32,1	(-49,1)	-42,7	-0,2	8,0%
2	Mx	16(2)	0	-38,2	0,1	0,0	(0,0)	-2,9	(-2,9)	-4,1	-0,0	1,7%
3	My	52(2)	0	-43,8	0,0	-1,6	(-1,6)	14,6	(14,6)	11,2	-1,2	4,9%
4	Mz	25(2)	0	-144,4	0,1	0,0	(-0,0)	87,1	(87,1)	72,1	0,2	23,0%
5	V	25(2)	0	-144,4	0,1	0,0	(-0,0)	87,1	(87,1)	72,1	0,2	23,0%
6	Sm	25(2)	3	-144,4	0,1	0,1	(-0,0)	85,0	(87,1)	72,1	0,2	23,0%

APROVECHAMIENTO 0,23 (23,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	4,2%	1,3%	1,1%	1,3%	4,2%	4,2%	4,2%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	11,6%	6,9%	0,7%	1,8%	11,6%	11,6%	11,6%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	21,7%	8,0%	0,7%	3,6%	21,7%	21,7%	21,1%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,4%	0,3%	0,8%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	4,7%	0,7%	0,0%	1,0%	4,7%	4,7%	4,5%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	620,2	620,6	619,4	620,5	620,2	620,2	620,2
$T + V_y$	11,6%	6,9%	0,7%	1,8%	11,6%	11,6%	11,6%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1521,5	1522,3	1519,6	1522,2	1521,5	1521,5	1521,5
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	4,2%	---	1,1%	1,3%	4,2%	4,2%	4,2%
$\lambda_{red,y}$	0,060	---	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
$\lambda_{red,z}$	0,036	---	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	993915,6	---	993915,6	993915,6	993915,6	993915,6	993915,6
$N_{cr,z}$	2811885,2	---	2811885,2	2811885,2	2811885,2	2811885,2	2811885,2
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	21,7%	8,0%	0,7%	3,6%	21,7%	21,7%	21,1%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063
M_{cr}	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	23,0%	---	1,7%	4,9%	23,0%	23,0%	23,0%
CE (6.62)	15,5%	---	1,5%	3,9%	15,5%	15,5%	15,5%
k_{yy}	0,463	---	0,952	0,882	0,463	0,463	0,913
k_{zz}	0,865	---	0,765	0,881	0,865	0,865	0,865
k_{yz}	0,519	---	0,459	0,528	0,519	0,519	0,519
k_{zy}	0,278	---	0,571	0,529	0,278	0,278	0,548
cm_y	0,473	---	0,957	0,888	0,473	0,473	0,932
cm_z	0,871	---	0,766	0,883	0,871	0,871	0,871
cm_{LT}	0,871	---	0,766	0,883	0,871	0,871	0,871
N_{Ed}	144,4	---	38,2	43,8	144,4	144,4	144,4
$M_{Ed,y}$	0,0	---	0,0	-1,6	0,0	0,0	0,1
$M_{Ed,z}$	87,1	---	-2,9	14,6	87,1	87,1	85,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,22$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 31 (_HE-280B) I/Ib: 40,0 cm / 40,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04;0,06)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,942;0,927)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 40$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 40 \text{ cm}$

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,11$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,13$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,13$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-144,0	-0,1	-0,0	(0,0)	87,1	(87,1)	72,1	-0,1	22,9%
1	Tr	30(2)	40	43,2	-0,0	-0,0	(0,0)	-32,0	(-49,1)	-42,7	0,2	8,0%
2	Mx	16(2)	0	-38,5	-0,1	-0,0	(-0,0)	-2,9	(-2,9)	-4,1	-0,0	1,7%
3	My	55(2)	0	-41,6	-0,0	1,6	(1,6)	14,2	(14,2)	11,0	1,2	4,8%
4	Mz	25(2)	0	-144,0	-0,1	-0,0	(0,0)	87,1	(87,1)	72,1	-0,1	22,9%
5	V	25(2)	0	-144,0	-0,1	-0,0	(0,0)	87,1	(87,1)	72,1	-0,1	22,9%
6	Sm	25(2)	6	-144,0	-0,1	0,1	(0,0)	82,8	(87,1)	72,1	-0,1	23,0%

APROVECHAMIENTO 0,23 (23,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	4,2%	1,3%	1,1%	1,2%	4,2%	4,2%	4,2%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	11,6%	6,9%	0,7%	1,8%	11,6%	11,6%	11,6%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	21,7%	8,0%	0,7%	3,5%	21,7%	21,7%	20,6%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,4%	0,3%	0,8%	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	4,7%	0,7%	0,0%	1,0%	4,7%	4,7%	4,3%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	620,2	620,5	619,4	620,5	620,2	620,2	620,2
$T + V_y$	11,6%	6,9%	0,7%	1,8%	11,6%	11,6%	11,6%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1521,5	1522,3	1519,5	1522,2	1521,5	1521,5	1521,5
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	4,2%	---	1,1%	1,2%	4,2%	4,2%	4,2%
$\lambda_{red,y}$	0,060	---	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
$\lambda_{red,z}$	0,036	---	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	993915,6	---	993915,6	993915,6	993915,6	993915,6	993915,6
$N_{cr,z}$	2811885,2	---	2811885,2	2811885,2	2811885,2	2811885,2	2811885,2
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	21,7%	8,0%	0,7%	3,5%	21,7%	21,7%	20,6%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063
M_{cr}	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	22,9%	---	1,7%	4,8%	22,9%	22,9%	23,0%
CE (6.62)	15,5%	---	1,5%	3,8%	15,5%	15,5%	15,5%
k_{yy}	0,556	---	0,960	0,882	0,556	0,556	0,961
k_{zz}	0,865	---	0,762	0,879	0,865	0,865	0,865
k_{yz}	0,519	---	0,457	0,528	0,519	0,519	0,519
k_{zy}	0,334	---	0,576	0,529	0,334	0,334	0,576
cm_y	0,567	---	0,965	0,887	0,567	0,567	0,980
cm_z	0,871	---	0,764	0,881	0,871	0,871	0,871
cm_{LT}	0,871	---	0,764	0,881	0,871	0,871	0,871
N_{Ed}	144,0	---	38,5	41,6	144,0	144,0	144,0
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	-0,0	1,6	-0,0	-0,0	0,1
$M_{Ed,z}$	87,1	---	-2,9	14,2	87,1	87,1	82,8

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,22$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 89 (_HE-280B) I/Ib: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,991)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Sí
Flecha por integridad	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-140,3	-0,0	0,0	(-0,0)	-31,7	(-44,2)	13,2	0,0	13,8%
1	Tr	30(2)	100	45,6	0,0	0,0	(-0,0)	33,5	(33,5)	-9,9	-0,0	8,3%
2	Mx	25(2)	0	-140,3	-0,0	0,0	(-0,0)	-31,7	(-44,2)	13,2	0,0	13,8%
3	My	55(2)	100	-36,1	-0,0	-0,6	(-0,6)	-3,5	(-3,5)	0,5	0,4	2,1%
4	Mz	25(2)	100	-139,9	-0,0	-0,0	(-0,0)	-44,2	(-44,2)	11,9	0,0	15,0%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
5	V	25(2)	0	-140,3	-0,0	0,0	(-0,0)	-31,7	(-44,2)	13,2	0,0	13,8%
6	Sm	25(2)	100	-139,9	-0,0	-0,0	(-0,0)	-44,2	(-44,2)	11,9	0,0	15,0%

APROVECHAMIENTO 0,15 (15,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{Rd}	4,1%	1,3%	4,1%	1,1%	4,1%	4,1%	4,1%
V _{c,Rd,y}	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	2,1%	1,6%	2,1%	0,1%	1,9%	2,1%	1,9%
V _{c,Rd,z}	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,z}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	7,9%	8,3%	7,9%	0,9%	11,0%	7,9%	11,0%
T _{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M _x / T _{Rd}	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,6%	0,7%	0,6%	0,3%	1,2%	0,6%	1,2%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	621,1	621,2	621,1	621,3	621,1	621,1	621,1
T + V _y	2,1%	1,6%	2,1%	0,1%	1,9%	2,1%	1,9%
V _{pl,T,Rd,z}	1523,5	1523,9	1523,5	1524,1	1523,5	1523,5	1523,5
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	4,1%	---	4,1%	1,1%	4,1%	4,1%	4,1%
λ _{red,y}	0,161	---	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161
λ _{red,z}	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	139272,2	---	139272,2	139272,2	139272,2	139272,2	139272,2
N _{cr,z}	399580,2	---	399580,2	399580,2	399580,2	399580,2	399580,2
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{b,Rd}	7,9%	8,3%	7,9%	0,9%	11,0%	7,9%	11,0%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M _{cr}	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	13,8%	---	13,8%	2,1%	15,0%	13,8%	15,0%
CE (6.62)	9,9%	---	9,9%	1,9%	10,6%	9,9%	10,6%
k _{yy}	0,395	---	0,395	0,997	0,988	0,395	0,988
k _{zz}	0,884	---	0,884	0,999	0,996	0,884	0,996
k _{yz}	0,530	---	0,530	0,599	0,597	0,530	0,597

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
k_{zy}	0,237	---	0,237	0,598	0,593	0,237	0,593
cm_y	0,400	---	0,400	1,000	0,999	0,400	0,999
cm_z	0,888	---	0,888	1,000	1,000	0,888	1,000
cm_{LT}	0,888	---	0,888	1,000	1,000	0,888	1,000
N_{Ed}	140,3	---	140,3	36,1	139,9	140,3	139,9
$M_{Ed,y}$	0,0	---	0,0	-0,6	-0,0	0,0	-0,0
$M_{Ed,z}$	-31,7	---	-31,7	-3,5	-44,2	-31,7	-44,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,11$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 97 (_HE-280B) I/lb: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,991)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Sí
Flecha por integridad	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,33$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB.	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-139,8	0,0	0,0	(0,0)	-31,7	(-44,3)	13,2	-0,0	13,8%
1	Tr	30(2)	100	45,2	-0,0	-0,0	(0,0)	33,5	(33,5)	-9,9	0,0	8,3%
2	Mx	25(2)	0	-139,8	0,0	0,0	(0,0)	-31,7	(-44,3)	13,2	-0,0	13,8%
3	My	52(2)	100	-38,3	0,0	0,6	(0,6)	-3,4	(-3,4)	0,4	-0,5	2,1%
4	Mz	25(2)	100	-139,5	0,0	0,0	(0,0)	-44,3	(-44,3)	11,9	-0,0	15,0%
5	V	25(2)	0	-139,8	0,0	0,0	(0,0)	-31,7	(-44,3)	13,2	-0,0	13,8%
6	Sm	25(2)	100	-139,5	0,0	0,0	(0,0)	-44,3	(-44,3)	11,9	-0,0	15,0%

APROVECHAMIENTO 0,15 (15,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	4,1%	1,3%	4,1%	1,1%	4,1%	4,1%	4,1%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	2,1%	1,6%	2,1%	0,1%	1,9%	2,1%	1,9%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	7,9%	8,3%	7,9%	0,8%	11,0%	7,9%	11,0%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,6%	0,7%	0,6%	0,3%	1,2%	0,6%	1,2%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	621,0	621,2	621,0	621,3	621,0	621,0	621,0
$T + V_y$	2,1%	1,6%	2,1%	0,1%	1,9%	2,1%	1,9%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1523,5	1523,8	1523,5	1524,1	1523,5	1523,5	1523,5
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	4,1%	---	4,1%	1,1%	4,1%	4,1%	4,1%
$\lambda_{red,y}$	0,161	---	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161
$\lambda_{red,z}$	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	139272,2	---	139272,2	139272,2	139272,2	139272,2	139272,2
$N_{cr,z}$	399580,2	---	399580,2	399580,2	399580,2	399580,2	399580,2
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	7,9%	8,3%	7,9%	0,8%	11,0%	7,9%	11,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M_{cr}	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	13,8%	---	13,8%	2,1%	15,0%	13,8%	15,0%
CE (6.62)	9,9%	---	9,9%	1,9%	10,6%	9,9%	10,6%
k_{yy}	0,610	---	0,610	0,997	0,988	0,610	0,988
k_{zz}	0,884	---	0,884	0,999	0,996	0,884	0,996
k_{yz}	0,530	---	0,530	0,599	0,597	0,530	0,597
k_{zy}	0,366	---	0,366	0,598	0,593	0,366	0,593
cm_y	0,617	---	0,617	1,000	1,000	0,617	1,000
cm_z	0,888	---	0,888	1,000	1,000	0,888	1,000
cm_{LT}	0,888	---	0,888	1,000	1,000	0,888	1,000
N_{Ed}	139,8	---	139,8	38,3	139,5	139,8	139,5
$M_{Ed,y}$	0,0	---	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
$M_{Ed,z}$	-31,7	---	-31,7	-3,4	-44,3	-31,7	-44,3

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,11$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 85 (_HE-280B) I/Ib: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,993)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-143,4	-0,0	-0,1	(-0,1)	58,4	(58,4)	56,5	-0,1	14,5%
1	Tr	30(2)	100	44,3	0,0	0,0	(0,0)	2,1	(-32,1)	-34,6	0,0	5,6%
2	Mx	17(2)	0	8,6	0,0	0,0	(0,0)	-21,9	(-21,9)	-24,8	0,0	5,5%
3	My	55(2)	0	-38,0	0,0	1,2	(1,2)	9,6	(9,6)	8,3	0,9	3,0%
4	Mz	25(2)	0	-143,4	-0,0	-0,1	(-0,1)	58,4	(58,4)	56,5	-0,1	14,5%
5	V	25(2)	0	-143,4	-0,0	-0,1	(-0,1)	58,4	(58,4)	56,5	-0,1	14,5%
6	Sm	25(2)	0	-143,4	-0,0	-0,1	(-0,1)	58,4	(58,4)	56,5	-0,1	14,5%

APROVECHAMIENTO 0,15 (14,5%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	1	1	1	1	1
Alma clase	1	0	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	4,2%	1,3%	0,3%	1,1%	4,2%	4,2%	4,2%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	9,1%	5,6%	4,0%	1,3%	9,1%	9,1%	9,1%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	14,5%	0,5%	5,5%	2,4%	14,5%	14,5%	14,5%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	2,1%	0,0%	0,3%	0,7%	2,1%	2,1%	2,1%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	621,2	621,0	621,0	621,3	621,2	621,2	621,2
T + V_y	9,1%	5,6%	4,0%	1,3%	9,1%	9,1%	9,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1523,9	1523,5	1523,3	1524,2	1523,9	1523,9	1523,9

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	4,2%	---	---	1,1%	4,2%	4,2%	4,2%
λ _{red,y}	0,161	---	---	0,161	0,161	0,161	0,161
λ _{red,z}	0,095	---	---	0,095	0,095	0,095	0,095
χ _y	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	138732,2	---	---	138732,2	138732,2	138732,2	138732,2
N _{cr,z}	399579,4	---	---	399579,4	399579,4	399579,4	399579,4
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{b,Rd}	14,5%	0,5%	5,5%	2,4%	14,5%	14,5%	14,5%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M _{cr}	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	13,2%	---	---	3,0%	13,2%	13,2%	13,2%
CE (6.62)	9,6%	---	---	2,6%	9,6%	9,6%	9,6%
k _{yy}	0,482	---	---	0,719	0,482	0,482	0,482
k _{zz}	0,619	---	---	0,677	0,619	0,619	0,619
k _{yz}	0,371	---	---	0,406	0,371	0,371	0,371
k _{zy}	0,289	---	---	0,431	0,289	0,289	0,289
cm _y	0,487	---	---	0,721	0,487	0,487	0,487
cm _z	0,621	---	---	0,678	0,621	0,621	0,621
cm _{LT}	0,621	---	---	0,678	0,621	0,621	0,621
N _{Ed}	143,4	---	---	38,0	143,4	143,4	143,4
M _{Ed,y}	-0,1	---	---	1,2	-0,1	-0,1	-0,1
M _{Ed,z}	58,4	---	---	9,6	58,4	58,4	58,4

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,15

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 95 (_HE-280B) I/Ib: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: χ = 1,00

Esbeltez: λ = (0,10;0,16)

Factor de longitud de pandeo: β = (1,000;0,993)

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 100 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 100 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,29	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,33	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,33	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-142,9	0,0	0,1	(0,1)	58,3	(58,3)	56,5	0,1	14,5%
1	Tr	30(2)	100	43,9	-0,0	-0,0	(-0,0)	2,1	(-32,0)	-34,5	-0,0	5,6%
2	Mx	17(2)	0	8,1	-0,0	-0,0	(-0,0)	-21,9	(-21,9)	-24,8	-0,0	5,4%
3	My	52(2)	0	-40,2	-0,0	-1,3	(-1,3)	10,0	(10,0)	8,5	-0,9	3,2%
4	Mz	25(2)	0	-142,9	0,0	0,1	(0,1)	58,3	(58,3)	56,5	0,1	14,5%
5	V	25(2)	0	-142,9	0,0	0,1	(0,1)	58,3	(58,3)	56,5	0,1	14,5%
6	Sm	25(2)	0	-142,9	0,0	0,1	(0,1)	58,3	(58,3)	56,5	0,1	14,5%

APROVECHAMIENTO 0,15 (14,5%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	1	1	1	1	1
Alma clase	1	0	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{t,Rd}	4,2%	1,3%	0,2%	1,2%	4,2%	4,2%	4,2%
V _{c,Rd,y}	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	9,1%	5,6%	4,0%	1,4%	9,1%	9,1%	9,1%
V _{c,Rd,z}	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,z}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	14,5%	0,5%	5,4%	2,5%	14,5%	14,5%	14,5%
T _{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M _x / T _{Rd}	0,1%	0,1%	0,2%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	2,1%	0,0%	0,3%	0,7%	2,1%	2,1%	2,1%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	621,2	621,0	620,9	621,3	621,2	621,2	621,2
T + V _y	9,1%	5,6%	4,0%	1,4%	9,1%	9,1%	9,1%
V _{pl,T,Rd,z}	1523,8	1523,4	1523,2	1524,2	1523,8	1523,8	1523,8
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	4,2%	---	---	1,2%	4,2%	4,2%	4,2%
λ _{red,y}	0,161	---	---	0,161	0,161	0,161	0,161
λ _{red,z}	0,095	---	---	0,095	0,095	0,095	0,095
χ _y	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	138732,2	---	---	138732,2	138732,2	138732,2	138732,2
N _{cr,z}	399579,4	---	---	399579,4	399579,4	399579,4	399579,4
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{b,Rd}	14,5%	0,5%	5,4%	2,5%	14,5%	14,5%	14,5%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M _{cr}	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
CE (6.61)	13,1%	---	---	3,2%	13,1%	13,1%	13,1%
CE (6.62)	9,6%	---	---	2,7%	9,6%	9,6%	9,6%
k_{yy}	0,487	---	---	0,719	0,487	0,487	0,487
k_{zz}	0,619	---	---	0,683	0,619	0,619	0,619
k_{yz}	0,371	---	---	0,410	0,371	0,371	0,371
k_{zy}	0,292	---	---	0,432	0,292	0,292	0,292
cm_y	0,493	---	---	0,722	0,493	0,493	0,493
cm_z	0,621	---	---	0,684	0,621	0,621	0,621
cm_{LT}	0,621	---	---	0,684	0,621	0,621	0,621
N_{Ed}	142,9	---	---	40,2	142,9	142,9	142,9
$M_{Ed,y}$	0,1	---	---	-1,3	0,1	0,1	0,1
$M_{Ed,z}$	58,3	---	---	10,0	58,3	58,3	58,3

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b R_d = 0,15$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 91 (_HE-280B) I/lb: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,991)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Si
Flecha por integridad	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-138,7	-0,0	-0,0	(-0,1)	-44,2	(-44,2)	-8,4	0,1	14,1%
1	Tr	30(2)	100	46,3	0,0	0,0	(0,0)	30,7	(33,5)	2,3	-0,0	7,7%
2	Mx	24(2)	0	-121,9	-0,0	0,0	(-0,1)	-32,7	(-32,7)	-7,4	0,1	10,9%
3	My	55(2)	72	-35,4	-0,0	-0,7	(-0,7)	-1,9	(-3,5)	-2,6	0,2	1,9%
4	Mz	25(2)	0	-138,7	-0,0	-0,0	(-0,1)	-44,2	(-44,2)	-8,4	0,1	14,1%
5	V	25(2)	100	-138,4	-0,0	-0,1	(-0,1)	-35,2	(-44,2)	-9,7	0,1	13,2%
6	Sm	25(2)	9	-138,7	-0,0	-0,1	(-0,1)	-43,5	(-44,2)	-8,5	0,1	14,1%

APROVECHAMIENTO 0,14 (14,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	4,0%	1,3%	3,5%	1,0%	4,0%	4,0%	4,0%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	1,3%	0,4%	1,2%	0,4%	1,3%	1,6%	1,4%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	11,0%	7,7%	8,1%	0,5%	11,0%	8,8%	10,8%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	1,2%	0,6%	0,7%	0,4%	1,2%	0,8%	1,2%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	621,2	621,3	621,2	621,3	621,2	621,2	621,2
$T + V_y$	1,3%	0,4%	1,2%	0,4%	1,3%	1,6%	1,4%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1523,8	1524,2	1523,8	1524,1	1523,8	1523,8	1523,8
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	4,0%	---	3,5%	1,0%	4,0%	4,0%	4,0%
$\lambda_{red,y}$	0,161	---	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161
$\lambda_{red,z}$	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	139329,5	---	139329,5	139329,5	139329,5	139329,5	139329,5
$N_{cr,z}$	399766,7	---	399766,7	399766,7	399766,7	399766,7	399766,7
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	11,0%	7,7%	8,1%	0,5%	11,0%	8,8%	10,8%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M_{cr}	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	14,1%	---	10,9%	1,9%	14,1%	13,2%	14,1%
CE (6.62)	10,1%	---	8,0%	1,8%	10,1%	9,6%	10,1%
k_{yy}	0,595	---	0,588	0,996	0,595	0,988	0,963
k_{zz}	0,915	---	0,899	0,728	0,915	0,833	0,915
k_{yz}	0,549	---	0,540	0,437	0,549	0,500	0,549
k_{zy}	0,357	---	0,353	0,597	0,357	0,593	0,578
cm_y	0,602	---	0,594	0,998	0,602	1,000	0,974
cm_z	0,919	---	0,903	0,729	0,919	0,837	0,919
cm_{LT}	0,919	---	0,903	0,729	0,919	0,837	0,919
N_{Ed}	138,7	---	121,9	35,4	138,7	138,4	138,7
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	0,0	-0,7	-0,0	-0,1	-0,1
$M_{Ed,z}$	-44,2	---	-32,7	-1,9	-44,2	-35,2	-43,5

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,11$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

DIAG. 98 (_HE-280B) I/lb: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,991)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Si
Flecha por integridad	+0,01	-0,01	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,33$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-138,3	0,0	0,0	(0,1)	-44,3	(-44,3)	-8,3	-0,1	14,1%
1	Tr	30(2)	100	45,9	-0,0	-0,0	(-0,0)	30,8	(33,5)	2,3	0,0	7,7%
2	Mx	24(2)	0	-121,6	0,0	0,0	(0,1)	-32,7	(-32,7)	-7,4	-0,1	10,9%
3	My	52(2)	72	-37,6	0,0	0,7	(0,7)	-1,6	(-3,4)	-2,8	-0,2	1,9%
4	Mz	25(2)	0	-138,3	0,0	0,0	(0,1)	-44,3	(-44,3)	-8,3	-0,1	14,1%
5	V	25(2)	100	-138,0	0,0	0,1	(0,1)	-35,3	(-44,3)	-9,7	-0,1	13,2%
6	Sm	25(2)	9	-138,3	0,0	0,1	(0,1)	-43,5	(-44,3)	-8,5	-0,1	14,1%

APROVECHAMIENTO 0,14 (14,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	4,0%	1,3%	3,5%	1,1%	4,0%	4,0%	4,0%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	1,3%	0,4%	1,2%	0,5%	1,3%	1,6%	1,4%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	11,0%	7,7%	8,1%	0,4%	11,0%	8,8%	10,8%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
N + M	1,2%	0,6%	0,7%	0,4%	1,2%	0,8%	1,2%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	621,2	621,3	621,1	621,3	621,2	621,2	621,2
T + V _y	1,3%	0,4%	1,2%	0,5%	1,3%	1,6%	1,4%
V _{pl,T,Rd,z}	1523,8	1524,2	1523,8	1524,1	1523,8	1523,8	1523,8
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	4,0%	---	3,5%	1,1%	4,0%	4,0%	4,0%
λ _{red,y}	0,161	---	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161
λ _{red,z}	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	139329,5	---	139329,5	139329,5	139329,5	139329,5	139329,5
N _{cr,z}	399766,7	---	399766,7	399766,7	399766,7	399766,7	399766,7
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{b,Rd}	11,0%	7,7%	8,1%	0,4%	11,0%	8,8%	10,8%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M _{cr}	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	14,1%	---	10,9%	1,9%	14,1%	13,2%	14,1%
CE (6.62)	10,1%	---	7,9%	1,8%	10,1%	9,5%	10,1%
k _{yy}	0,615	---	0,600	0,995	0,615	0,988	0,963
k _{zz}	0,916	---	0,899	0,698	0,916	0,834	0,916
k _{yz}	0,549	---	0,540	0,419	0,549	0,500	0,549
k _{zy}	0,369	---	0,360	0,597	0,369	0,593	0,578
cm _y	0,622	---	0,606	0,998	0,622	1,000	0,974
cm _z	0,919	---	0,903	0,698	0,919	0,837	0,919
cm _{LT}	0,919	---	0,903	0,698	0,919	0,837	0,919
N _{Ed}	138,3	---	121,6	37,6	138,3	138,0	138,3
M _{Ed,y}	0,0	---	0,0	0,7	0,0	0,1	0,1
M _{Ed,z}	-44,3	---	-32,7	-1,6	-44,3	-35,3	-43,5

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,11

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 22 (_HE-280B) I/Ib: 40,0 cm / 40,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04;0,06)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,943;0,942)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 40 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 40 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,11	Si

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,13$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,13$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-79,3	-0,3	0,1	(0,1)	47,3	(47,3)	39,1	0,0	12,5%
1	Tr	30(2)	40	25,4	-0,1	0,1	(0,1)	-17,7	(-27,2)	-23,9	0,0	4,4%
2	Mx	24(2)	0	-67,8	-0,3	0,1	(0,1)	36,4	(36,4)	29,9	0,2	9,9%
3	My	55(2)	0	-24,9	-0,1	1,5	(1,5)	8,1	(8,1)	6,2	1,0	2,9%
4	Mz	25(2)	0	-79,3	-0,3	0,1	(0,1)	47,3	(47,3)	39,1	0,0	12,5%
5	V	25(2)	0	-79,3	-0,3	0,1	(0,1)	47,3	(47,3)	39,1	0,0	12,5%
6	Sm	25(2)	0	-79,3	-0,3	0,1	(0,1)	47,3	(47,3)	39,1	0,0	12,5%

APROVECHAMIENTO 0,13 (12,5%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	2,3%	0,7%	2,0%	0,7%	2,3%	2,3%	2,3%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	6,3%	3,8%	4,8%	1,0%	6,3%	6,3%	6,3%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,1%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	11,8%	4,4%	9,1%	2,0%	11,8%	11,8%	11,8%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	2,1%	0,6%	2,6%	1,0%	2,1%	2,1%	2,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	1,4%	0,2%	0,9%	0,8%	1,4%	1,4%	1,4%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	616,2	619,9	614,7	618,9	616,2	616,2	616,2
$T + V_y$	6,3%	3,8%	4,9%	1,0%	6,3%	6,3%	6,3%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1511,5	1520,8	1508,0	1518,2	1511,5	1511,5	1511,5
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	2,3%	---	2,0%	0,7%	2,3%	2,3%	2,3%
$\lambda_{red,y}$	0,061	---	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
$\lambda_{red,z}$	0,036	---	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	962405,4	---	962405,4	962405,4	962405,4	962405,4	962405,4
$N_{cr,z}$	2806867,2	---	2806867,2	2806867,2	2806867,2	2806867,2	2806867,2
PANDEO LATERAL							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
M _{b,Rd}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{b,Rd}	11,8%	4,4%	9,1%	2,0%	11,8%	11,8%	11,8%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063
M _{cr}	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	12,5%	---	9,9%	2,9%	12,5%	12,5%	12,5%
CE (6.62)	8,5%	---	6,8%	2,5%	8,5%	8,5%	8,5%
k _{yy}	0,976	---	0,787	0,896	0,976	0,976	0,976
k _{zz}	0,869	---	0,870	0,883	0,869	0,869	0,869
k _{yz}	0,521	---	0,522	0,530	0,521	0,521	0,521
k _{zy}	0,585	---	0,472	0,538	0,585	0,585	0,585
cm _y	0,986	---	0,794	0,899	0,986	0,986	0,986
cm _z	0,872	---	0,873	0,884	0,872	0,872	0,872
cm _{LT}	0,872	---	0,873	0,884	0,872	0,872	0,872
N _{Ed}	79,3	---	67,8	24,9	79,3	79,3	79,3
M _{Ed,y}	0,1	---	0,1	1,5	0,1	0,1	0,1
M _{Ed,z}	47,3	---	36,4	8,1	47,3	47,3	47,3

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,12

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 39 (_HE-280B) I/lb: 40,0 cm / 40,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04;0,06)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (0,943;0,942)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 40 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 40 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,11	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,13	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,13	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-73,0	0,3	-0,1	(-0,1)	42,2	(42,2)	34,8	-0,0	11,3%
1	Tr	30(2)	40	19,1	0,1	-0,1	(-0,1)	-14,4	(-22,1)	-19,5	-0,0	3,6%
2	Mx	24(2)	0	-64,0	0,3	-0,1	(-0,1)	33,4	(33,4)	27,3	-0,2	9,1%
3	My	52(2)	0	-26,2	0,1	-1,5	(-1,5)	8,3	(8,3)	6,3	-1,0	3,0%
4	Mz	25(2)	0	-73,0	0,3	-0,1	(-0,1)	42,2	(42,2)	34,8	-0,0	11,3%
5	V	25(2)	0	-73,0	0,3	-0,1	(-0,1)	42,2	(42,2)	34,8	-0,0	11,3%
6	Sm	25(2)	3	-73,0	0,3	-0,1	(-0,1)	41,1	(42,2)	34,8	-0,0	11,3%

APROVECHAMIENTO 0,11 (11,3%)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	2,1%	0,6%	1,9%	0,8%	2,1%	2,1%	2,1%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	5,6%	3,1%	4,4%	1,0%	5,6%	5,6%	5,6%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,1%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	10,5%	3,6%	8,3%	2,1%	10,5%	10,5%	10,2%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	2,1%	0,5%	2,7%	1,0%	2,1%	2,1%	2,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	1,1%	0,2%	0,8%	0,8%	1,1%	1,1%	1,1%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	616,1	620,0	614,6	618,9	616,1	616,1	616,1
$T + V_y$	5,6%	3,2%	4,4%	1,0%	5,6%	5,6%	5,6%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1511,3	1521,0	1507,8	1518,2	1511,3	1511,3	1511,3
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	2,1%	---	1,9%	0,8%	2,1%	2,1%	2,1%
$\lambda_{red,y}$	0,061	---	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
$\lambda_{red,z}$	0,036	---	0,036	0,036	0,036	0,036	0,036
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	962405,4	---	962405,4	962405,4	962405,4	962405,4	962405,4
$N_{cr,z}$	2806867,2	---	2806867,2	2806867,2	2806867,2	2806867,2	2806867,2
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	10,5%	3,6%	8,3%	2,1%	10,5%	10,5%	10,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063	0,063
M_{cr}	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6	107851,6
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	11,3%	---	9,1%	3,0%	11,3%	11,3%	11,3%
CE (6.62)	7,6%	---	6,2%	2,6%	7,6%	7,6%	7,6%
k_{yy}	0,916	---	0,771	0,896	0,916	0,916	0,980
k_{zz}	0,869	---	0,871	0,885	0,869	0,869	0,869
k_{yz}	0,522	---	0,523	0,531	0,522	0,522	0,522
k_{zy}	0,550	---	0,463	0,538	0,550	0,550	0,588
cm_y	0,926	---	0,778	0,899	0,926	0,926	0,990
cm_z	0,872	---	0,874	0,886	0,872	0,872	0,872
cm_{LT}	0,872	---	0,874	0,886	0,872	0,872	0,872
N_{Ed}	73,0	---	64,0	26,2	73,0	73,0	73,0
$M_{Ed,y}$	-0,1	---	-0,1	-1,5	-0,1	-0,1	-0,1

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
M _{Ed,z}	42,2	---	33,4	8,3	42,2	42,2	41,1

Cumple Pandeo Lateral-Torsional Mzd/Mb,Rd= 0,11

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 93 (_HE-280B) I/lb: 100,1 cm / 100,1 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,993)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 100 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 100 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,29	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,33	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,33	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-137,3	-0,0	-0,1	(-0,1)	-35,2	(-35,2)	-29,8	0,0	9,7%
1	Tr	30(2)	100	46,9	-0,0	0,1	(0,1)	15,7	(30,7)	14,7	-0,1	3,9%
2	Mx	17(2)	0	14,8	-0,0	-0,0	(0,0)	28,1	(28,1)	9,9	-0,0	7,0%
3	My	55(2)	20	-34,7	-0,0	-0,7	(-0,7)	-0,0	(4,6)	-5,4	-0,2	1,8%
4	Mz	25(2)	0	-137,3	-0,0	-0,1	(-0,1)	-35,2	(-35,2)	-29,8	0,0	9,7%
5	V	25(2)	100	-136,9	-0,0	-0,1	(-0,1)	-4,7	(-35,2)	-31,1	0,0	9,7%
6	Sm	25(2)	10	-137,2	-0,0	-0,2	(-0,1)	-32,2	(-35,2)	-29,9	0,0	9,7%

APROVECHAMIENTO 0,10 (9,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{t,Rd}	4,0%	1,4%	0,4%	1,0%	4,0%	4,0%	4,0%
V _{c,Rd,y}	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	4,8%	2,4%	1,6%	0,9%	4,8%	5,0%	4,8%
V _{c,Rd,z}	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,1%
M _{c,Rd,z}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	8,8%	3,9%	7,0%	0,0%	8,8%	1,2%	8,0%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,8%	0,2%	0,5%	0,4%	0,8%	0,1%	0,7%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	621,3	621,2	621,2	621,3	621,3	621,3	621,3
T + V_y	4,8%	2,4%	1,6%	0,9%	4,8%	5,0%	4,8%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1524,1	1523,9	1523,8	1524,0	1524,1	1524,1	1524,1
T + V_z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	4,0%	---	---	1,0%	4,0%	4,0%	4,0%
$\lambda_{red,y}$	0,161	---	---	0,161	0,161	0,161	0,161
$\lambda_{red,z}$	0,095	---	---	0,095	0,095	0,095	0,095
χ_y	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	138581,4	---	---	138581,4	138581,4	138581,4	138581,4
$N_{cr,z}$	398989,7	---	---	398989,7	398989,7	398989,7	398989,7
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	8,8%	3,9%	7,0%	0,0%	8,8%	1,2%	8,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M_{cr}	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	9,7%	---	---	1,8%	9,7%	9,7%	9,7%
CE (6.62)	7,4%	---	---	1,7%	7,4%	7,4%	7,4%
k_{yy}	0,867	---	---	0,996	0,867	0,867	0,960
k_{zz}	0,651	---	---	0,504	0,651	0,651	0,651
k_{yz}	0,391	---	---	0,302	0,391	0,391	0,391
k_{zy}	0,520	---	---	0,598	0,520	0,520	0,576
cm_y	0,877	---	---	0,999	0,877	0,877	0,971
cm_z	0,654	---	---	0,504	0,654	0,654	0,654
cm_{LT}	0,654	---	---	0,504	0,654	0,654	0,654
N_{Ed}	137,3	---	---	34,7	137,3	136,9	137,2
$M_{Ed,y}$	-0,1	---	---	-0,7	-0,1	-0,1	-0,2
$M_{Ed,z}$	-35,2	---	---	-0,0	-35,2	-4,7	-32,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,09$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 99 (_HE-280B) I/Ib: 100,1 cm / 100,1 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,993)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100 \text{ cm}$

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,33$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-136,8	0,0	0,1	(0,1)	-35,3	(-35,3)	-29,8	-0,0	9,7%
1	Tr	30(2)	100	46,6	0,0	-0,1	(-0,1)	15,8	(30,8)	14,6	0,1	3,9%
2	Mx	17(2)	0	14,3	0,0	0,0	(-0,0)	28,2	(28,2)	9,9	0,0	7,0%
3	My	52(2)	20	-36,9	0,0	0,7	(0,7)	0,3	(5,2)	-5,7	0,2	2,0%
4	Mz	25(2)	0	-136,8	0,0	0,1	(0,1)	-35,3	(-35,3)	-29,8	-0,0	9,7%
5	V	25(2)	100	-136,5	0,0	0,1	(0,1)	-4,8	(-35,3)	-31,1	-0,0	9,7%
6	Sm	25(2)	10	-136,8	0,0	0,2	(0,1)	-32,3	(-35,3)	-29,9	-0,0	9,7%

APROVECHAMIENTO 0,10 (9,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	4,0%	1,4%	0,4%	1,1%	4,0%	4,0%	4,0%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	4,8%	2,4%	1,6%	0,9%	4,8%	5,0%	4,8%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	8,8%	3,9%	7,0%	0,1%	8,8%	1,2%	8,0%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,8%	0,2%	0,5%	0,4%	0,8%	0,1%	0,7%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	621,3	621,2	621,2	621,3	621,3	621,3	621,3
$T + V_y$	4,8%	2,4%	1,6%	0,9%	4,8%	5,0%	4,8%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1524,1	1523,9	1523,8	1524,0	1524,1	1524,1	1524,1
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	4,0%	---	---	1,1%	4,0%	4,0%	4,0%
$\lambda_{red,y}$	0,161	---	---	0,161	0,161	0,161	0,161
$\lambda_{red,z}$	0,095	---	---	0,095	0,095	0,095	0,095

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
χ_y	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	138581,4	---	---	138581,4	138581,4	138581,4	138581,4
$N_{cr,z}$	398989,7	---	---	398989,7	398989,7	398989,7	398989,7
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	8,8%	3,9%	7,0%	0,1%	8,8%	1,2%	8,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M_{cr}	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	9,7%	---	---	2,0%	9,7%	9,7%	9,7%
CE (6.62)	7,4%	---	---	1,9%	7,4%	7,4%	7,4%
k_{yy}	0,887	---	---	0,996	0,887	0,887	0,959
k_{zz}	0,652	---	---	0,538	0,652	0,652	0,652
k_{yz}	0,391	---	---	0,323	0,391	0,391	0,391
k_{zy}	0,532	---	---	0,598	0,532	0,532	0,576
cm_y	0,897	---	---	0,999	0,897	0,897	0,970
cm_z	0,655	---	---	0,539	0,655	0,655	0,655
cm_{LT}	0,655	---	---	0,539	0,655	0,655	0,655
N_{Ed}	136,8	---	---	36,9	136,8	136,5	136,8
$M_{Ed,y}$	0,1	---	---	0,7	0,1	0,1	0,2
$M_{Ed,z}$	-35,3	---	---	0,3	-35,3	-4,8	-32,3

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,09$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 87 (_HE-280B) I/Ib: 100,1 cm / 100,1 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,991)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-141,7	-0,0	0,0	(0,0)	2,6	(-31,7)	35,0	0,0	8,6%
1	Tr	30(2)	100	44,9	0,0	-0,0	(0,0)	24,0	(24,0)	-22,3	0,0	6,0%
2	Mx	25(2)	0	-141,7	-0,0	0,0	(0,0)	2,6	(-31,7)	35,0	0,0	8,6%
3	My	55(2)	0	-37,2	-0,0	0,4	(0,4)	1,8	(-2,6)	4,9	0,7	1,4%
4	Mz	25(2)	100	-141,4	-0,0	-0,0	(0,0)	-31,7	(-31,7)	33,6	0,0	8,6%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
5	V	25(2)	0	-141,7	-0,0	0,0	(0,0)	2,6	(-31,7)	35,0	0,0	8,6%
6	Sm	25(2)	10	-141,7	-0,0	0,1	(0,0)	-0,9	(-31,7)	34,8	0,0	8,6%

APROVECHAMIENTO 0,09 (8,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{Rd}	4,1%	1,3%	4,1%	1,1%	4,1%	4,1%	4,1%
V _{c,Rd,y}	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	5,6%	3,6%	5,6%	0,8%	5,4%	5,6%	5,6%
V _{c,Rd,z}	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,1%
M _{c,Rd,z}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	0,6%	6,0%	0,6%	0,5%	7,9%	0,6%	0,2%
T _{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M _x / T _{Rd}	0,2%	0,1%	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,4%	0,0%	0,2%	0,6%	0,0%	0,1%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	620,9	621,1	620,9	621,3	620,9	620,9	620,9
T + V _y	5,6%	3,6%	5,6%	0,8%	5,4%	5,6%	5,6%
V _{pl,T,Rd,z}	1523,3	1523,7	1523,3	1524,0	1523,3	1523,3	1523,3
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	4,1%	---	4,1%	1,1%	4,1%	4,1%	4,1%
λ _{red,y}	0,161	---	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161
λ _{red,z}	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	139057,7	---	139057,7	139057,7	139057,7	139057,7	139057,7
N _{cr,z}	398989,9	---	398989,9	398989,9	398989,9	398989,9	398989,9
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{b,Rd}	0,6%	6,0%	0,6%	0,5%	7,9%	0,6%	0,2%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M _{cr}	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	8,6%	---	8,6%	1,4%	8,6%	8,6%	8,6%
CE (6.62)	6,8%	---	6,8%	1,3%	6,8%	6,8%	6,8%
k _{yy}	0,581	---	0,581	0,399	0,581	0,581	0,945
k _{zz}	0,565	---	0,565	0,400	0,565	0,565	0,565
k _{yz}	0,339	---	0,339	0,240	0,339	0,339	0,339

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
k_{zy}	0,348	---	0,348	0,239	0,348	0,348	0,567
cm_y	0,587	---	0,587	0,400	0,587	0,587	0,956
cm_z	0,567	---	0,567	0,400	0,567	0,567	0,567
cm_{LT}	0,567	---	0,567	0,400	0,567	0,567	0,567
N_{Ed}	141,7	---	141,7	37,2	141,4	141,7	141,7
$M_{Ed,y}$	0,0	---	0,0	0,4	-0,0	0,0	0,1
$M_{Ed,z}$	2,6	---	2,6	1,8	-31,7	2,6	-0,9

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,08$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 96 (_HE-280B) I/lb: 100,1 cm / 100,1 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10; 0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 0,991)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB.	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-141,3	0,0	-0,0	(-0,0)	2,6	(-31,7)	34,9	-0,0	8,6%
1	Tr	30(2)	100	44,5	-0,0	0,0	(-0,0)	24,0	(24,0)	-22,3	-0,0	6,0%
2	Mx	25(2)	0	-141,3	0,0	-0,0	(-0,0)	2,6	(-31,7)	34,9	-0,0	8,6%
3	My	52(2)	0	-39,4	0,0	-0,4	(-0,4)	2,0	(-2,5)	5,0	-0,7	1,4%
4	Mz	25(2)	100	-141,0	0,0	0,0	(-0,0)	-31,7	(-31,7)	33,6	-0,0	8,6%
5	V	25(2)	0	-141,3	0,0	-0,0	(-0,0)	2,6	(-31,7)	34,9	-0,0	8,6%
6	Sm	25(2)	10	-141,2	0,0	-0,1	(-0,0)	-0,9	(-31,7)	34,8	-0,0	8,6%

APROVECHAMIENTO 0,09 (8,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	4,1%	1,3%	4,1%	1,1%	4,1%	4,1%	4,1%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	5,6%	3,6%	5,6%	0,8%	5,4%	5,6%	5,6%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,6%	6,0%	0,6%	0,5%	7,9%	0,6%	0,2%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,2%	0,1%	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,4%	0,0%	0,2%	0,6%	0,0%	0,1%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	620,9	621,1	620,9	621,3	620,9	620,9	620,9
$T + V_y$	5,6%	3,6%	5,6%	0,8%	5,4%	5,6%	5,6%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1523,2	1523,6	1523,2	1524,0	1523,2	1523,2	1523,2
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	4,1%	---	4,1%	1,1%	4,1%	4,1%	4,1%
$\lambda_{red,y}$	0,161	---	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161
$\lambda_{red,z}$	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	139057,7	---	139057,7	139057,7	139057,7	139057,7	139057,7
$N_{cr,z}$	398989,9	---	398989,9	398989,9	398989,9	398989,9	398989,9
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	0,6%	6,0%	0,6%	0,5%	7,9%	0,6%	0,2%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M_{cr}	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	8,6%	---	8,6%	1,4%	8,6%	8,6%	8,6%
CE (6.62)	6,8%	---	6,8%	1,4%	6,8%	6,8%	6,8%
k_{yy}	0,486	---	0,486	0,399	0,486	0,486	0,945
k_{zz}	0,565	---	0,565	0,400	0,565	0,565	0,565
k_{yz}	0,339	---	0,339	0,240	0,339	0,339	0,339
k_{zy}	0,292	---	0,292	0,239	0,292	0,292	0,567
cm_y	0,492	---	0,492	0,400	0,492	0,492	0,956
cm_z	0,568	---	0,568	0,400	0,568	0,568	0,568
cm_{LT}	0,568	---	0,568	0,400	0,568	0,568	0,568
N_{Ed}	141,3	---	141,3	39,4	141,0	141,3	141,2
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	-0,0	-0,4	0,0	-0,0	-0,1
$M_{Ed,z}$	2,6	---	2,6	2,0	-31,7	2,6	-0,9

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,08$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 109 (HE-280B) I/Ib: 44,9 cm / 44,9 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04;0,07)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,997)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 45$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 45$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,13$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,15$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,15$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-135,6	0,0	-0,1	(-0,1)	-4,7	(18,7)	-51,9	-0,1	8,4%
1	Tr	30(2)	45	47,5	-0,1	-0,0	(0,1)	3,3	(15,7)	27,3	0,1	4,4%
2	Mx	55(2)	0	-33,9	-0,1	-0,5	(-0,5)	4,6	(8,7)	-8,8	-0,4	2,9%
3	My	52(2)	0	-39,0	0,1	0,5	(0,5)	5,2	(9,5)	-9,2	0,5	3,2%
4	Mz	24(2)	45	-117,8	-0,0	-0,0	(-0,1)	19,7	(19,7)	-43,0	-0,0	8,3%
5	V	25(2)	45	-135,5	0,0	-0,0	(-0,1)	18,7	(18,7)	-52,5	-0,1	8,6%
6	Sm	25(2)	45	-135,5	0,0	-0,0	(-0,1)	18,7	(18,7)	-52,5	-0,1	8,6%

APROVECHAMIENTO 0,09 (8,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	1	1	1	1	1
Alma clase	1	0	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	3,9%	1,4%	1,0%	1,1%	3,4%	3,9%	3,9%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	8,3%	4,4%	1,4%	1,5%	6,9%	8,4%	8,4%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,2%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	1,2%	0,8%	1,1%	1,3%	4,9%	4,7%	4,7%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,2%	0,6%	1,0%	0,7%	0,1%	0,2%	0,2%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	620,8	619,9	618,9	619,5	621,1	620,8	620,8
$T + V_y$	8,4%	4,4%	1,4%	1,5%	6,9%	8,5%	8,5%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1522,9	1520,6	1518,4	1519,8	1523,6	1522,9	1522,9

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	3,9%	---	1,0%	1,1%	3,4%	3,9%	3,9%
λ _{red,y}	0,073	---	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
λ _{red,z}	0,043	---	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	680553,5	---	680553,5	680553,5	680553,5	680553,5	680553,5
N _{cr,z}	1977256,9	---	1977256,9	1977256,9	1977256,9	1977256,9	1977256,9
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{b,Rd}	1,2%	0,8%	1,1%	1,3%	4,9%	4,7%	4,7%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
M _{cr}	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	6,3%	---	2,9%	3,2%	8,3%	8,6%	8,6%
CE (6.62)	5,3%	---	2,2%	2,5%	6,4%	6,7%	6,7%
k _{yy}	0,737	---	0,845	0,828	0,788	0,482	0,482
k _{zz}	0,493	---	0,814	0,821	0,994	0,992	0,992
k _{yz}	0,296	---	0,488	0,493	0,596	0,595	0,595
k _{zy}	0,442	---	0,507	0,497	0,473	0,289	0,289
cm _y	0,751	---	0,849	0,832	0,801	0,490	0,490
cm _z	0,496	---	0,815	0,823	0,999	0,999	0,999
cm _{LT}	0,496	---	0,815	0,823	0,999	0,999	0,999
N _{Ed}	135,6	---	33,9	39,0	117,8	135,5	135,5
M _{Ed,y}	-0,1	---	-0,5	0,5	-0,0	-0,0	-0,0
M _{Ed,z}	-4,7	---	4,6	5,2	19,7	18,7	18,7

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,05

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 112 (_HE-280B) I/Ib: 44,9 cm / 44,9 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04;0,07)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,997)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 45 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 45 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,13	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,15	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	≤ +0,15	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-135,2	-0,0	0,1	(0,1)	-4,8	(18,6)	-51,8	0,1	8,3%
1	Tr	30(2)	45	47,2	0,1	0,0	(-0,0)	3,4	(15,8)	27,2	-0,1	4,4%
2	Mx	52(2)	0	-36,0	0,1	0,5	(0,5)	5,2	(9,5)	-9,3	0,4	3,1%
3	My	55(2)	0	-36,9	-0,1	-0,5	(-0,5)	4,6	(8,6)	-8,7	-0,5	2,9%
4	Mz	24(2)	45	-117,5	0,0	0,0	(0,1)	19,6	(19,6)	-43,0	0,0	8,3%
5	V	25(2)	45	-135,0	-0,0	0,0	(0,1)	18,6	(18,6)	-52,4	0,1	8,5%
6	Sm	25(2)	45	-135,0	-0,0	0,0	(0,1)	18,6	(18,6)	-52,4	0,1	8,5%

APROVECHAMIENTO 0,09 (8,5%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	1	1	1	1	1
Alma clase	1	0	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{t,Rd}	3,9%	1,4%	1,0%	1,1%	3,4%	3,9%	3,9%
V _{c,Rd,y}	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	8,3%	4,4%	1,5%	1,4%	6,9%	8,4%	8,4%
V _{c,Rd,z}	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,2%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,z}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	1,2%	0,9%	1,3%	1,1%	4,9%	4,6%	4,6%
T _{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M _x / T _{Rd}	0,2%	0,5%	0,9%	0,7%	0,1%	0,2%	0,2%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	620,9	620,0	619,0	619,5	621,0	620,9	620,9
T + V _y	8,3%	4,4%	1,5%	1,4%	6,9%	8,4%	8,4%
V _{pl,T,Rd,z}	1523,2	1520,9	1518,4	1519,8	1523,5	1523,2	1523,2
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	3,9%	---	1,0%	1,1%	3,4%	3,9%	3,9%
λ _{red,y}	0,073	---	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
λ _{red,z}	0,043	---	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	680553,5	---	680553,5	680553,5	680553,5	680553,5	680553,5
N _{cr,z}	1977256,9	---	1977256,9	1977256,9	1977256,9	1977256,9	1977256,9
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{b,Rd}	1,2%	0,9%	1,3%	1,1%	4,9%	4,6%	4,6%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
M _{cr}	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	6,2%	---	3,1%	2,9%	8,3%	8,5%	8,5%
CE (6.62)	5,3%	---	2,4%	2,3%	6,3%	6,7%	6,7%
k_{yy}	0,767	---	0,845	0,827	0,840	0,542	0,542
k_{zz}	0,490	---	0,821	0,814	0,994	0,992	0,992
k_{yz}	0,294	---	0,493	0,488	0,596	0,595	0,595
k_{zy}	0,460	---	0,507	0,496	0,504	0,325	0,325
cm_y	0,781	---	0,849	0,832	0,853	0,552	0,552
cm_z	0,493	---	0,822	0,815	0,999	0,999	0,999
cm_{LT}	0,493	---	0,822	0,815	0,999	0,999	0,999
N_{Ed}	135,2	---	36,0	36,9	117,5	135,0	135,0
$M_{Ed,y}$	0,1	---	0,5	-0,5	0,0	0,0	0,0
$M_{Ed,z}$	-4,8	---	5,2	4,6	19,6	18,6	18,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,05$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 88 (_HE-280B) I/lb: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,995)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB.	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-77,2	-0,0	0,0	(-0,0)	-17,2	(-24,1)	7,6	0,1	7,6%
1	Tr	30(2)	100	26,5	0,0	-0,0	(0,0)	18,5	(18,5)	-5,6	0,0	4,6%
2	Mx	25(2)	0	-77,2	-0,0	0,0	(-0,0)	-17,2	(-24,1)	7,6	0,1	7,6%
3	My	55(2)	100	-23,5	-0,0	-0,6	(-0,6)	-2,0	(-2,0)	0,2	0,4	1,4%
4	Mz	25(2)	100	-76,9	-0,0	-0,0	(-0,0)	-24,1	(-24,1)	6,3	0,1	8,2%
5	V	25(2)	0	-77,2	-0,0	0,0	(-0,0)	-17,2	(-24,1)	7,6	0,1	7,6%
6	Sm	25(2)	100	-76,9	-0,0	-0,0	(-0,0)	-24,1	(-24,1)	6,3	0,1	8,2%

APROVECHAMIENTO 0,08 (8,2%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	2,2%	0,8%	2,2%	0,7%	2,2%	2,2%	2,2%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	1,2%	0,9%	1,2%	0,0%	1,0%	1,2%	1,0%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	4,3%	4,6%	4,3%	0,5%	6,0%	4,3%	6,0%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,2%	0,1%	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,4%	0,2%	0,4%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	620,8	621,1	620,8	621,2	620,8	620,8	620,8
$T + V_y$	1,2%	0,9%	1,2%	0,0%	1,0%	1,2%	1,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1522,8	1523,7	1522,8	1524,0	1522,8	1522,8	1522,8
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	2,2%	---	2,2%	0,7%	2,2%	2,2%	2,2%
$\lambda_{red,y}$	0,162	---	0,162	0,162	0,162	0,162	0,162
$\lambda_{red,z}$	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	138014,0	---	138014,0	138014,0	138014,0	138014,0	138014,0
$N_{cr,z}$	399578,7	---	399578,7	399578,7	399578,7	399578,7	399578,7
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	4,3%	4,6%	4,3%	0,5%	6,0%	4,3%	6,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M_{cr}	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	7,6%	---	7,6%	1,4%	8,2%	7,6%	8,2%
CE (6.62)	5,4%	---	5,4%	1,3%	5,9%	5,4%	5,9%
k_{yy}	0,398	---	0,398	0,998	0,993	0,398	0,993
k_{zz}	0,884	---	0,884	0,999	0,998	0,884	0,998
k_{yz}	0,530	---	0,530	0,600	0,599	0,530	0,599
k_{zy}	0,239	---	0,239	0,599	0,596	0,239	0,596
cm_y	0,400	---	0,400	1,000	0,999	0,400	0,999
cm_z	0,886	---	0,886	1,000	1,000	0,886	1,000
cm_{LT}	0,886	---	0,886	1,000	1,000	0,886	1,000
N_{Ed}	77,2	---	77,2	23,5	76,9	77,2	76,9
$M_{Ed,y}$	0,0	---	0,0	-0,6	-0,0	0,0	-0,0
$M_{Ed,z}$	-17,2	---	-17,2	-2,0	-24,1	-17,2	-24,1

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,06$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

DIAG. 84 (_HE-280B) I/Ib: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,996)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,33$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-78,8	-0,1	0,1	(0,1)	31,8	(31,8)	30,9	0,1	7,9%
1	Tr	30(2)	100	25,7	0,0	0,0	(0,1)	1,3	(-17,7)	-19,4	0,1	3,1%
2	Mx	24(2)	0	-67,2	-0,1	0,2	(0,2)	24,6	(24,6)	23,5	0,2	6,1%
3	My	55(2)	0	-24,6	-0,0	1,2	(1,2)	5,7	(5,7)	4,9	0,8	2,0%
4	Mz	25(2)	0	-78,8	-0,1	0,1	(0,1)	31,8	(31,8)	30,9	0,1	7,9%
5	V	25(2)	0	-78,8	-0,1	0,1	(0,1)	31,8	(31,8)	30,9	0,1	7,9%
6	Sm	25(2)	0	-78,8	-0,1	0,1	(0,1)	31,8	(31,8)	30,9	0,1	7,9%

APROVECHAMIENTO 0,08 (7,9%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	1	1	1	1	1
Alma clase	1	0	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	2,3%	0,7%	2,0%	0,7%	2,3%	2,3%	2,3%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	5,0%	3,1%	3,8%	0,8%	5,0%	5,0%	5,0%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,1%	0,0%	0,1%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	7,9%	0,3%	6,1%	1,4%	7,9%	7,9%	7,9%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,5%	0,1%	0,6%	0,2%	0,5%	0,5%	0,5%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,7%	0,0%	0,5%	0,6%	0,7%	0,7%	0,7%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	620,0	621,2	619,9	620,9	620,0	620,0	620,0
T + V_y	5,0%	3,1%	3,8%	0,8%	5,0%	5,0%	5,0%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1521,0	1523,8	1520,7	1523,2	1521,0	1521,0	1521,0
T + V_z	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	2,3%	---	2,0%	0,7%	2,3%	2,3%	2,3%
$\lambda_{red,y}$	0,162	---	0,162	0,162	0,162	0,162	0,162
$\lambda_{red,z}$	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	137743,6	---	137743,6	137743,6	137743,6	137743,6	137743,6
$N_{cr,z}$	399578,3	---	399578,3	399578,3	399578,3	399578,3	399578,3
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	7,9%	0,3%	6,1%	1,4%	7,9%	7,9%	7,9%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M_{cr}	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	7,2%	---	5,8%	2,0%	7,2%	7,2%	7,2%
CE (6.62)	5,3%	---	4,3%	1,8%	5,3%	5,3%	5,3%
k_{yy}	0,571	---	0,516	0,728	0,571	0,571	0,571
k_{zz}	0,621	---	0,631	0,690	0,621	0,621	0,621
k_{yz}	0,372	---	0,378	0,414	0,372	0,372	0,372
k_{zy}	0,342	---	0,310	0,437	0,342	0,342	0,342
cm_y	0,574	---	0,519	0,729	0,574	0,574	0,574
cm_z	0,622	---	0,632	0,690	0,622	0,622	0,622
cm_{LT}	0,622	---	0,632	0,690	0,622	0,622	0,622
N_{Ed}	78,8	---	67,2	24,6	78,8	78,8	78,8
$M_{Ed,y}$	0,1	---	0,2	1,2	0,1	0,1	0,1
$M_{Ed,z}$	31,8	---	24,6	5,7	31,8	31,8	31,8

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,08$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 90 (_HE-280B) I/Ib: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,995)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical	Horizontal	f_{Adm}	Cumple

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,29	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,33	Si
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,33	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-76,4	-0,0	-0,0	(-0,2)	-24,1	(-24,1)	-4,1	0,2	7,8%
1	Tr	30(2)	100	26,8	0,0	-0,0	(0,0)	16,8	(18,5)	1,3	0,0	4,2%
2	Mx	25(2)	0	-76,4	-0,0	-0,0	(-0,2)	-24,1	(-24,1)	-4,1	0,2	7,8%
3	My	55(2)	100	-23,0	-0,0	-0,8	(-0,8)	-0,9	(-2,0)	-1,7	0,2	1,2%
4	Mz	25(2)	0	-76,4	-0,0	-0,0	(-0,2)	-24,1	(-24,1)	-4,1	0,2	7,8%
5	V	25(2)	100	-76,0	-0,0	-0,2	(-0,2)	-19,4	(-24,1)	-5,4	0,2	7,3%
6	Sm	25(2)	27	-76,3	-0,0	-0,2	(-0,2)	-23,0	(-24,1)	-4,5	0,2	7,8%

APROVECHAMIENTO 0,08 (7,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{t,Rd}	2,2%	0,8%	2,2%	0,7%	2,2%	2,2%	2,2%
V _{c,Rd,y}	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	0,7%	0,2%	0,7%	0,3%	0,7%	0,9%	0,7%
V _{c,Rd,z}	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,z}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	6,0%	4,2%	6,0%	0,2%	6,0%	4,8%	5,7%
T _{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M _x / T _{Rd}	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,4%	0,2%	0,4%	0,4%	0,4%	0,3%	0,4%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	621,1	621,3	621,1	621,3	621,1	621,1	621,1
T + V _y	0,7%	0,2%	0,7%	0,3%	0,7%	0,9%	0,7%
V _{pl,T,Rd,z}	1523,7	1524,1	1523,7	1524,1	1523,7	1523,7	1523,7
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	2,2%	---	2,2%	0,7%	2,2%	2,2%	2,2%
λ _{red,y}	0,162	---	0,162	0,162	0,162	0,162	0,162
λ _{red,z}	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	138074,5	---	138074,5	138074,5	138074,5	138074,5	138074,5
N _{cr,z}	399765,2	---	399765,2	399765,2	399765,2	399765,2	399765,2

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	6,0%	4,2%	6,0%	0,2%	6,0%	4,8%	5,7%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M_{cr}	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	7,8%	---	7,8%	1,2%	7,8%	7,3%	7,8%
CE (6.62)	5,6%	---	5,6%	1,2%	5,6%	5,3%	5,6%
k_{yy}	0,606	---	0,606	0,998	0,606	0,993	0,984
k_{zz}	0,920	---	0,920	0,541	0,920	0,840	0,920
k_{yz}	0,552	---	0,552	0,325	0,552	0,504	0,552
k_{zy}	0,364	---	0,364	0,599	0,364	0,596	0,591
cm_y	0,610	---	0,610	1,000	0,610	1,000	0,990
cm_z	0,922	---	0,922	0,542	0,922	0,842	0,922
cm_{LT}	0,922	---	0,922	0,542	0,922	0,842	0,922
N_{Ed}	76,4	---	76,4	23,0	76,4	76,0	76,3
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	-0,0	-0,8	-0,0	-0,2	-0,2
$M_{Ed,z}$	-24,1	---	-24,1	-0,9	-24,1	-19,4	-23,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,06$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 103 (_HE-280B) I/Ib: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,995)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,33$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-70,9	0,0	-0,0	(0,1)	-15,0	(-21,1)	6,7	-0,1	6,7%
1	Tr	30(2)	100	20,2	-0,0	0,0	(-0,0)	15,5	(15,5)	-4,7	-0,0	3,9%
2	Mx	25(2)	0	-70,9	0,0	-0,0	(0,1)	-15,0	(-21,1)	6,7	-0,1	6,7%
3	My	52(2)	100	-24,7	0,0	0,6	(0,6)	-2,0	(-2,0)	0,2	-0,4	1,4%
4	Mz	25(2)	100	-70,6	0,0	0,1	(0,1)	-21,1	(-21,1)	5,4	-0,1	7,3%
5	V	25(2)	0	-70,9	0,0	-0,0	(0,1)	-15,0	(-21,1)	6,7	-0,1	6,7%
6	Sm	25(2)	100	-70,6	0,0	0,1	(0,1)	-21,1	(-21,1)	5,4	-0,1	7,3%

APROVECHAMIENTO 0,07 (7,3%)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{Rd}	2,1%	0,6%	2,1%	0,7%	2,1%	2,1%	2,1%
V _{c,Rd,y}	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	1,1%	0,8%	1,1%	0,0%	0,9%	1,1%	0,9%
V _{c,Rd,z}	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,z}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	3,7%	3,9%	3,7%	0,5%	5,2%	3,7%	5,2%
T _{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M _x / T _{Rd}	0,3%	0,1%	0,3%	0,0%	0,3%	0,3%	0,3%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,2%	0,3%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	620,7	621,0	620,7	621,2	620,7	620,7	620,7
T + V _y	1,1%	0,8%	1,1%	0,0%	0,9%	1,1%	0,9%
V _{pl,T,Rd,z}	1522,6	1523,5	1522,6	1523,9	1522,6	1522,6	1522,6
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	2,1%	---	2,1%	0,7%	2,1%	2,1%	2,1%
λ _{red,y}	0,162	---	0,162	0,162	0,162	0,162	0,162
λ _{red,z}	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	138014,0	---	138014,0	138014,0	138014,0	138014,0	138014,0
N _{cr,z}	399578,7	---	399578,7	399578,7	399578,7	399578,7	399578,7
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{b,Rd}	3,7%	3,9%	3,7%	0,5%	5,2%	3,7%	5,2%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M _{cr}	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	6,7%	---	6,7%	1,4%	7,3%	6,7%	7,3%
CE (6.62)	4,9%	---	4,9%	1,3%	5,2%	4,9%	5,2%
k _{yy}	0,398	---	0,398	0,998	0,993	0,398	0,993
k _{zz}	0,884	---	0,884	0,999	0,998	0,884	0,998
k _{yz}	0,530	---	0,530	0,600	0,599	0,530	0,599
k _{zy}	0,239	---	0,239	0,599	0,596	0,239	0,596
cm _y	0,400	---	0,400	1,000	0,999	0,400	0,999
cm _z	0,886	---	0,886	1,000	1,000	0,886	1,000
cm _{LT}	0,886	---	0,886	1,000	1,000	0,886	1,000
N _{Ed}	70,9	---	70,9	24,7	70,6	70,9	70,6
M _{Ed,y}	-0,0	---	-0,0	0,6	0,1	-0,0	0,1

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
M _{Ed,z}	-15,0	---	-15,0	-2,0	-21,1	-15,0	-21,1

Cumple Pandeo Lateral-Torsional Mzd/Mb,Rd= 0,05

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 101 (_HE-280B) I/Ib: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,996)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 100 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 100 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,29	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,33	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,33	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-72,5	0,1	-0,1	(-0,1)	28,4	(28,4)	27,5	-0,1	7,1%
1	Tr	30(2)	100	19,5	-0,0	-0,0	(-0,1)	1,2	(-14,4)	-16,0	-0,1	2,6%
2	Mx	24(2)	0	-63,4	0,1	-0,1	(-0,1)	22,6	(22,6)	21,5	-0,2	5,6%
3	My	52(2)	0	-25,9	0,0	-1,2	(-1,2)	5,9	(5,9)	5,0	-0,8	2,0%
4	Mz	25(2)	0	-72,5	0,1	-0,1	(-0,1)	28,4	(28,4)	27,5	-0,1	7,1%
5	V	25(2)	0	-72,5	0,1	-0,1	(-0,1)	28,4	(28,4)	27,5	-0,1	7,1%
6	Sm	25(2)	0	-72,5	0,1	-0,1	(-0,1)	28,4	(28,4)	27,5	-0,1	7,1%

APROVECHAMIENTO 0,07 (7,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	1	1	1	1	1
Alma clase	1	0	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{t,Rd}	2,1%	0,6%	1,8%	0,8%	2,1%	2,1%	2,1%
V _{c,Rd,y}	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	4,4%	2,6%	3,5%	0,8%	4,4%	4,4%	4,4%
V _{c,Rd,z}	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,1%	0,0%	0,1%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,z}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	7,1%	0,3%	5,6%	1,5%	7,1%	7,1%	7,1%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,6%	0,1%	0,6%	0,2%	0,6%	0,6%	0,6%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,6%	0,0%	0,4%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	619,9	621,1	619,8	620,9	619,9	619,9	619,9
T + V_y	4,4%	2,6%	3,5%	0,8%	4,4%	4,4%	4,4%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1520,8	1523,6	1520,6	1523,2	1520,8	1520,8	1520,8
T + V_z	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	2,1%	---	1,8%	0,8%	2,1%	2,1%	2,1%
$\lambda_{red,y}$	0,162	---	0,162	0,162	0,162	0,162	0,162
$\lambda_{red,z}$	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	137743,6	---	137743,6	137743,6	137743,6	137743,6	137743,6
$N_{cr,z}$	399578,3	---	399578,3	399578,3	399578,3	399578,3	399578,3
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	7,1%	0,3%	5,6%	1,5%	7,1%	7,1%	7,1%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M_{cr}	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9	17642,9
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	6,5%	---	5,4%	2,0%	6,5%	6,5%	6,5%
CE (6.62)	4,8%	---	4,0%	1,8%	4,8%	4,8%	4,8%
k_{yy}	0,554	---	0,506	0,728	0,554	0,554	0,554
k_{zz}	0,624	---	0,634	0,694	0,624	0,624	0,624
k_{yz}	0,374	---	0,380	0,416	0,374	0,374	0,374
k_{zy}	0,332	---	0,304	0,437	0,332	0,332	0,332
cm_y	0,557	---	0,509	0,730	0,557	0,557	0,557
cm_z	0,625	---	0,635	0,695	0,625	0,625	0,625
cm_{LT}	0,625	---	0,635	0,695	0,625	0,625	0,625
N_{Ed}	72,5	---	63,4	25,9	72,5	72,5	72,5
$M_{Ed,y}$	-0,1	---	-0,1	-1,2	-0,1	-0,1	-0,1
$M_{Ed,z}$	28,4	---	22,6	5,9	28,4	28,4	28,4

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,07$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 104 (_HE-280B) I/Ib: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,995)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	+0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,33$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-70,1	0,0	0,0	(0,2)	-21,1	(-21,1)	-3,7	-0,2	6,9%
1	Tr	30(2)	100	20,6	-0,0	-0,0	(-0,0)	14,1	(15,5)	1,0	-0,0	3,5%
2	Mx	25(2)	0	-70,1	0,0	0,0	(0,2)	-21,1	(-21,1)	-3,7	-0,2	6,9%
3	My	52(2)	100	-24,2	0,0	0,8	(0,8)	-0,7	(-2,0)	-1,7	-0,2	1,3%
4	Mz	25(2)	0	-70,1	0,0	0,0	(0,2)	-21,1	(-21,1)	-3,7	-0,2	6,9%
5	V	25(2)	100	-69,8	0,0	0,2	(0,2)	-16,7	(-21,1)	-5,0	-0,2	6,4%
6	Sm	25(2)	27	-70,0	0,0	0,2	(0,2)	-20,0	(-21,1)	-4,1	-0,2	6,9%

APROVECHAMIENTO 0,07 (6,9%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	2,0%	0,6%	2,0%	0,7%	2,0%	2,0%	2,0%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,6%	0,2%	0,6%	0,3%	0,6%	0,8%	0,7%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	5,2%	3,5%	5,2%	0,2%	5,2%	4,2%	5,0%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,3%	0,1%	0,3%	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	621,1	621,2	621,1	621,3	621,1	621,1	621,1
$T + V_y$	0,6%	0,2%	0,6%	0,3%	0,6%	0,8%	0,7%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1523,7	1524,0	1523,7	1524,1	1523,7	1523,7	1523,7
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	2,0%	---	2,0%	0,7%	2,0%	2,0%	2,0%
$\lambda_{red,y}$	0,162	---	0,162	0,162	0,162	0,162	0,162
$\lambda_{red,z}$	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	138074,5	---	138074,5	138074,5	138074,5	138074,5	138074,5
$N_{cr,z}$	399765,2	---	399765,2	399765,2	399765,2	399765,2	399765,2
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	5,2%	3,5%	5,2%	0,2%	5,2%	4,2%	5,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M_{cr}	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9	17650,9
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	6,9%	---	6,9%	1,2%	6,9%	6,4%	6,9%
CE (6.62)	5,0%	---	5,0%	1,3%	5,0%	4,7%	5,0%
k_{yy}	0,613	---	0,613	0,998	0,613	0,994	0,988
k_{zz}	0,916	---	0,916	0,493	0,916	0,832	0,916
k_{yz}	0,550	---	0,550	0,296	0,550	0,499	0,550
k_{zy}	0,368	---	0,368	0,599	0,368	0,596	0,593
cm_y	0,616	---	0,616	1,000	0,616	1,000	0,994
cm_z	0,918	---	0,918	0,494	0,918	0,834	0,918
cm_{LT}	0,918	---	0,918	0,494	0,918	0,834	0,918
N_{Ed}	70,1	---	70,1	24,2	70,1	69,8	70,0
$M_{Ed,y}$	0,0	---	0,0	0,8	0,0	0,2	0,2
$M_{Ed,z}$	-21,1	---	-21,1	-0,7	-21,1	-16,7	-20,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,05$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 92 (_HE-280B) I/Ib: 100,1 cm / 100,1 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,996)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-75,6	0,0	-0,1	(-0,3)	-19,4	(-19,4)	-15,8	0,2	5,5%
1	Tr	30(2)	100	27,2	-0,0	-0,0	(-0,0)	8,1	(16,8)	8,3	0,0	2,0%
2	Mx	17(2)	0	11,1	-0,0	-0,0	(-0,2)	15,6	(15,6)	6,6	0,1	3,9%
3	My	55(2)	50	-22,6	-0,0	-0,8	(-0,7)	0,5	(2,1)	-3,0	-0,0	1,2%
4	Mz	25(2)	0	-75,6	0,0	-0,1	(-0,3)	-19,4	(-19,4)	-15,8	0,2	5,5%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
5	V	25(2)	100	-75,3	0,0	-0,3	(-0,3)	-2,9	(-19,4)	-17,1	0,2	5,4%
6	Sm	25(2)	30	-75,5	0,0	-0,3	(-0,3)	-14,6	(-19,4)	-16,2	0,2	5,5%

APROVECHAMIENTO 0,05 (5,5%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{Rd}	2,2%	0,8%	0,3%	0,7%	2,2%	2,2%	2,2%
V _{c,Rd,y}	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	2,5%	1,3%	1,1%	0,5%	2,5%	2,8%	2,6%
V _{c,Rd,z}	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,1%	0,0%	0,0%	0,4%	0,1%	0,2%	0,2%
M _{c,Rd,z}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	4,8%	2,0%	3,9%	0,1%	4,8%	0,7%	3,6%
T _{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M _x / T _{Rd}	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,3%	0,1%	0,2%	0,4%	0,3%	0,2%	0,3%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	621,3	621,1	621,1	621,2	621,3	621,3	621,3
T + V _y	2,5%	1,3%	1,1%	0,5%	2,5%	2,8%	2,6%
V _{pl,T,Rd,z}	1524,1	1523,7	1523,5	1523,9	1524,1	1524,1	1524,1
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	2,2%	---	---	0,7%	2,2%	2,2%	2,2%
λ _{red,y}	0,162	---	---	0,162	0,162	0,162	0,162
λ _{red,z}	0,095	---	---	0,095	0,095	0,095	0,095
χ _y	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	137567,2	---	---	137567,2	137567,2	137567,2	137567,2
N _{cr,z}	398988,5	---	---	398988,5	398988,5	398988,5	398988,5
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{b,Rd}	4,8%	2,0%	3,9%	0,1%	4,8%	0,7%	3,6%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M _{cr}	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	5,5%	---	---	1,1%	5,5%	5,4%	5,5%
CE (6.62)	4,2%	---	---	1,2%	4,2%	4,2%	4,3%
k _{yy}	0,735	---	---	0,995	0,735	0,735	0,994
k _{zz}	0,659	---	---	0,437	0,659	0,659	0,659
k _{yz}	0,396	---	---	0,262	0,396	0,396	0,396

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
k_{zy}	0,441	---	---	0,597	0,441	0,441	0,596
cm_y	0,739	---	---	0,997	0,739	0,739	1,000
cm_z	0,661	---	---	0,438	0,661	0,661	0,661
cm_{LT}	0,661	---	---	0,438	0,661	0,661	0,661
N_{Ed}	75,6	---	---	22,6	75,6	75,3	75,5
$M_{Ed,y}$	-0,1	---	---	-0,8	-0,1	-0,3	-0,3
$M_{Ed,z}$	-19,4	---	---	0,5	-19,4	-2,9	-14,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b R_d = 0,05$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 105 (_HE-280B) I/Ib: 100,1 cm / 100,1 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,996)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,33$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB.	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-69,3	-0,0	0,1	(0,3)	-16,7	(-16,7)	-14,1	-0,2	4,8%
1	Tr	30(2)	100	20,9	0,0	0,0	(0,0)	7,1	(14,1)	6,6	-0,0	1,8%
2	Mx	17(2)	0	4,8	0,0	0,0	(0,2)	13,0	(13,0)	5,0	-0,1	3,2%
3	My	52(2)	50	-23,8	0,0	0,8	(0,7)	0,7	(2,4)	-3,2	0,0	1,3%
4	Mz	25(2)	0	-69,3	-0,0	0,1	(0,3)	-16,7	(-16,7)	-14,1	-0,2	4,8%
5	V	25(2)	100	-69,0	-0,0	0,3	(0,3)	-1,9	(-16,7)	-15,4	-0,2	4,8%
6	Sm	25(2)	40	-69,2	-0,0	0,4	(0,3)	-11,0	(-16,7)	-14,6	-0,2	4,8%

APROVECHAMIENTO 0,05 (4,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	2,0%	0,6%	0,1%	0,7%	2,0%	2,0%	2,0%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	2,3%	1,1%	0,8%	0,5%	2,3%	2,5%	2,4%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,1%	0,0%	0,0%	0,4%	0,1%	0,2%	0,2%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	4,2%	1,8%	3,2%	0,2%	4,2%	0,5%	2,7%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,2%	0,0%	0,1%	0,4%	0,2%	0,2%	0,3%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	621,2	621,1	621,0	621,2	621,2	621,2	621,2
$T + V_y$	2,3%	1,1%	0,8%	0,5%	2,3%	2,5%	2,4%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1524,0	1523,6	1523,5	1523,9	1524,0	1524,0	1524,0
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	2,0%	---	---	0,7%	2,0%	2,0%	2,0%
$\lambda_{red,y}$	0,162	---	---	0,162	0,162	0,162	0,162
$\lambda_{red,z}$	0,095	---	---	0,095	0,095	0,095	0,095
χ_y	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	---	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	137567,2	---	---	137567,2	137567,2	137567,2	137567,2
$N_{cr,z}$	398988,5	---	---	398988,5	398988,5	398988,5	398988,5
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	4,2%	1,8%	3,2%	0,2%	4,2%	0,5%	2,7%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M_{cr}	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	4,8%	---	---	1,2%	4,8%	4,8%	4,8%
CE (6.62)	3,8%	---	---	1,3%	3,8%	3,8%	3,8%
k_{yy}	0,736	---	---	0,995	0,736	0,736	0,991
k_{zz}	0,645	---	---	0,481	0,645	0,645	0,645
k_{yz}	0,387	---	---	0,289	0,387	0,387	0,387
k_{zy}	0,442	---	---	0,597	0,442	0,442	0,594
cm_y	0,740	---	---	0,997	0,740	0,740	0,996
cm_z	0,646	---	---	0,482	0,646	0,646	0,646
cm_{LT}	0,646	---	---	0,482	0,646	0,646	0,646
N_{Ed}	69,3	---	---	23,8	69,3	69,0	69,2
$M_{Ed,y}$	0,1	---	---	0,8	0,1	0,3	0,4
$M_{Ed,z}$	-16,7	---	---	0,7	-16,7	-1,9	-11,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,04$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 86 (_HE-280B) I/Ib: 100,1 cm / 100,1 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,995)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-78,0	-0,0	0,0	(0,0)	1,5	(-17,2)	19,4	0,0	4,7%
1	Tr	30(2)	100	26,1	0,0	-0,0	(0,0)	13,4	(13,4)	-12,5	0,0	3,3%
2	Mx	25(2)	0	-78,0	-0,0	0,0	(0,0)	1,5	(-17,2)	19,4	0,0	4,7%
3	My	52(2)	0	-22,0	-0,0	-0,5	(-0,5)	1,2	(-1,4)	3,1	-0,6	0,8%
4	Mz	25(2)	100	-77,6	-0,0	-0,0	(0,0)	-17,2	(-17,2)	18,0	0,0	4,7%
5	V	25(2)	0	-78,0	-0,0	0,0	(0,0)	1,5	(-17,2)	19,4	0,0	4,7%
6	Sm	25(2)	10	-77,9	-0,0	0,1	(0,0)	-0,4	(-17,2)	19,2	0,0	4,7%

APROVECHAMIENTO 0,05 (4,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	2,3%	0,8%	2,3%	0,6%	2,3%	2,3%	2,3%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	3,1%	2,0%	3,1%	0,5%	2,9%	3,1%	3,1%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,4%	3,3%	0,4%	0,3%	4,3%	0,4%	0,1%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,3%	0,2%	0,3%	0,0%	0,3%	0,3%	0,3%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,1%	0,0%	0,2%	0,2%	0,0%	0,1%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	620,6	620,9	620,6	621,2	620,6	620,6	620,6
T + V_y	3,1%	2,0%	3,1%	0,5%	2,9%	3,1%	3,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1522,5	1523,3	1522,5	1523,9	1522,5	1522,5	1522,5

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	2,3%	---	2,3%	0,6%	2,3%	2,3%	2,3%
λ _{red,y}	0,162	---	0,162	0,162	0,162	0,162	0,162
λ _{red,z}	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	137805,7	---	137805,7	137805,7	137805,7	137805,7	137805,7
N _{cr,z}	398988,5	---	398988,5	398988,5	398988,5	398988,5	398988,5
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{b,Rd}	0,4%	3,3%	0,4%	0,3%	4,3%	0,4%	0,1%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M _{cr}	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	4,7%	---	4,7%	0,8%	4,7%	4,7%	4,7%
CE (6.62)	3,7%	---	3,7%	0,8%	3,7%	3,7%	3,7%
k _{yy}	0,596	---	0,596	0,442	0,596	0,596	0,961
k _{zz}	0,564	---	0,564	0,400	0,564	0,564	0,564
k _{yz}	0,339	---	0,339	0,240	0,339	0,339	0,339
k _{zy}	0,358	---	0,358	0,265	0,358	0,358	0,577
cm _y	0,600	---	0,600	0,443	0,600	0,600	0,967
cm _z	0,566	---	0,566	0,400	0,566	0,566	0,566
cm _{LT}	0,566	---	0,566	0,400	0,566	0,566	0,566
N _{Ed}	78,0	---	78,0	22,0	77,6	78,0	77,9
M _{Ed,y}	0,0	---	0,0	-0,5	-0,0	0,0	0,1
M _{Ed,z}	1,5	---	1,5	1,2	-17,2	1,5	-0,4

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,04

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 106 (_HE-280B) I/Ib: 44,9 cm / 44,9 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: χ = 1,00

Esbeltez: λ = (0,04;0,07)

Factor de longitud de pandeo: β = (1,000;0,999)

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 45 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 45 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,13	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,15	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,15	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-74,7	0,3	-0,2	(-0,2)	-2,9	(9,7)	-27,8	-0,4	4,5%
1	Tr	30(2)	45	27,4	-0,0	-0,0	(-0,0)	1,0	(8,1)	15,6	0,0	2,5%
2	Mx	24(2)	0	-62,3	0,4	-0,2	(-0,2)	-0,1	(9,7)	-21,7	-0,5	3,5%
3	My	55(2)	0	-22,3	0,0	-0,7	(-0,7)	2,1	(4,2)	-4,5	-0,7	1,7%
4	Mz	24(2)	45	-62,2	0,4	-0,0	(-0,2)	9,7	(9,7)	-22,3	-0,5	4,3%
5	V	25(2)	45	-74,6	0,3	-0,0	(-0,2)	9,7	(9,7)	-28,4	-0,4	4,6%
6	Sm	25(2)	45	-74,6	0,3	-0,0	(-0,2)	9,7	(9,7)	-28,4	-0,4	4,6%

APROVECHAMIENTO 0,05 (4,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	1	1	1	1	1
Alma clase	1	0	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{t,Rd}	2,2%	0,8%	1,8%	0,6%	1,8%	2,2%	2,2%
V _{c,Rd,y}	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	4,5%	2,5%	3,5%	0,7%	3,6%	4,6%	4,6%
V _{c,Rd,z}	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,1%	0,0%	0,1%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,z}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	0,7%	0,2%	0,0%	0,5%	2,4%	2,4%	2,4%
T _{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M _x / T _{Rd}	2,9%	0,1%	3,3%	0,1%	3,3%	2,9%	2,9%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,1%	0,0%	0,1%	0,4%	0,1%	0,1%	0,1%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	614,1	621,2	613,1	621,0	613,1	614,1	614,1
T + V _y	4,5%	2,5%	3,5%	0,7%	3,6%	4,6%	4,6%
V _{pl,T,Rd,z}	1506,5	1523,9	1504,1	1523,4	1504,1	1506,5	1506,5
T + V _z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	2,2%	---	1,8%	0,6%	1,8%	2,2%	2,2%
λ _{red,y}	0,073	---	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
λ _{red,z}	0,043	---	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	678630,6	---	678630,6	678630,6	678630,6	678630,6	678630,6
N _{cr,z}	1977254,6	---	1977254,6	1977254,6	1977254,6	1977254,6	1977254,6
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{b,Rd}	0,7%	0,2%	0,0%	0,5%	2,4%	2,4%	2,4%
χ _{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
M _{cr}	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	3,4%	---	3,3%	1,7%	4,3%	4,6%	4,6%
CE (6.62)	2,9%	---	2,8%	1,4%	3,3%	3,7%	3,7%
k_{yy}	0,646	---	0,640	0,805	0,397	0,396	0,396
k_{zz}	0,474	---	0,592	0,803	0,996	0,995	0,995
k_{yz}	0,284	---	0,355	0,482	0,598	0,597	0,597
k_{zy}	0,388	---	0,384	0,483	0,238	0,238	0,238
cm_y	0,653	---	0,645	0,807	0,400	0,400	0,400
cm_z	0,475	---	0,594	0,804	0,999	0,999	0,999
cm_{LT}	0,475	---	0,594	0,804	0,999	0,999	0,999
N_{Ed}	74,7	---	62,3	22,3	62,2	74,6	74,6
$M_{Ed,y}$	-0,2	---	-0,2	-0,7	-0,0	-0,0	-0,0
$M_{Ed,z}$	-2,9	---	-0,1	2,1	9,7	9,7	9,7

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_b, R_d = 0,02$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 115 (_HE-280B) I/lb: 44,9 cm / 44,9 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,04; 0,07)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 0,999)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 45$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 45$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,13$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,15$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,15$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB.	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-68,4	-0,4	0,2	(0,2)	-1,9	(9,4)	-24,9	0,5	4,1%
1	Tr	30(2)	45	21,2	0,0	0,0	(0,0)	1,3	(7,1)	12,7	-0,0	2,0%
2	Mx	24(2)	0	-58,5	-0,4	0,2	(0,2)	0,5	(9,6)	-19,9	0,5	3,3%
3	My	52(2)	0	-23,4	-0,0	0,7	(0,7)	2,4	(4,7)	-4,7	0,7	1,8%
4	Mz	24(2)	45	-58,4	-0,4	0,0	(0,2)	9,6	(9,6)	-20,5	0,5	4,1%
5	V	25(2)	45	-68,3	-0,4	0,0	(0,2)	9,4	(9,4)	-25,5	0,5	4,3%
6	Sm	25(2)	45	-68,3	-0,4	0,0	(0,2)	9,4	(9,4)	-25,5	0,5	4,3%

APROVECHAMIENTO 0,04 (4,3%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	0	1	1	1	1	1
Alma clase	1	0	1	1	1	1	1

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	2,0%	0,6%	1,7%	0,7%	1,7%	2,0%	2,0%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	4,0%	2,0%	3,2%	0,8%	3,3%	4,1%	4,1%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,1%	0,0%	0,1%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,5%	0,3%	0,1%	0,6%	2,4%	2,3%	2,3%
T_{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	3,0%	0,1%	3,3%	0,2%	3,3%	3,0%	3,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,1%	0,0%	0,1%	0,4%	0,1%	0,1%	0,1%
$N + M + V$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	613,9	621,0	613,0	620,9	613,0	613,9	613,9
$T + V_y$	4,1%	2,0%	3,3%	0,8%	3,3%	4,2%	4,2%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1506,1	1523,5	1503,8	1523,3	1503,8	1506,1	1506,1
$T + V_z$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	2,0%	---	1,7%	0,7%	1,7%	2,0%	2,0%
$\lambda_{red,y}$	0,073	---	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
$\lambda_{red,z}$	0,043	---	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	678630,6	---	678630,6	678630,6	678630,6	678630,6	678630,6
$N_{cr,z}$	1977254,6	---	1977254,6	1977254,6	1977254,6	1977254,6	1977254,6
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	0,5%	0,3%	0,1%	0,6%	2,4%	2,3%	2,3%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
M_{cr}	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0	85509,0
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	3,2%	---	3,2%	1,8%	4,1%	4,3%	4,3%
CE (6.62)	2,8%	---	2,7%	1,5%	3,2%	3,4%	3,4%
k_{yy}	0,646	---	0,640	0,805	0,397	0,396	0,396
k_{zz}	0,514	---	0,618	0,811	0,996	0,996	0,996
k_{yz}	0,309	---	0,371	0,487	0,598	0,597	0,597
k_{zy}	0,387	---	0,384	0,483	0,238	0,238	0,238
cm_y	0,652	---	0,645	0,807	0,400	0,400	0,400
cm_z	0,516	---	0,620	0,812	0,999	0,999	0,999
cm_{LT}	0,516	---	0,620	0,812	0,999	0,999	0,999
N_{Ed}	68,4	---	58,5	23,4	58,4	68,3	68,3
$M_{Ed,y}$	0,2	---	0,2	0,7	0,0	0,0	0,0
$M_{Ed,z}$	-1,9	---	0,5	2,4	9,6	9,4	9,4

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,02$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

DIAG. 102 (_HE-280B) I/Ib: 100,1 cm / 100,1 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,16)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,995)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,29	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,33	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	≤ +0,33	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	25(2)	0	-71,7	0,0	-0,0	(-0,0)	1,5	(-15,0)	17,2	-0,0	4,2%
1	Tr	30(2)	100	19,9	-0,0	0,0	(-0,0)	11,2	(11,2)	-10,4	-0,0	2,8%
2	Mx	25(2)	0	-71,7	0,0	-0,0	(-0,0)	1,5	(-15,0)	17,2	-0,0	4,2%
3	My	55(2)	0	-20,8	0,0	0,5	(0,5)	1,1	(-1,5)	3,0	0,6	0,8%
4	Mz	25(2)	100	-71,3	0,0	0,0	(-0,0)	-15,0	(-15,0)	15,9	-0,0	4,2%
5	V	25(2)	0	-71,7	0,0	-0,0	(-0,0)	1,5	(-15,0)	17,2	-0,0	4,2%
6	Sm	25(2)	10	-71,6	0,0	-0,1	(-0,0)	-0,2	(-15,0)	17,1	-0,0	4,2%

APROVECHAMIENTO 0,04 (4,2%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	1	1	1	1	1	1
Alma clase	1	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{t,Rd}	2,1%	0,6%	2,1%	0,6%	2,1%	2,1%	2,1%
V _{c,Rd,y}	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	2,8%	1,7%	2,8%	0,5%	2,6%	2,8%	2,7%
V _{c,Rd,z}	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,z}	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	0,4%	2,8%	0,4%	0,3%	3,7%	0,4%	0,0%
T _{Rd}	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M _x / T _{Rd}	0,3%	0,2%	0,3%	0,0%	0,3%	0,3%	0,3%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_{v,Rd,z}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,0%	0,1%	0,0%	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%
N + M + V	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	620,5	620,8	620,5	621,2	620,5	620,5	620,5
T + V_y	2,8%	1,7%	2,8%	0,5%	2,6%	2,8%	2,8%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1522,3	1523,0	1522,3	1524,0	1522,3	1522,3	1522,3
T + V_z	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	2,1%	---	2,1%	0,6%	2,1%	2,1%	2,1%
$\lambda_{red,y}$	0,162	---	0,162	0,162	0,162	0,162	0,162
$\lambda_{red,z}$	0,095	---	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	137805,7	---	137805,7	137805,7	137805,7	137805,7	137805,7
$N_{cr,z}$	398988,5	---	398988,5	398988,5	398988,5	398988,5	398988,5
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	0,4%	2,8%	0,4%	0,3%	3,7%	0,4%	0,0%
χ_{LT}	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155
M_{cr}	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5	17617,5
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	4,2%	---	4,2%	0,8%	4,2%	4,2%	4,2%
CE (6.62)	3,3%	---	3,3%	0,8%	3,3%	3,3%	3,3%
k_{yy}	0,560	---	0,560	0,439	0,560	0,560	0,961
k_{zz}	0,558	---	0,558	0,400	0,558	0,558	0,558
k_{yz}	0,335	---	0,335	0,240	0,335	0,335	0,335
k_{zy}	0,336	---	0,336	0,263	0,336	0,336	0,576
cm_y	0,563	---	0,563	0,440	0,563	0,563	0,966
cm_z	0,560	---	0,560	0,400	0,560	0,560	0,560
cm_{LT}	0,560	---	0,560	0,400	0,560	0,560	0,560
N_{Ed}	71,7	---	71,7	20,8	71,3	71,7	71,6
$M_{Ed,y}$	-0,0	---	-0,0	0,5	0,0	-0,0	-0,1
$M_{Ed,z}$	1,5	---	1,5	1,1	-15,0	1,5	-0,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,04$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 83 (_HE-280B) I/Ib: 55,0 cm / 55,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,05; 0,09)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 0,995)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 55$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 55$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,16	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,18	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	≤ +0,18	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	52(2)	55	-3,8	-0,1	-0,6	(-0,6)	1,1	(1,1)	-2,3	1,2	0,8%
2	Mx	52(2)	0	-3,7	-0,1	0,0	(-0,6)	-0,0	(1,1)	-1,7	1,2	0,8%
3	My	55(2)	55	-0,5	0,1	0,7	(0,7)	1,1	(1,1)	-2,2	-1,2	0,6%
4	Mz	25(2)	55	-0,9	-0,1	-0,1	(-0,1)	6,0	(6,0)	-11,2	0,3	1,8%
5	V	25(2)	55	-0,9	-0,1	-0,1	(-0,1)	6,0	(6,0)	-11,2	0,3	1,8%
6	Sm	25(2)	55	-0,9	-0,1	-0,1	(-0,1)	6,0	(6,0)	-11,2	0,3	1,8%

APROVECHAMIENTO 0,02 (1,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{Rd}	0,1%	---	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{c,Rd,y}	621,3	---	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	0,4%	---	0,3%	0,4%	1,8%	1,8%	1,8%
V _{c,Rd,z}	1524,2	---	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,1%	---	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	187,9	---	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,3%	---	0,0%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,z}	401,8	---	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	0,3%	---	0,0%	0,3%	1,5%	1,5%	1,5%
T _{Rd}	12,1	---	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M _x / T _{Rd}	0,8%	---	0,8%	0,6%	0,4%	0,4%	0,4%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,3%	---	0,0%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%
N + M + V	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	619,4	---	619,4	619,7	620,2	620,2	620,2
T + V _y	0,4%	---	0,3%	0,4%	1,8%	1,8%	1,8%
V _{pl,T,Rd,z}	1519,6	---	1519,6	1520,3	1521,5	1521,5	1521,5
T + V _z	0,1%	---	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
N _{b,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{b,Rd}	0,1%	---	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
λ _{red,y}	0,089	---	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089
λ _{red,z}	0,052	---	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
χ _y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ _z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
N _{cr,y}	455875,3	---	455875,3	455875,3	455875,3	455875,3	455875,3
N _{cr,z}	1318718,2	---	1318718,2	1318718,2	1318718,2	1318718,2	1318718,2

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	---	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	0,3%	---	0,0%	0,3%	1,5%	1,5%	1,5%
χ_{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,086	---	0,086	0,086	0,086	0,086	0,086
M_{cr}	57182,3	---	57182,3	57182,3	57182,3	57182,3	57182,3
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	0,4%	---	0,4%	0,3%	0,9%	0,9%	0,9%
CE (6.62)	0,4%	---	0,4%	0,3%	0,6%	0,6%	0,6%
k_{yy}	0,589	---	0,589	0,592	0,550	0,550	0,550
k_{zz}	0,600	---	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
k_{yz}	0,360	---	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
k_{zy}	0,353	---	0,353	0,355	0,330	0,330	0,330
cm_y	0,589	---	0,589	0,592	0,550	0,550	0,550
cm_z	0,600	---	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
cm_{LT}	0,600	---	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
N_{Ed}	3,8	---	3,7	0,5	0,9	0,9	0,9
$M_{Ed,y}$	-0,6	---	0,0	0,7	-0,1	-0,1	-0,1
$M_{Ed,z}$	1,1	---	-0,0	1,1	6,0	6,0	6,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,01$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 94 (_HE-280B) I/lb: 55,0 cm / 55,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,05;0,09)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,995)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 55$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 55$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,16$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,18$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,18$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	55(2)	55	-3,8	0,1	0,6	(0,6)	1,0	(1,0)	-2,2	-1,2	0,7%
2	Mx	55(2)	0	-3,7	0,1	-0,0	(0,6)	-0,0	(1,0)	-1,6	-1,2	0,7%
3	My	52(2)	55	-0,6	-0,1	-0,6	(-0,6)	1,1	(1,1)	-2,3	1,2	0,6%
4	Mz	25(2)	55	-0,9	0,0	0,1	(0,1)	5,9	(5,9)	-11,2	-0,2	1,8%
5	V	25(2)	55	-0,9	0,0	0,1	(0,1)	5,9	(5,9)	-11,2	-0,2	1,8%
6	Sm	25(2)	55	-0,9	0,0	0,1	(0,1)	5,9	(5,9)	-11,2	-0,2	1,8%

APROVECHAMIENTO 0,02 (1,8%)

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	0,1%	---	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	---	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,3%	---	0,3%	0,4%	1,8%	1,8%	1,8%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	---	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,1%	---	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	---	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,3%	---	0,0%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	---	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,3%	---	0,0%	0,3%	1,5%	1,5%	1,5%
T_{Rd}	12,1	---	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,7%	---	0,7%	0,6%	0,4%	0,4%	0,4%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,3%	---	0,0%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%
$N + M + V$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	619,5	---	619,5	619,8	620,3	620,3	620,3
$T + V_y$	0,3%	---	0,3%	0,4%	1,8%	1,8%	1,8%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1519,6	---	1519,6	1520,3	1521,7	1521,7	1521,7
$T + V_z$	0,1%	---	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	0,1%	---	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$\lambda_{red,y}$	0,089	---	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089
$\lambda_{red,z}$	0,052	---	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	455875,3	---	455875,3	455875,3	455875,3	455875,3	455875,3
$N_{cr,z}$	1318718,2	---	1318718,2	1318718,2	1318718,2	1318718,2	1318718,2
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	---	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	0,3%	---	0,0%	0,3%	1,5%	1,5%	1,5%
χ_{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,086	---	0,086	0,086	0,086	0,086	0,086
M_{cr}	57182,3	---	57182,3	57182,3	57182,3	57182,3	57182,3
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	0,4%	---	0,4%	0,3%	0,9%	0,9%	0,9%
CE (6.62)	0,4%	---	0,4%	0,3%	0,6%	0,6%	0,6%
k_{yy}	0,589	---	0,589	0,593	0,544	0,544	0,544
k_{zz}	0,600	---	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
k_{yz}	0,360	---	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
k_{zy}	0,353	---	0,353	0,356	0,326	0,326	0,326
cm_y	0,589	---	0,589	0,593	0,544	0,544	0,544
cm_z	0,600	---	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
cm_{LT}	0,600	---	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
N_{Ed}	3,8	---	3,7	0,6	0,9	0,9	0,9
$M_{Ed,y}$	0,6	---	-0,0	-0,6	0,1	0,1	0,1

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
M _{Ed,z}	1,0	---	-0,0	1,1	5,9	5,9	5,9

Cumple Pandeo Lateral-Torsional Mzd/Mb,Rd= 0,01

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 82 (_HE-280B) I/lb: 55,0 cm / 55,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,05;0,09)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,997)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 55 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 55 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,16	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,18	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,18	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	55(2)	55	-4,0	0,0	0,4	(0,4)	0,6	(0,6)	-1,3	-0,6	0,3%
2	Mx	25(2)	0	-0,4	-0,2	0,1	(-1,0)	0,0	(3,3)	-5,6	1,9	1,6%
3	My	24(2)	55	-0,6	-0,2	-1,1	(-1,1)	2,5	(2,5)	-4,9	2,1	1,5%
4	Mz	25(2)	55	-0,5	-0,2	-1,0	(-1,0)	3,3	(3,3)	-6,4	1,9	1,6%
5	V	25(2)	55	-0,5	-0,2	-1,0	(-1,0)	3,3	(3,3)	-6,4	1,9	1,6%
6	Sm	25(2)	0	-0,4	-0,2	0,1	(-1,0)	0,0	(3,3)	-5,6	1,9	1,6%

APROVECHAMIENTO 0,02 (1,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
N _{c,Rd}	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
F _x / N _{t,Rd}	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{c,Rd,y}	621,3	---	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
V _y / V _{c,Rd,y}	0,2%	---	0,9%	0,8%	1,0%	1,0%	0,9%
V _{c,Rd,z}	1524,2	---	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
V _z / V _{c,Rd,z}	0,0%	---	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,y}	187,9	---	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
M _y / M _{c,Rd,y}	0,2%	---	0,0%	0,6%	0,5%	0,5%	0,0%
M _{c,Rd,z}	401,8	---	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
M _z / M _{c,Rd,z}	0,1%	---	0,0%	0,6%	0,8%	0,8%	0,0%
T _{Rd}	12,1	---	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
M_x / T_{Rd}	0,2%	---	1,6%	1,5%	1,6%	1,6%	1,6%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	0,2%	---	0,0%	0,6%	0,5%	0,5%	0,0%
N + M + V	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	620,9	---	617,5	617,5	617,5	617,5	617,5
T + V _y	0,2%	---	0,9%	0,8%	1,0%	1,0%	0,9%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1523,2	---	1514,7	1514,8	1514,7	1514,7	1514,7
T + V _z	0,0%	---	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$\lambda_{red,y}$	0,089	---	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089
$\lambda_{red,z}$	0,052	---	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	453606,9	---	453606,9	453606,9	453606,9	453606,9	453606,9
$N_{cr,z}$	1318715,8	---	1318715,8	1318715,8	1318715,8	1318715,8	1318715,8
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	---	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	0,1%	---	0,0%	0,6%	0,8%	0,8%	0,0%
χ_{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,086	---	0,086	0,086	0,086	0,086	0,086
M_{cr}	57182,3	---	57182,3	57182,3	57182,3	57182,3	57182,3
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	0,3%	---	0,7%	0,6%	0,7%	0,7%	0,7%
CE (6.62)	0,3%	---	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
k_{yy}	0,608	---	0,573	0,573	0,573	0,573	0,573
k_{zz}	0,600	---	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
k_{yz}	0,360	---	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
k_{zy}	0,365	---	0,344	0,344	0,344	0,344	0,344
cm_y	0,608	---	0,573	0,573	0,573	0,573	0,573
cm_z	0,600	---	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
cm_{LT}	0,600	---	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
N_{Ed}	4,0	---	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4
$M_{Ed,y}$	0,4	---	0,1	-1,1	-1,0	-1,0	0,1
$M_{Ed,z}$	0,6	---	0,0	2,5	3,3	3,3	0,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,01$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 100 (_HE-280B) I/Ib: 55,0 cm / 55,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,05; 0,09)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 0,997)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 55$ cm

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 55 \text{ cm}$

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,16$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,18$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,18$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
0	Co	52(2)	55	-4,0	-0,0	-0,3	(-0,3)	0,6	(0,6)	-1,3	0,6	0,3%
2	Mx	25(2)	0	-0,4	0,2	-0,1	(1,0)	0,0	(3,0)	-5,0	-2,0	1,6%
3	My	24(2)	55	-0,6	0,2	1,1	(1,1)	2,3	(2,3)	-4,6	-2,1	1,6%
4	Mz	25(2)	55	-0,5	0,2	1,0	(1,0)	3,0	(3,0)	-5,7	-2,0	1,6%
5	V	25(2)	55	-0,5	0,2	1,0	(1,0)	3,0	(3,0)	-5,7	-2,0	1,6%
6	Sm	25(2)	0	-0,4	0,2	-0,1	(1,0)	0,0	(3,0)	-5,0	-2,0	1,6%

APROVECHAMIENTO 0,02 (1,6%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	1	---	1	1	1	1	1
Alma clase	1	---	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$N_{c,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{t,Rd}$	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	621,3	---	621,3	621,3	621,3	621,3	621,3
$V_y / V_{c,Rd,y}$	0,2%	---	0,8%	0,7%	0,9%	0,9%	0,8%
$V_{c,Rd,z}$	1524,2	---	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2	1524,2
$V_z / V_{c,Rd,z}$	0,0%	---	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,y}$	187,9	---	187,9	187,9	187,9	187,9	187,9
$M_y / M_{c,Rd,y}$	0,2%	---	0,0%	0,6%	0,5%	0,5%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	401,8	---	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	0,1%	---	0,0%	0,6%	0,7%	0,7%	0,0%
T_{Rd}	12,1	---	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
M_x / T_{Rd}	0,1%	---	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	0,0	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	0,2%	---	0,0%	0,6%	0,5%	0,5%	0,0%
$N + M + V$	0,0%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	621,0	---	617,4	617,4	617,4	617,4	617,4
$T + V_y$	0,2%	---	0,8%	0,7%	0,9%	0,9%	0,8%
$V_{pl,T,Rd,z}$	1523,4	---	1514,5	1514,7	1514,5	1514,5	1514,5
$T + V_z$	0,0%	---	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
INESTABILIDAD - PANDEO							
$N_{b,Rd}$	3441,4	---	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4	3441,4
$F_x / N_{b,Rd}$	0,1%	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$\lambda_{red,y}$	0,089	---	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089
$\lambda_{red,z}$	0,052	---	0,052	0,052	0,052	0,052	0,052
χ_y	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
χ_z	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$N_{cr,y}$	453606,9	---	453606,9	453606,9	453606,9	453606,9	453606,9
$N_{cr,z}$	1318715,8	---	1318715,8	1318715,8	1318715,8	1318715,8	1318715,8
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	401,8	---	401,8	401,8	401,8	401,8	401,8
$M_z / M_{b,Rd}$	0,1%	---	0,0%	0,6%	0,7%	0,7%	0,0%
χ_{LT}	1,000	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	0,086	---	0,086	0,086	0,086	0,086	0,086
M_{cr}	57182,3	---	57182,3	57182,3	57182,3	57182,3	57182,3
COMPRESIÓN Y FLEXIÓN CON PANDEO							
CE (6.61)	0,3%	---	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
CE (6.62)	0,3%	---	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
k_{yy}	0,609	---	0,573	0,574	0,573	0,573	0,573
k_{zz}	0,600	---	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
k_{yz}	0,360	---	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
k_{zy}	0,366	---	0,344	0,344	0,344	0,344	0,344
cm_y	0,610	---	0,573	0,574	0,573	0,573	0,573
cm_z	0,600	---	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
cm_{LT}	0,600	---	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
N_{Ed}	4,0	---	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4
$M_{Ed,y}$	-0,3	---	-0,1	1,1	1,0	1,0	-0,1
$M_{Ed,z}$	0,6	---	0,0	2,3	3,0	3,0	0,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,01$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

10. Conjunto vigas pórtico pérgola

DIAGONALES

DIAG. 52 (IPE-270) I/Ib: 48,0 cm / 48,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,05;0,17)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,955)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 48$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 48$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,14$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,16$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,16$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	16(2)	0	2,9	0,0	-0,2	(-0,2)	15,3	(15,3)	10,6	-0,5	12,1%
2	Mx	55(2)	0	1,4	0,0	0,4	(0,4)	7,6	(7,6)	5,3	0,5	6,0%
3	My	52(2)	0	1,6	-0,0	-0,4	(-0,4)	8,4	(8,4)	5,8	-0,7	6,6%
4	Mz	16(2)	0	2,9	0,0	-0,2	(-0,2)	15,3	(15,3)	10,6	-0,5	12,1%
5	V	24(2)	0	2,7	0,0	0,1	(0,1)	14,9	(14,9)	10,3	0,1	11,8%
6	Sm	16(2)	0	2,9	0,0	-0,2	(-0,2)	15,3	(15,3)	10,6	-0,5	12,1%

APROVECHAMIENTO 0,12 (12,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$N_{c,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$F_x / N_{t,Rd}$	---	0,2%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%
$V_{c,Rd,y}$	---	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	3,2%	1,6%	1,7%	3,2%	3,1%	3,2%
$V_{c,Rd,z}$	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,0%	0,1%
$M_{c,Rd,y}$	---	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,7%	1,5%	1,6%	0,7%	0,2%	0,7%
$M_{c,Rd,z}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	12,1%	6,0%	6,6%	12,1%	11,8%	12,1%
T_{Rd}	---	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
M_x / T_{Rd}	---	0,0%	0,5%	0,4%	0,0%	0,3%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	---	2,1%	1,9%	2,1%	2,1%	1,6%	2,1%
N + M + V	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	---	334,7	334,1	334,2	334,7	334,4	334,7
T + V_y	---	3,2%	1,6%	1,7%	3,2%	3,1%	3,2%
$V_{pl,T,Rd,z}$	---	416,4	415,5	415,7	416,4	416,0	416,4
T + V_z	---	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,0%	0,1%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{b,Rd}$	---	12,1%	6,0%	6,6%	12,1%	11,8%	12,1%
χ_{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164
M_{cr}	---	4930,0	4930,0	4930,0	4930,0	4930,0	4930,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,12$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 50 (IPE-270) I/Ib: 48,0 cm / 48,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,05; 0,17)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 0,955)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 48$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 48$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,14$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,16$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,16$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB.	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	16(2)	0	2,9	-0,0	0,2	(0,2)	15,2	(15,2)	10,5	0,5	12,0%
2	Mx	52(2)	0	1,6	-0,0	-0,4	(-0,4)	8,4	(8,4)	5,8	-0,6	6,6%
3	My	55(2)	0	1,4	0,0	0,4	(0,4)	7,6	(7,6)	5,3	0,7	6,0%
4	Mz	16(2)	0	2,9	-0,0	0,2	(0,2)	15,2	(15,2)	10,5	0,5	12,0%
5	V	24(2)	0	2,7	-0,0	-0,1	(-0,1)	15,0	(15,0)	10,4	-0,1	11,8%
6	Sm	16(2)	0	2,9	-0,0	0,2	(0,2)	15,2	(15,2)	10,5	0,5	12,0%

APROVECHAMIENTO 0,12 (12,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$N_{c,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$F_x / N_{t,Rd}$	---	0,2%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%
$V_{c,Rd,y}$	---	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	3,1%	1,7%	1,6%	3,1%	3,1%	3,1%
$V_{c,Rd,z}$	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,0%	0,1%
$M_{c,Rd,y}$	---	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,7%	1,5%	1,6%	0,7%	0,3%	0,7%
$M_{c,Rd,z}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	12,0%	6,6%	6,0%	12,0%	11,8%	12,0%
T_{Rd}	---	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
M_x / T_{Rd}	---	0,0%	0,5%	0,5%	0,0%	0,3%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	---	2,2%	2,0%	2,0%	2,2%	1,7%	2,2%
$N + M + V$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	---	334,8	334,0	334,2	334,8	334,4	334,8
$T + V_y$	---	3,1%	1,7%	1,6%	3,1%	3,1%	3,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	---	416,4	415,5	415,7	416,4	415,9	416,4
$T + V_z$	---	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,0%	0,1%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{b,Rd}$	---	12,0%	6,6%	6,0%	12,0%	11,8%	12,0%
χ_{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164
M_{cr}	---	4930,0	4930,0	4930,0	4930,0	4930,0	4930,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,12$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 111 (_IPE-270) I/Ib: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,95$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,34)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,894)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	≤ +0,33	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	16(2)	100	2,2	0,0	0,1	(0,1)	10,2	(10,2)	-8,0	-0,1	8,1%
2	Mx	24(2)	0	2,0	0,0	-0,1	(0,1)	2,4	(10,1)	-7,4	-0,2	2,2%
3	My	52(2)	100	1,2	-0,0	0,4	(0,4)	5,6	(5,6)	-4,3	-0,5	4,4%
4	Mz	16(2)	100	2,2	0,0	0,1	(0,1)	10,2	(10,2)	-8,0	-0,1	8,1%
5	V	24(2)	100	2,1	0,0	0,1	(0,1)	10,1	(10,1)	-7,9	-0,2	8,0%
6	Sm	16(2)	100	2,2	0,0	0,1	(0,1)	10,2	(10,2)	-8,0	-0,1	8,1%

APROVECHAMIENTO 0,08 (8,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
N _{c,Rd}	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
F _x / N _{t,Rd}	---	0,2%	0,2%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%
V _{c,Rd,y}	---	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8
V _y / V _{c,Rd,y}	---	2,4%	2,2%	1,3%	2,4%	2,4%	2,4%
V _{c,Rd,z}	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
V _z / V _{c,Rd,z}	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	---	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
M _y / M _{c,Rd,y}	---	0,3%	0,3%	1,4%	0,3%	0,5%	0,3%
M _{c,Rd,z}	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
M _z / M _{c,Rd,z}	---	8,1%	1,9%	4,4%	8,1%	8,0%	8,1%
T _{Rd}	---	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
M _x / T _{Rd}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	---	1,0%	0,3%	1,6%	1,0%	1,1%	1,0%
N + M + V	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	---	334,8	334,7	334,8	334,8	334,7	334,8
T + V _y	---	2,4%	2,2%	1,3%	2,4%	2,4%	2,4%
V _{pl,T,Rd,z}	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
T + V _z	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
M _z / M _{b,Rd}	---	8,1%	1,9%	4,4%	8,1%	8,0%	8,1%
χ _{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	---	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337
M _{cr}	---	1175,2	1175,2	1175,2	1175,2	1175,2	1175,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_b,Rd= 0,08

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

DIAG. 114 (_IPE-270) I/lb: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,95$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,34)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,894)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	16(2)	100	2,2	-0,0	-0,1	(-0,1)	10,3	(10,3)	-8,0	0,1	8,1%
2	Mx	24(2)	0	2,0	-0,0	0,1	(-0,1)	2,4	(10,0)	-7,4	0,2	2,2%
3	My	55(2)	100	1,0	0,0	-0,4	(-0,4)	5,1	(5,1)	-3,9	0,5	4,0%
4	Mz	16(2)	100	2,2	-0,0	-0,1	(-0,1)	10,3	(10,3)	-8,0	0,1	8,1%
5	V	24(2)	100	2,1	-0,0	-0,1	(-0,1)	10,0	(10,0)	-7,9	0,2	7,9%
6	Sm	16(2)	100	2,2	-0,0	-0,1	(-0,1)	10,3	(10,3)	-8,0	0,1	8,1%

APROVECHAMIENTO 0,08 (8,1%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$N_{c,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$F_x / N_{t,Rd}$	---	0,2%	0,2%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%
$V_{c,Rd,y}$	---	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	2,4%	2,2%	1,2%	2,4%	2,3%	2,4%
$V_{c,Rd,z}$	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	---	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,3%	0,3%	1,4%	0,3%	0,5%	0,3%
$M_{c,Rd,z}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	8,1%	1,9%	4,0%	8,1%	7,9%	8,1%
T_{Rd}	---	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
M_x / T_{Rd}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	---	1,0%	0,3%	1,5%	1,0%	1,1%	1,0%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
N + M + V	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	---	334,8	334,7	334,8	334,8	334,7	334,8
T + V _y	---	2,4%	2,2%	1,2%	2,4%	2,3%	2,4%
V _{pl,T,Rd,z}	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
T + V _z	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
M _z / M _{b,Rd}	---	8,1%	1,9%	4,0%	8,1%	7,9%	8,1%
χ _{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	---	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337
M _{cr}	---	1175,2	1175,2	1175,2	1175,2	1175,2	1175,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,08

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 48 (IPE-270) I/lb: 48,0 cm / 48,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: χ = 1,00

Esbeltez: λ = (0,05;0,18)

Factor de longitud de pandeo: β = (1,000;0,976)

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 48 cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: β_{LT} = 1,00

Longitud de pandeo: L_{cr,LT} = 48 cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,14	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,16	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,16	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	24(2)	0	1,5	-0,0	-1,2	(-1,2)	7,2	(7,2)	5,0	-2,5	5,7%
2	Mx	25(2)	0	1,4	-0,0	-1,1	(-1,1)	6,4	(6,4)	4,5	-2,4	5,0%
3	My	24(2)	0	1,5	-0,0	-1,2	(-1,2)	7,2	(7,2)	5,0	-2,5	5,7%
4	Mz	24(2)	0	1,5	-0,0	-1,2	(-1,2)	7,2	(7,2)	5,0	-2,5	5,7%
5	V	24(2)	0	1,5	-0,0	-1,2	(-1,2)	7,2	(7,2)	5,0	-2,5	5,7%
6	Sm	24(2)	0	1,5	-0,0	-1,2	(-1,2)	7,2	(7,2)	5,0	-2,5	5,7%

APROVECHAMIENTO 0,06 (5,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
N _{c,Rd}	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
F_x / N_{Rd}	---	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,y}$	---	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	1,5%	1,3%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
$V_{c,Rd,z}$	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
$M_{c,Rd,y}$	---	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	4,9%	4,5%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%
$M_{c,Rd,z}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	5,7%	5,0%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%
T_{Rd}	---	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
M_x / T_{Rd}	---	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	---	5,2%	4,8%	5,2%	5,2%	5,2%	5,2%
$N + M + V$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	---	333,5	333,4	333,5	333,5	333,5	333,5
$T + V_y$	---	1,5%	1,3%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
$V_{pl,T,Rd,z}$	---	414,8	414,7	414,8	414,8	414,8	414,8
$T + V_z$	---	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{b,Rd}$	---	5,7%	5,0%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%
χ_{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164
M_{cr}	---	4930,0	4930,0	4930,0	4930,0	4930,0	4930,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,06$
Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 54 (IPE-270) I/Ib: 48,0 cm / 48,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 1,00$

Esbeltez: $\lambda = (0,05; 0,18)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 0,976)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 48$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 48$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,14$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,16$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,16$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	24(2)	0	1,5	0,0	1,3	(1,3)	7,2	(7,2)	5,1	2,6	5,7%
2	Mx	25(2)	0	1,4	0,0	1,2	(1,2)	6,4	(6,4)	4,5	2,4	5,1%
3	My	24(2)	0	1,5	0,0	1,3	(1,3)	7,2	(7,2)	5,1	2,6	5,7%
4	Mz	24(2)	0	1,5	0,0	1,3	(1,3)	7,2	(7,2)	5,1	2,6	5,7%
5	V	24(2)	0	1,5	0,0	1,3	(1,3)	7,2	(7,2)	5,1	2,6	5,7%
6	Sm	24(2)	0	1,5	0,0	1,3	(1,3)	7,2	(7,2)	5,1	2,6	5,7%

APROVECHAMIENTO 0,06 (5,7%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
N _{c,Rd}	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
F _x / N _{Rd}	---	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
V _{c,Rd,y}	---	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8
V _y / V _{c,Rd,y}	---	1,5%	1,4%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
V _{c,Rd,z}	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
V _z / V _{c,Rd,z}	---	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
M _{c,Rd,y}	---	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
M _y / M _{c,Rd,y}	---	4,9%	4,6%	4,9%	4,9%	4,9%	4,9%
M _{c,Rd,z}	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
M _z / M _{c,Rd,z}	---	5,7%	5,1%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%
T _{Rd}	---	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
M _x / T _{Rd}	---	1,0%	1,1%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	---	5,3%	4,9%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%
N + M + V	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	---	333,5	333,3	333,5	333,5	333,5	333,5
T + V _y	---	1,5%	1,4%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
V _{pl,T,Rd,z}	---	414,8	414,6	414,8	414,8	414,8	414,8
T + V _z	---	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
M _z / M _{b,Rd}	---	5,7%	5,1%	5,7%	5,7%	5,7%	5,7%
χ _{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	---	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164	0,164
M _{cr}	---	4930,0	4930,0	4930,0	4930,0	4930,0	4930,0

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_b,Rd= 0,06

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 108 (_IPE-270) I/Ib: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: χ = 0,94

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,36)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,941)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	24(2)	100	1,2	-0,0	0,1	(0,1)	4,9	(4,9)	-3,8	-0,3	3,8%
2	Mx	16(2)	0	0,9	-0,0	-0,1	(-0,1)	1,2	(4,7)	-3,3	-0,1	1,0%
3	My	52(2)	100	0,7	-0,0	0,3	(0,3)	2,8	(2,8)	-2,2	-0,5	2,2%
4	Mz	24(2)	100	1,2	-0,0	0,1	(0,1)	4,9	(4,9)	-3,8	-0,3	3,8%
5	V	24(2)	100	1,2	-0,0	0,1	(0,1)	4,9	(4,9)	-3,8	-0,3	3,8%
6	Sm	24(2)	100	1,2	-0,0	0,1	(0,1)	4,9	(4,9)	-3,8	-0,3	3,8%

APROVECHAMIENTO 0,04 (3,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$N_{c,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
F_x / N_{Rd}	---	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,y}$	---	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	1,1%	1,0%	0,6%	1,1%	1,1%	1,1%
$V_{c,Rd,z}$	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,y}$	---	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,6%	0,3%	1,3%	0,6%	0,6%	0,6%
$M_{c,Rd,z}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	3,8%	0,9%	2,2%	3,8%	3,8%	3,8%
T_{Rd}	---	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
M_x / T_{Rd}	---	0,4%	0,4%	0,2%	0,4%	0,4%	0,4%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	---	0,7%	0,3%	1,3%	0,7%	0,7%	0,7%
$N + M + V$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	---	334,3	334,2	334,5	334,3	334,3	334,3
$T + V_y$	---	1,1%	1,0%	0,6%	1,1%	1,1%	1,1%
$V_{pl,T,Rd,z}$	---	415,8	415,8	416,1	415,8	415,8	415,8
$T + V_z$	---	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
PANDEO LATERAL							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_{b,Rd}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{b,Rd}$	---	3,8%	0,9%	2,2%	3,8%	3,8%	3,8%
χ_{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337
M_{cr}	---	1175,2	1175,2	1175,2	1175,2	1175,2	1175,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,04$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 117 (_IPE-270) I/lb: 100,0 cm / 100,0 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,94$

Esbeltez: $\lambda = (0,10; 0,36)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000; 0,941)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Sí
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Sí

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	24(2)	100	1,2	0,0	-0,1	(-0,1)	4,9	(4,9)	-3,9	0,3	3,8%
2	Mx	16(2)	0	0,9	0,0	0,1	(0,1)	1,2	(4,7)	-3,3	0,1	1,0%
3	My	55(2)	100	0,7	0,0	-0,3	(-0,3)	2,5	(2,5)	-2,0	0,5	2,0%
4	Mz	24(2)	100	1,2	0,0	-0,1	(-0,1)	4,9	(4,9)	-3,9	0,3	3,8%
5	V	24(2)	100	1,2	0,0	-0,1	(-0,1)	4,9	(4,9)	-3,9	0,3	3,8%
6	Sm	24(2)	100	1,2	0,0	-0,1	(-0,1)	4,9	(4,9)	-3,9	0,3	3,8%

APROVECHAMIENTO 0,04 (3,8%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	1	1	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$N_{c,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$F_x / N_{t,Rd}$	---	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,y}$	---	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	1,2%	1,0%	0,6%	1,2%	1,2%	1,2%
$V_{c,Rd,z}$	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,y}$	---	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,6%	0,3%	1,3%	0,6%	0,6%	0,6%
$M_{c,Rd,z}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	3,8%	0,9%	2,0%	3,8%	3,8%	3,8%
T_{Rd}	---	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
M_x / T_{Rd}	---	0,4%	0,4%	0,2%	0,4%	0,4%	0,4%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	---	0,7%	0,3%	1,3%	0,7%	0,7%	0,7%
N + M + V	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	---	334,3	334,2	334,6	334,3	334,3	334,3
T + V_y	---	1,2%	1,0%	0,6%	1,2%	1,2%	1,2%
$V_{pl,T,Rd,z}$	---	415,8	415,7	416,1	415,8	415,8	415,8
T + V_z	---	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{b,Rd}$	---	3,8%	0,9%	2,0%	3,8%	3,8%	3,8%
χ_{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337
M_{cr}	---	1175,2	1175,2	1175,2	1175,2	1175,2	1175,2

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,04$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 110 (_IPE-270) I/lb: 100,1 cm / 100,1 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,96$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,32)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,836)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	16(2)	100	0,7	-0,0	-0,0	(-0,0)	2,5	(2,5)	-2,7	-0,0	2,0%
2	Mx	16(2)	0	0,6	-0,0	-0,0	(-0,0)	-0,0	(2,5)	-2,3	-0,0	0,7%
3	My	52(2)	0	0,4	-0,0	-0,2	(-0,2)	-0,0	(1,5)	-1,3	-0,3	0,9%
4	Mz	16(2)	100	0,7	-0,0	-0,0	(-0,0)	2,5	(2,5)	-2,7	-0,0	2,0%
5	V	16(2)	100	0,7	-0,0	-0,0	(-0,0)	2,5	(2,5)	-2,7	-0,0	2,0%
6	Sm	16(2)	100	0,7	-0,0	-0,0	(-0,0)	2,5	(2,5)	-2,7	-0,0	2,0%

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

APROVECHAMIENTO 0,02 (2,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	0	0	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
$N_{t,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$N_{c,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$F_x / N_{t,Rd}$	---	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
$V_{c,Rd,y}$	---	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	0,8%	0,7%	0,4%	0,8%	0,8%	0,8%
$V_{c,Rd,z}$	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	---	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,0%	0,1%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,z}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	2,0%	0,0%	0,0%	2,0%	2,0%	2,0%
T_{Rd}	---	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
M_x / T_{Rd}	---	0,2%	0,2%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	---	0,1%	0,1%	0,9%	0,1%	0,1%	0,1%
$N + M + V$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	---	334,6	334,6	334,7	334,6	334,6	334,6
$T + V_y$	---	0,8%	0,7%	0,4%	0,8%	0,8%	0,8%
$V_{pl,T,Rd,z}$	---	416,2	416,2	416,3	416,2	416,2	416,2
$T + V_z$	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{b,Rd}$	---	2,0%	0,0%	0,0%	2,0%	2,0%	2,0%
χ_{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337
M_{cr}	---	1173,6	1173,6	1173,6	1173,6	1173,6	1173,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,02$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 113 (IPE-270) I/Ib: 100,1 cm / 100,1 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,96$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,32)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,836)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,29	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,33	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	≤ +0,33	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	16(2)	100	0,7	0,0	0,0	(0,0)	2,5	(2,5)	-2,7	0,0	2,0%
2	Mx	16(2)	0	0,6	0,0	0,0	(0,0)	-0,0	(2,5)	-2,3	0,0	0,7%
3	My	55(2)	0	0,3	0,0	0,2	(0,2)	-0,0	(1,3)	-1,2	0,3	0,9%
4	Mz	16(2)	100	0,7	0,0	0,0	(0,0)	2,5	(2,5)	-2,7	0,0	2,0%
5	V	16(2)	100	0,7	0,0	0,0	(0,0)	2,5	(2,5)	-2,7	0,0	2,0%
6	Sm	16(2)	100	0,7	0,0	0,0	(0,0)	2,5	(2,5)	-2,7	0,0	2,0%

APROVECHAMIENTO 0,02 (2,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	0	0	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
N _{c,Rd}	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
F _x / N _{Rd}	---	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%
V _{c,Rd,y}	---	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8
V _y / V _{c,Rd,y}	---	0,8%	0,7%	0,3%	0,8%	0,8%	0,8%
V _{c,Rd,z}	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
V _z / V _{c,Rd,z}	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	---	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
M _y / M _{c,Rd,y}	---	0,0%	0,1%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,z}	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
M _z / M _{c,Rd,z}	---	2,0%	0,0%	0,0%	2,0%	2,0%	2,0%
T _{Rd}	---	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
M _x / T _{Rd}	---	0,2%	0,2%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _z / M _{v,Rd,z}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	---	0,1%	0,1%	0,9%	0,1%	0,1%	0,1%
N + M + V	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{pl,T,Rd,y}	---	334,6	334,6	334,7	334,6	334,6	334,6
T + V _y	---	0,8%	0,7%	0,3%	0,8%	0,8%	0,8%
V _{pl,T,Rd,z}	---	416,2	416,2	416,3	416,2	416,2	416,2
T + V _z	---	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
M _{b,Rd}	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
M _z / M _{b,Rd}	---	2,0%	0,0%	0,0%	2,0%	2,0%	2,0%
χ _{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
λ _{red,LT}	---	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337
M _{cr}	---	1173,6	1173,6	1173,6	1173,6	1173,6	1173,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional M_{zd}/M_{b,Rd}= 0,02

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Comprobación Secciones Acero

PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt

ESTRUCTURA: General

DIAG. 107 (_IPE-270) I/lb: 100,1 cm / 100,1 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,95$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,34)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,903)$

Pandeo lateral: (Yp+/Zp+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Yp-/Zp-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f _{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,29	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,33	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	≤ +0,33	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	24(2)	100	0,5	0,0	0,0	(-0,1)	1,2	(1,2)	-1,5	-0,1	1,0%
2	Mx	24(2)	0	0,3	0,0	-0,1	(-0,1)	0,0	(1,2)	-1,0	-0,1	0,5%
3	My	52(2)	0	0,2	0,0	-0,1	(-0,1)	0,0	(0,8)	-0,6	-0,2	0,6%
4	Mz	24(2)	100	0,5	0,0	0,0	(-0,1)	1,2	(1,2)	-1,5	-0,1	1,0%
5	V	24(2)	100	0,5	0,0	0,0	(-0,1)	1,2	(1,2)	-1,5	-0,1	1,0%
6	Sm	24(2)	100	0,5	0,0	0,0	(-0,1)	1,2	(1,2)	-1,5	-0,1	1,0%

APROVECHAMIENTO 0,01 (1,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	0	0	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							
N _{t,Rd}	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
N _{c,Rd}	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
F _x / N _{Rd}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
V _{c,Rd,y}	---	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8
V _y / V _{c,Rd,y}	---	0,4%	0,3%	0,2%	0,4%	0,4%	0,4%
V _{c,Rd,z}	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
V _z / V _{c,Rd,z}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{c,Rd,y}	---	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
M _y / M _{c,Rd,y}	---	0,1%	0,5%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
M _{c,Rd,z}	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
M _z / M _{c,Rd,z}	---	1,0%	0,0%	0,0%	1,0%	1,0%	1,0%
T _{Rd}	---	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
M _x / T _{Rd}	---	0,2%	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%
ESFUERZOS COMBINADOS							
M _{v,Rd,y}	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
M _y / M _{v,Rd,y}	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M _{v,Rd,z}	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N + M	---	0,1%	0,5%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
N + M + V	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	---	334,5	334,5	334,7	334,5	334,5	334,5
T + V_y	---	0,4%	0,3%	0,2%	0,4%	0,4%	0,4%
$V_{pl,T,Rd,z}$	---	416,1	416,1	416,4	416,1	416,1	416,1
T + V_z	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{b,Rd}$	---	1,0%	0,0%	0,0%	1,0%	1,0%	1,0%
χ_{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337
M_{cr}	---	1173,6	1173,6	1173,6	1173,6	1173,6	1173,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_z/M_{b,Rd} = 0,01$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

DIAG. 116 (_IPE-270) I/lb: 100,1 cm / 100,1 cm

Acero estructural: S275

Límite elástico: 275,0 MPa

Tensión de rotura: 430,0 MPa

Cálculo de 2º orden:

Factor reductor de pandeo por flexión: $\chi = 0,95$

Esbeltez: $\lambda = (0,10;0,34)$

Factor de longitud de pandeo: $\beta = (1,000;0,903)$

Pandeo lateral: (Y_p+/Z_p+)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Pandeo lateral: (Y_p-/Z_p-)

Factor de longitud de pandeo: $\beta_{LT} = 1,00$

Longitud de pandeo: $L_{cr,LT} = 100$ cm

Clase de las alas: 1; Clase del alma: 1 (Combinación n=6)

Flecha(cm)	Vertical		Horizontal		f_{Adm}	Cumple
Flecha por confort	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,29$	Si
Flecha por integridad	+0,00	-0,00	+0,00	-0,00	$\leq +0,33$	Si
Flecha por apariencia	+0,00	-0,00	+0,00	+0,00	$\leq +0,33$	Si

COMBINACIONES PRINCIPALES

N	TIPO	COMB	X(cm)	Fx kN	Mx kNm	My kNm	(My1)	Mz kNm	(Mz1)	Vy kN	Vz kN	%
1	Tr	24(2)	100	0,5	-0,0	-0,0	(0,1)	1,2	(1,2)	-1,5	0,1	1,0%
2	Mx	24(2)	0	0,3	-0,0	0,1	(0,1)	0,0	(1,2)	-1,0	0,1	0,5%
3	My	55(2)	0	0,2	-0,0	0,1	(0,1)	0,0	(0,7)	-0,5	0,2	0,6%
4	Mz	24(2)	100	0,5	-0,0	-0,0	(0,1)	1,2	(1,2)	-1,5	0,1	1,0%
5	V	24(2)	100	0,5	-0,0	-0,0	(0,1)	1,2	(1,2)	-1,5	0,1	1,0%
6	Sm	24(2)	100	0,5	-0,0	-0,0	(0,1)	1,2	(1,2)	-1,5	0,1	1,0%

APROVECHAMIENTO 0,01 (1,0%)

ESFUERZOS ULTIMOS - COEFICIENTES (kN)(kNm)

n	0	1	2	3	4	5	6
TÉRMINOS DE SECCIÓN							
Alas clase	---	1	1	1	1	1	1
Alma clase	---	1	0	0	1	1	1
ESFUERZOS SIMPLES							

Comprobación Secciones Acero
PROYECTO: Cubierta CEM Arenys de Munt
ESTRUCTURA: General

n	0	1	2	3	4	5	6
$N_{t,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$N_{c,Rd}$	---	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1	1202,1
$F_x / N_{t,Rd}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{c,Rd,y}$	---	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8	334,8
$V_y / V_{c,Rd,y}$	---	0,4%	0,3%	0,1%	0,4%	0,4%	0,4%
$V_{c,Rd,z}$	---	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4	416,4
$V_z / V_{c,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{c,Rd,y}$	---	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
$M_y / M_{c,Rd,y}$	---	0,1%	0,5%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
$M_{c,Rd,z}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{c,Rd,z}$	---	1,0%	0,0%	0,0%	1,0%	1,0%	1,0%
T_{Rd}	---	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
M_x / T_{Rd}	---	0,2%	0,2%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%
ESFUERZOS COMBINADOS							
$M_{v,Rd,y}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_y / M_{v,Rd,y}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$M_{v,Rd,z}$	---	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$M_z / M_{v,Rd,z}$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$N + M$	---	0,1%	0,5%	0,6%	0,1%	0,1%	0,1%
$N + M + V$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
$V_{pl,T,Rd,y}$	---	334,5	334,5	334,7	334,5	334,5	334,5
$T + V_y$	---	0,4%	0,3%	0,1%	0,4%	0,4%	0,4%
$V_{pl,T,Rd,z}$	---	416,1	416,1	416,4	416,1	416,1	416,1
$T + V_z$	---	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PANDEO LATERAL							
$M_{b,Rd}$	---	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8	126,8
$M_z / M_{b,Rd}$	---	1,0%	0,0%	0,0%	1,0%	1,0%	1,0%
χ_{LT}	---	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
$\lambda_{red,LT}$	---	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337	0,337
M_{cr}	---	1173,6	1173,6	1173,6	1173,6	1173,6	1173,6

Cumple Pandeo Lateral-Torsional $M_{zd}/M_{b,Rd} = 0,01$

Cumple Pandeo local (abolladura) del alma

Amidaments

PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR
LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL.
Zona esportiva municipal
Arenys de Munt

AJUNTAMENT D'ARENYS DE MUNT
R.7257/21



Arquitectura
Instal·lacions
Eficiència energètica
Medi Ambient



AMIDAMENTS

Data: 05/09/23

Pàg.: 1

Obra 01 PRESSUPOST 2021-154-XBR
Capítol 01 MOVIMENT DE TERRES I ANIVELLAMENT

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
1	P214W-FEMH	m	Tall en paviment de mescla bituminosa de 10 cm de fondària com a mínim amb màquina tallajunts amb disc de diamant per a paviment, per a delimitar la zona a demolir

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Delimitació paviment per fonamentació		2,000	18,000			36,000	C#*D#*E#*F#
2			2,000	4,700			9,400	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **45,400**

2	P2146-DJ2U	m2	Demolició de paviment de mescla bituminosa de fins a 10 cm de gruix, d'amplària més de 2 m amb retroexcavadora amb martell trencador i càrrega sobre camió amb mitjans mecànics

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Paviment per fonamentació		18,000	4,700			84,600	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **84,600**

3	P2R6-4I5G	m3	Càrrega amb mitjans mecànics i transport de residus inerts o no especials a instal·lació autoritzada de gestió de residus, amb camió per a transport de 12 t, amb un recorregut de més de 10 i fins a 15 km

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Paviment per fonamentació		18,000	4,700	0,150		12,690	C#*D#*E#*F#
2	Esponjament	P	30,000				3,807	PERORIGEN(G1: G1,C2)

TOTAL AMIDAMENT **16,497**

4	P2RA-EU7P	m3	Disposició controlada en dipòsit autoritzat de residus barrejats no perillosos amb una densitat 0,17 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 17 09 04 segons la Llista Europea de Residus

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Paviment per fonamentació		18,000	4,700	0,150		12,690	C#*D#*E#*F#
2	Percentatge "A origen"	P	30,000				3,807	PERORIGEN(G1: G1, C2)

TOTAL AMIDAMENT **16,497**

5	P2218-566I	m3	Excavació de pous fins a 4 m de fondària, en terreny compacte, amb mitjans mecànics, i càrrega sobre camió Criteri d'amidament: m3 de volum excavat segons les especificacions de la DT, amidat com a diferència entre els perfils transversals del terreny aixecats abans de començar les obres i els perfils teòrics assenyalats als plànols, amb les modificacions aprovades per la DF. No s'ha d'abonar l'excés d'excavació que s'hagi produït sense l'autorització de la DF, ni la càrrega i el transport del material ni els treballs que calguin per a reomplir-lo. Inclou la càrrega, allisada de talussos, esgotaments per pluja o inundació i quantes operacions faci falta per a una correcta execució de les obres. També estan inclosos en el preu el manteniment dels camins de comunicació entre el desmunt i les zones on han d'anar les terres, la seva creació, i la seva eliminació, si s'escau. Tan sols s'han d'abonar els esllavissaments no provocats, sempre que s'hagin observat totes les prescripcions relatives a excavacions, entibacions i voladures. No s'inclou dins d'aquest criteri el tall previ de les excavacions amb explosiu.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	sabates		4,000	4,500	3,200	2,200	126,720	C#*D#*E#*F#
2	llosa		17,800	4,500	0,400		32,040	C#*D#*E#*F#

AMIDAMENTS

Data: 05/09/23

Pàg.: 2

TOTAL AMIDAMENT 158,760

- 6 P2243-53AA m2 Repàs de sols i parets de rases, pous i recalçats fins a 2,5 m de fondària Criteri d'amidament: m2 de superfície amidada segons les especificacions de la DT.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	sabates		4,000	3,200	4,500		57,600	C#*D#*E#*F#
2			4,000	2,200	15,400		135,520	C#*D#*E#*F#
3	llosa		3,000	1,670	4,500		22,545	C#*D#*E#*F#
4			1,000	44,600	0,400		17,840	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 233,505

- 7 P2R4-HIRM m3 Càrrega amb mitjans mecànics i transport de terres no contaminades a obra exterior o centre de valorització, amb camió de 12 t, amb un recorregut de més de 10 i fins a 15 km

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	01.01/P2218-566I Excavació pou hfins a 4m,terr.compact.,m.mec.,càrrega	V	158,760	1,300			206,388	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 206,388

- 8 P2RB-HFVK m3 Disposició de terres no contaminades de densitat aparent 1,6 t/m3, a valoritzador de materials naturals excavats amb codi VNME

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	01.01/P2R4-HIRM Càrrega mec.+transp.terres no contaminades,obra ext./centr. valor.,camió 12t,rec.més de 10 i fins a	V	206,388				206,388	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 206,388

Obra 01 PRESSUPOST 2021-154-XBR
Capítol 02 FONAMENTS

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIO
1	P3Z3-D527	m2	Capa de neteja i anivellament de 10 cm de gruix de formigó amb granulats reciclats HL-150/B/20 de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, amb una substitució del 50% del granulat gruixut per granulat reciclat mixt amb marcat CE, procedent de plantes de reciclat de residus de la construcció o demolició autoritzades, abocat des de camió Criteri d'amidament: m2 de superfície amidada segons les especificacions de la DT.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	total fonamentació		17,800	4,500			80,100	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 80,100

- 2 P352-4S23 m3 Fonament de formigó armat HA-25/B/20/XC2 abocat amb bomba, armat amb 50 kg/m3 d'armadura AP500 S d'acer en barres corrugades Criteri d'amidament: m3 de volum de fonament o mur de contenció executat, mesurat d'acord amb les especificacions de la DT. No inclou cap operació de moviment de terres.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	sabates		4,000	4,500	3,200	2,100	120,960	C#*D#*E#*F#

AMIDAMENTS

Data: 05/09/23

Pàg.: 3

TOTAL AMIDAMENT **120,960**

- 3 P353-BTF4 m3 Llosa de fonaments de formigó armat amb formigonament de lloses de fonaments (CE, EHE) amb formigó HA-25/B / 20 / IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb ≥ 275 kg/m³ de ciment, apte per a classe d'exposició XC2, abocat amb bomba, armat amb 165 kg/m³ d'armadura per a lloses de fonaments AP500 S d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic ≥ 500 N/mm² Criteri d'amidament: m3 de volum de fonament o mur de contenció executat, mesurat d'acord amb les especificacions de la DT. No inclou cap operació de moviment de terres.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	llosa		17,800	4,500	0,400		32,040	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **32,040**

Obra 01 PRESSUPOST 2021-154-XBR
Capítol 03 ESTRUCTURA D'ACER

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
1	P4Z4-3HF5	dm3	Base d'anivellament amb morter d'alta resistència i sense retracció, col·locat manualment Criteri d'amidament: dm3 de volum mesurat segons les especificacions de la DT.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	plaques ancoratge		4,000	4,500	4,500	0,200	16,200	C#*D#*E#*F#
2			8,000	4,000	4,000	0,200	25,600	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **41,800**

- 2 P446-DMBX kg Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a elements d'ancoratge formats per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	plaques ancoratge		4,000	0,450	0,450	220,000	178,200	C#*D#*E#*F#
2			8,000	0,400	0,400	157,000	200,960	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **379,160**

- 3 P44C-DP1Y kg Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a pilars formats per peça composta, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	pilars tubulars		4,000	3,940	88,000		1.386,880	C#*D#*E#*F#
2	tornapunts		8,000	0,500	41,500		166,000	C#*D#*E#*F#
3			8,000	2,530	41,500		839,960	C#*D#*E#*F#
4	tirants		4,000	6,500	31,800		826,800	C#*D#*E#*F#
5			8,000	4,370	31,800		1.111,728	C#*D#*E#*F#

AMIDAMENTS

Data: 05/09/23

Pàg.: 4

6 arriostrament	14,600	76,200	1.112,520	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 5.443,888

4 P442-DFZP kg Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a bigues formades per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	HEB280		4,000	6,320		103,000	2.603,840	C#*D#*E#*F#
2	IPE270		4,000	2,640		36,100	381,216	C#*D#*E#*F#
3	IPE180		7,000	14,900		18,800	1.960,840	C#*D#*E#*F#
4	Lames		10,000	14,900		8,590	1.279,910	C#*D#*E#*F#
5	creus		4,000	8,600		4,710	162,024	C#*D#*E#*F#
6	rigiditzadors		250,000				250,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 6.637,830

5 P89C-393V m2 Pintat d'estructura d'acer a l'esmalt sintètic, amb dues capes d'imprimació antioxidant i dues d'acabat Criteri d'amidament: m2 de superfície realment pintada segons les especificacions de la DT. Cal considerar el desenvolupament del perímetre.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	plaques ancoratge		4,000	0,450	0,450		0,810	C#*D#*E#*F#
2			8,000	0,400	0,400		1,280	C#*D#*E#*F#
3	pilars tubulars		4,000	3,940	0,800		12,608	C#*D#*E#*F#
4	tornapunts		8,000	0,500	0,570		2,280	C#*D#*E#*F#
5			8,000	2,530	0,570		11,537	C#*D#*E#*F#
6	tirants		4,000	6,500	0,039		1,014	C#*D#*E#*F#
7			8,000	4,370	0,039		1,363	C#*D#*E#*F#
8	arriostrament		14,600		0,690		10,074	C#*D#*E#*F#
9	HEB280		4,000	6,320	1,680		42,470	C#*D#*E#*F#
10	IPE270		4,000	2,640	1,080		11,405	C#*D#*E#*F#
11	IPE180		7,000	14,900	0,720		75,096	C#*D#*E#*F#
12	Lames		10,000	14,900	0,300		44,700	C#*D#*E#*F#
13	creus		4,000	8,600	0,125		4,300	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT 218,937

Obra	01	PRESSUPOST 2021-154-XBR
Capítol	04	CONTROL DE QUALITAT

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIO
1	J441J108	u	Jornada per a inspecció visual d'unions soldades segons UNE 14044, UNE-EN 13018 i per a assaig mitjançant partícules magnètiques i/o líquids penetrants segons UNE-EN ISO 17638, UNE-EN ISO 3452-1 i la seva acceptació segons UNE-EN ISO 23277, UNE-EN ISO 23278

AMIDAMENTS

Data: 05/09/23

Pàg.: 5

AMIDAMENT DIRECTE **3,000**

2 J060780A u Mostreig, realització de con d'Abrams, elaboració de les provetes, cura, recapçament i assaig a compressió d'una sèrie de sis provetes cilíndriques de 15x30 cm, segons la norma UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2, UNE-EN 12390-3

AMIDAMENT DIRECTE **3,000**

Obra 01 PRESSUPOST 2021-154-XBR
Capítol 05 COBERTA

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
1	P534-4SCT	m2	Coberta de plaques conformades amb perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 260 i 275 mm i una alçària entre 30 i 35 mm de 0,7 mm de gruix, amb una inèrcia i una massa superficial [null]/m2, acabat llis, per a cobertes, de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782, ancorades sobre corretges d'11 a 15 cm d'alçària

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Coberta		8,750	15,400			134,750	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **134,750**

2 E54ZV343 m Remat de planxa d'acer plegada amb acabat prelacat, de 0,6 mm de gruix, 40 cm de desenvolupament, com a màxim, amb 3 plecs, per a vora lliure, col·locat amb fixacions mecàniques, amb perfils conformats d'estanquitat

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1	Perímetre coberta		2,000	8,750			17,500	C#*D#*E#*F#
2			2,000	15,400			30,800	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **48,300**

Obra 01 PRESSUPOST 2021-154-XBR
Capítol 06 SEGURETAT I SALUT

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
1	HRE21100	pa	Conjunt de sistemes de protecció individual i col·lectiva, conjunt d'instal·lacions provisionals d'higiene i benestar, necessaris per al compliment de la normativa vigent en matèria de Seguretat i Salut en el Treball. Inclús manteniment en condicions segures durant tot el període de temps que es requereixi, reparació o reposició i transport fins al lloc d'emmagatzematge o retirada a contenidor. Seguretat enfront del contagi de COVID-19 inclús.

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			1,000				1,000	C#*D#*E#*F#

TOTAL AMIDAMENT **1,000**

Pressupost

PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR
LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL.
Zona esportiva municipal
Arenys de Munt

AJUNTAMENT D'ARENYS DE MUNT
R.7257/21



Arquitectura
Instal·lacions
Eficiència energètica
Medi Ambient



PRESSUPOST

Data: 05/09/23

Pàg.: 1

Obra	01	Pressupost 2021-154-XBR
Capítol	01	MOVIMENT DE TERRES I ANIVELLAMENT

NUM. CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT	
1	P214W-FEMH	m	Tall en paviment de mescla bituminosa de 10 cm de fondària com a mínim amb màquina tallajunts amb disc de diamant per a paviment, per a delimitar la zona a demolir (P - 6)	5,87	45,400	266,50
2	P2146-DJ2U	m2	Demolició de paviment de mescla bituminosa de fins a 10 cm de gruix, d'amplària més de 2 m amb retroexcavadora amb martell trencador i càrrega sobre camió amb mitjans mecànics (P - 5)	5,58	84,600	472,07
3	P2R6-4I5G	m3	Càrrega amb mitjans mecànics i transport de residus inerts o no especials a instal·lació autoritzada de gestió de residus, amb camió per a transport de 12 t, amb un recorregut de més de 10 i fins a 15 km (P - 10)	16,86	16,497	278,14
4	P2RA-EU7P	m3	Disposició controlada en dipòsit autoritzat de residus barrejats no perillosos amb una densitat 0,17 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 17 09 04 segons la Llista Europea de Residus (P - 11)	27,46	16,497	453,01
5	P2218-566I	m3	Excavació de pous fins a 4 m de fondària, en terreny compacte, amb mitjans mecànics, i càrrega sobre camió Criteri d'amidament: m3 de volum excavat segons les especificacions de la DT, amidat com a diferència entre els perfils transversals del terreny aixecats abans de començar les obres i els perfils teòrics assenyalats als plànols, amb les modificacions aprovades per la DF. No s'ha d'abonar l'excés d'excavació que s'hagi produït sense l'autorització de la DF, ni la càrrega i el transport del material ni els treballs que calguin per a reomplir-lo. Inclou la càrrega, allisada de talussos, esgotaments per pluja o inundació i quantes operacions faci falta per a una correcta execució de les obres. També estan inclosos en el preu el manteniment dels camins de comunicació entre el desmunt i les zones on han d'anar les terres, la seva creació, i la seva eliminació, si s'escau. Tan sols s'han d'abonar els esllavissaments no provocats, sempre que s'hagin observat totes les prescripcions relatives a excavacions, entibacions i voladures. No s'inclou dins d'aquest criteri el tall previ de les excavacions amb explosiu. (P - 7)	24,24	158,760	3.848,34
6	P2243-53AA	m2	Repàs de sols i parets de rases, pous i recalçats fins a 2,5 m de fondària Criteri d'amidament: m2 de superfície amidada segons les especificacions de la DT. (P - 8)	6,47	233,505	1.510,78
7	P2R4-HIRM	m3	Càrrega amb mitjans mecànics i transport de terres no contaminades a obra exterior o centre de valorització, amb camió de 12 t, amb un recorregut de més de 10 i fins a 15 km (P - 9)	12,55	206,388	2.590,17
8	P2RB-HFVK	m3	Disposició de terres no contaminades de densitat aparent 1,6 t/m3, a valoritzador de materials naturals excavats amb codi VNME (P - 12)	2,98	206,388	615,04
TOTAL		Capítol	01.01			10.034,05

Obra	01	Pressupost 2021-154-XBR
Capítol	02	FONAMENTS

NUM. CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT	
1	P3Z3-D527	m2	Capa de neteja i anivellament de 10 cm de gruix de formigó amb granulats reciclats HL-150/B/20 de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, amb una substitució del 50% del granulat gruixut per granulat reciclat mixt amb marcat CE, procedent de plantes de reciclat de residus de la construcció o demolició autoritzades, abocat des de camió Criteri d'amidament: m2 de superfície amidada segons les especificacions de la DT. (P - 15)	21,65	80,100	1.734,17
2	P352-4S23	m3	Fonament de formigó armat HA-25/B/20/XC2 abocat amb bomba, armat amb 50 kg/m3 d'armadura AP500 S d'acer en barres corrugades Criteri d'amidament: m3 de volum de fonament o mur de contenció	345,28	120,960	41.765,07

EUR

PRESSUPOST

Data: 05/09/23

Pàg.: 2

3	P353-BTF4	m3	executat, mesurat d'acord amb les especificacions de la DT. No inclou cap operació de moviment de terres. (P - 13)	715,43	32,040	22.922,38
			Llosa de fonaments de formigó armat amb formigonament de lloses de fonaments (CE, EHE) amb formigó HA-25/B / 20 / Ila de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició XC2, abocat amb bomba, armat amb 165 kg/m3 d'armadura per a lloses de fonaments AP500 S d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: m3 de volum de fonament o mur de contenció executat, mesurat d'acord amb les especificacions de la DT. No inclou cap operació de moviment de terres. (P - 14)			

TOTAL	Capítol	01.02	66.421,62

Obra	01	Pressupost 2021-154-XBR
Capítol	03	ESTRUCTURA D'ACER

NUM. CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT	
1	P4Z4-3HF5	dm3	Base d'anivellament amb morter d'alta resistència i sense retracció, col·locat manualment Criteri d'amidament: dm3 de volum mesurat segons les especificacions de la DT. (P - 19)	4,51	41,800	188,52
2	P446-DMBX	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a elements d'ancoratge formats per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls. (P - 17)	4,44	379,160	1.683,47
3	P44C-DP1Y	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a pilars formats per peça composta, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls. (P - 18)	4,66	5.443,888	25.368,52
4	P442-DFZP	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a bigues formades per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls. (P - 16)	4,33	6.637,830	28.741,80
5	P89C-393V	m2	Pintat d'estructura d'acer a l'esmalt sintètic, amb dues capes d'imprimació antioxidant i dues d'acabat Criteri d'amidament: m2 de superfície realment pintada segons les especificacions de la DT. Cal considerar el desenvolupament del perímetre. (P - 21)	57,00	218,937	12.479,41

TOTAL	Capítol	01.03	68.461,72

Obra	01	Pressupost 2021-154-XBR
Capítol	04	CONTROL DE QUALITAT

NUM. CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1 J441J108	u	Jornada per a inspecció visual d'unions soldades segons UNE 14044, UNE-EN 13018 i per a assaig mitjançant partícules magnètiques i/o	999,00	3,000	2.997,00

PRESSUPOST

Data: 05/09/23

Pàg.: 3

líquids penetrants segons UNE-EN ISO 17638, UNE-EN ISO 3452-1 i la seva acceptació segons UNE-EN ISO 23277, UNE-EN ISO 23278 (P - 4)						
2	J060780A	u	Mostreig, realització de con d'Abrams, elaboració de les provetes, cura, recapçament i assaig a compressió d'una sèrie de sis provetes cilíndriques de 15x30 cm, segons la norma UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2, UNE-EN 12390-3 (P - 3)	213,15	3,000	639,45

TOTAL	Capítol	01.04	3.636,45

Obra	01	Pressupost 2021-154-XBR
Capítol	05	COBERTA

NUM. CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT	
1	P534-4SCT	m2	Coberta de plaques conformades amb perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 260 i 275 mm i una alçària entre 30 i 35 mm de 0,7 mm de gruix, amb una inèrcia i una massa superficial [null]/m2, acabat llis, per a cobertes, de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782, ancorades sobre corretges d'11 a 15 cm d'alçària (P - 20)	32,38	134,750	4.363,21
2	E54ZV343	m	Remat de planxa d'acer plegada amb acabat prelacat, de 0,6 mm de gruix, 40 cm de desenvolupament, com a màxim, amb 3 plecs, per a vora lliure, col·locat amb fixacions mecàniques, amb perfils conformats d'estanquitat (P - 1)	29,13	48,300	1.406,98

TOTAL	Capítol	01.05	5.770,19

Obra	01	Pressupost 2021-154-XBR
Capítol	06	SEGURETAT I SALUT

NUM. CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT	
1	HRE21100	pa	Conjunt de sistemes de protecció individual i col·lectiva, conjunt d'instal·lacions provisionals d'higiene i benestar, necessaris per al compliment de la normativa vigent en matèria de Seguretat i Salut en el Treball. Inclús manteniment en condicions segures durant tot el període de temps que es requereixi, reparació o reposició i transport fins al lloc d'emmagatzematge o retirada a contenidor. Seguretat enfront del contagi de COVID-19 inclús. (P - 2)	1.650,00	1,000	1.650,00

TOTAL	Capítol	01.06	1.650,00

Resum de pressupost

PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR
LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL.
Zona esportiva municipal
Arenys de Munt

AJUNTAMENT D'ARENYS DE MUNT
R.7257/21



Arquitectura
Instal·lacions
Eficiència energètica
Medi Ambient



PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR
LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL.
Zona esportiva municipal.
Arenys de Munt.

RESUM DE PRESSUPOST

Data: 05/09/23 Pàg.: 1

NIVELL 2: Capítol			Import
Capítol	01.01	MOVIMENT DE TERRES I ANIVELLAMENT	10.034,05
Capítol	01.02	FONAMENTS	66.421,62
Capítol	01.03	ESTRUCTURA D'ACER	68.461,72
Capítol	01.04	CONTROL DE QUALITAT	3.636,45
Capítol	01.05	COBERTA	5.770,19
Capítol	01.06	SEGURETAT I SALUT	1.650,00
Obra	01	Pressupost 2021-154-XBR	155.974,03
			155.974,03
NIVELL 1: Obra			Import
Obra	01	Pressupost 2021-154-XBR	155.974,03
			155.974,03

Justificació d'elements

PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR
LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL.
Zona esportiva municipal
Arenys de Munt

AJUNTAMENT D'ARENYS DE MUNT
R.7257/21



Arquitectura
Instal·lacions
Eficiència energètica
Medi Ambient



PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR
LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL.
Zona esportiva municipal.
Arenys de Munt.

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 1

MA D'OBRA

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU
A01-FEOZ	h	Ajudant encofrador	45,17000 €
A01-FEP0	h	Ajudant ferrallista	45,17000 €
A01-FEP1	h	Ajudant soldador	45,34000 €
A01-FEP3	h	Ajudant col·locador	40,19000 €
A01-FEP9	h	Ajudant pintor	45,17000 €
A01-FEPH	h	Ajudant muntador	45,17000 €
A0127000	h	Oficial 1a col·locador	37,25000 €
A0137000	h	Ajudant col·locador	33,07000 €
A0D-0007	h	Manobre	42,47000 €
A0E-000A	h	Manobre especialista	43,92000 €
A0F-000B	h	Oficial 1a	50,88000 €
A0F-000D	h	Oficial 1a col·locador	45,27000 €
A0F-000F	h	Oficial 1a encofrador	50,88000 €
A0F-000I	h	Oficial 1a ferrallista	50,88000 €
A0F-000R	h	Oficial 1a muntador	52,58000 €
A0F-000T	h	Oficial 1a paleta	50,88000 €
A0F-000V	h	Oficial 1a pintor	50,88000 €
A0F-000Y	h	Oficial 1a soldador	51,73000 €

PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR
LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL.
Zona esportiva municipal.
Arenys de Munt.

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 2

MAQUINÀRIA

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	
C111-0056	h	Compressor amb dos martells pneumàtics	29,69000	€
C115-00EE	h	Retroexcavadora amb martell trencador	108,79000	€
C138-00KQ	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	177,59000	€
C13C-00LP	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	97,79000	€
C154-003M	h	Camió per a transport de 12 t	75,41000	€
C172-003J	h	Camió amb bomba de formigonar	260,74000	€
C178-00GF	h	Màquina tallajunts amb disc de diamant per a paviment	14,09000	€
C206-00DW	h	Equip i elements auxiliars per a soldadura elèctrica	5,83000	€
C3H0-0075	h	Equip per a injeccions profundes, amb bomba de pressió baixa i carro de perforació per a barrines fins a 200 mm de diàmetre	189,28000	€
C3H1-0078	u	Desplaçament, muntatge i desmuntatge a obra d'equip d'execució de micropilons	3.711,10000	€

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 3

MATERIALS

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	
B011-05ME	m3	Aigua Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	2,88000	€
B055-069M	t	Ciment portland CEM I 52,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	232,38000	€
B068-HPOJ	m3	Formigó de neteja amb granulat reciclat, amb una dosificació de 150 kg/m3 de ciment, consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, HL-150/B/ 20, amb una substitució del 50% del granulat gruixut per granulat reciclat mixt amb marcat CE, procedent de plantes de reciclat de residus de la construcció o demolició autoritzades Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	107,73000	€
B06E-11CP	m3	Formigó HA-25/P / 20 / IIa de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	132,72000	€
B06E-11H5	m3	Formigó HA-25/B / 20 / IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	132,72000	€
B075-06T4	kg	Morter d'anivellament Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	1,76000	€
B0A5AA00	u	Cargol autoroscant amb volandera	0,23000	€
B0A5-06VX	u	Cargol autoroscant amb volandera	0,27000	€
B0AK-07AS	kg	Clau acer Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	2,55000	€
B0AM-078F	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	2,51000	€
B0B7-106Q	kg	Acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	1,91000	€
B0B7-106S	kg	Acer en barres corrugades B500SD de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	1,95000	€
B0CH8930	m2	Perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 200 i 240 mm i una alçària entre 55 i 70 mm de 0,6 mm de gruix, amb una inèrcia entre 30 i 60 cm4 i una massa superficial entre 6 i 7,5 kg/m2, acabat llis de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782	16,10000	€
B0CHS343	m	Remat de planxa d'acer plegada amb acabat prelacat, de 0,6 mm de gruix, 40 cm de desenvolupament, com a màxim, amb 3 plecs, per a vora lliure	6,39000	€
B0CH1-1EMI	m2	Panell sandvitx amb dues planxes d'acer galvanitzat en calent i prelacat i aïllament de poliisocianurat (PIR) amb un gruix total de 30 mm, amb la cara exterior nervada i la cara interior grecada, color estàndard, diferent del blanc, gruix de les planxes (ext/int) 0.5/0,5 mm, junt longitudinal encadellat i sistema de fixació vista, per a cobertes	35,13000	€
B0CH2-21EW	m2	Perfil grecat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb greques cada 172 mm, de 44 mm d'alçària i 0,75 mm de gruix, amb una inèrcia entre 31 i 32 cm4 i una massa superficial entre 8 i 9 kg/m2, acabat llis de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782	17,85000	€
B0CH2-21FG	m2	Perfil grecat de planxa d'acer galvanitzada amb greques cada 172 mm, de 44 mm d'alçària i 0,75 mm de gruix, amb una inèrcia entre 31 i 32 cm4 i una massa superficial entre 8 i 9 kg/m2, acabat llis segons la norma UNE-EN 14782	15,83000	€
B0CH2-21FI	m2	Perfil grecat de planxa d'acer galvanitzada amb greques cada 172 mm, de 44 mm d'alçària i 0,6 mm de gruix, amb una inèrcia entre 26 i 27 cm4 i una massa superficial entre 6 i 7 kg/m2, acabat llis segons la norma UNE-EN 14782	13,00000	€
B0CH4-20Q0	m2	Perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada amb 3 nervis separats entre 245 i 255 mm i una alçària entre 100 i 110 mm de 0,6 mm de gruix, amb una inèrcia entre 148 i 150 cm4 i una massa superficial entre 7 i 9 kg/m2, acabat llis, segons la norma UNE-EN 14782	14,97000	€
B0CH4-20YJ	m2	Perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 260 i 275 mm i una alçària entre 30 i 35 mm de 0,7 mm de gruix, amb una inèrcia i una massa superficial [null]/m2, acabat llis, per a cobertes, de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782	11,26000	€

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 4

MATERIALS

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	
B0D21-07OY	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,73000	€
B0D31-07P4	m3	Llata de fusta de pi Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	528,70000	€
B0D70-0CEP	m2	Tauler elaborat amb fusta de pi, de 22 mm de gruix, per a 10 usos Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	2,85000	€
B0DZ1-0ZLZ	l	Desenconfiant Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	4,66000	€
B2RA-28V3	t	Disposició controlada en dipòsit autoritzat de residus barrejats no perillosos amb una densitat 0,17 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 17 09 04 segons la Llista Europea de Residus	161,51000	€
B2RB-HFVL	t	Disposició de terres no contaminades de densitat aparent 1,6 t/m3, a valoritzador de materials naturals excavats amb codi VNME	1,86000	€
B3D0-08FA	m	Tub d'acer per a l'execució de micropilons, de 560 N/mm2 de límit elàstic, 73 mm de diàmetre i de 6 mm de gruix Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	19,43000	€
B3D0-08FB	m	Tub d'acer per a l'execució de micropilons, de 560 N/mm2 de límit elàstic, 73 mm de diàmetre i de 10 mm de gruix. Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	19,98000	€
B44ZB052	kg	Acer S235JRC segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils conformats en fred sèrie L, U, C, Z i omega, tallat a mida i galvanitzat	1,96000	€
B44Z-0LWB	kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça composta, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb cargols i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	3,93000	€
B44Z-0LWQ	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça composta, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb soldadura i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	3,08000	€
B44Z-0LY7	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat al taller per a col·locar amb soldadura i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	2,81000	€
B44Z-0LZT	kg	Acer S235JRC segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils conformats en fred sèrie L, U, C, Z i omega, tallat a mida i galvanitzat	3,36000	€
B44Z-0M0S	kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat al taller per a col·locar amb cargols i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	3,38000	€
B44Z-0M13	kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb cargols i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	3,65000	€
B44Z-0M1J	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb soldadura i amb	2,86000	€

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 5

MATERIALS

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	
		una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.		
B44Z-0M1R	kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, per a reforç d'elements d'encastament, recolzament i rigiditzadors, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb soldadura i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	4,03000	€
B533-130G	u	Ganxo d'acer galvanitzat i junts de ferro i plom, per a cobertes de plaques conformades amb corretges d'alçària 11 a 15 cm	0,82000	€
B7C93-0J1Q	m2	Placa rígida de llana mineral de roca (MW), de densitat 126 a 160 kg/m3, de 90 mm de gruix, amb una conductivitat tèrmica ≤ 0.039 W/(m·K) i resistència tèrmica $\geq 2,308$ m2·K/W	33,63000	€
B7C9GCP0EAS	m2	Panell de llana de roca de doble densitat, amb una superfície hiperdura per una cara de 120x100x9 cm, aïllament de cobertes i terrasses inaccessibles, de densitat 135-220 kg/m3, ref. 391D1201009 de la serie Coberta de ROCKWOOL	40,89000	€
B7JZ00F6	m	Perfil d'estanquitat per a remats de planxa d'acer plegada	4,53000	€
B891-0P02	kg	Esmalt sintètic Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	26,01000	€
B8Z6-0P2D	kg	Imprimació antioxidant Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	29,17000	€
BV281-02UJ	u	Jornada d'assaigs d'adequació de pern d'ancoratge, per a determinar la capacitat de l'ancoratge de suportar una tracció de prova, les característiques de fluència o la pèrdua de càrrega del sistema d'ancoratge i la llargària lliure equivalent, segons la norma UNE-EN 1537	1.134,10000	€
BV2K0-00ZM	u	Determinació de la massa i el gruix del recobriment galvanitzat o de pintura en elements superficials, segons la norma UNE-EN ISO 1460 i UNE-EN ISO 2178 o UNE-EN ISO 2808	311,87000	€
BV2K1-02KX	u	Jornada per a inspecció visual del recobriment galvanitzat	1.134,10000	€
BVA4-022Y	u	Assaig estàtic de càrrega d'un piló, amb desplaçament a obra, muntatge i desmuntatge d'equip, per a una càrrega de prova de 2000 a 3000 kN, segons la norma ASTM D1143-81(1994)E1	48.864,87000	€

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 6

ELEMENTS COMPOSTOS

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
B0B6-107E	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulats a taller B500S, de límit elàstic ≥ 500 N/mm2 Criteri d'amidament: kg de pes necessari elaborat a l'obra, calculat amb el pes unitari teòric o qualsevol altre expressament acceptat per la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material com a conseqüència de les operacions específiques d'aquests treballs, com ara retalls i lligaments.	Rend.: 1,000		2,52000	€
			Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra						
A01-FEP0	h	Ajudant ferrallista	0,005	/R x 45,17000	=	0,22585
A0F-000I	h	Oficial 1a ferrallista	0,005	/R x 50,88000	=	0,25440
Subtotal:					0,48025	0,48025
Materials						
B0B7-106Q	kg	Acer en barres corrugades B500S de límit elàstic ≥ 500 N/mm2 Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	1,050	x 1,91000	=	2,00550
B0AM-078F	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,0102	x 2,51000	=	0,02560
Subtotal:					2,03110	2,03110
DESPESES AUXILIARS				1,00 %		0,00480
COST DIRECTE						2,51615
COST EXECUCIÓ MATERIAL						2,51615
B0B6-107I	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulats a taller B500SD, de límit elàstic ≥ 500 N/mm2 Criteri d'amidament: kg de pes necessari elaborat a l'obra, calculat amb el pes unitari teòric o qualsevol altre expressament acceptat per la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material com a conseqüència de les operacions específiques d'aquests treballs, com ara retalls i lligaments.	Rend.: 1,000		2,56000	€
			Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra						
A0F-000I	h	Oficial 1a ferrallista	0,005	/R x 50,88000	=	0,25440
A01-FEP0	h	Ajudant ferrallista	0,005	/R x 45,17000	=	0,22585
Subtotal:					0,48025	0,48025
Materials						
B0AM-078F	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,0102	x 2,51000	=	0,02560
B0B7-106S	kg	Acer en barres corrugades B500SD de límit elàstic ≥ 500 N/mm2 Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	1,050	x 1,95000	=	2,04750
Subtotal:					2,07310	2,07310

PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR
LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL.
Zona esportiva municipal.
Arenys de Munt.

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 7

ELEMENTS COMPOSTOS

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU
		DESPESES AUXILIARS	1,00 % 0,00480
		COST DIRECTE	2,55815
		COST EXECUCIÓ MATERIAL	2,55815

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 8

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
-I3CI	m3		Formigonament de lloses de fonaments (CE, EHE) amb formigó HA-25/B / 20 / IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa, abocat amb bomba Criteri d'amidament: m3 de volum amidat segons les especificacions de la DT, amb aquelles modificacions i singularitats acceptades prèviament i expressament per la DF.	Rend.: 1,000		171,38	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A0F-000T	h	Oficial 1a paleta	0,096	/R x 50,88000 =	4,88448	
	A0D-0007	h	Manobre	0,144	/R x 42,47000 =	6,11568	
				Subtotal:		11,00016	11,00016
Maquinària							
	C172-003J	h	Camió amb bomba de formigonar	0,080	/R x 260,74000 =	20,85920	
				Subtotal:		20,85920	20,85920
Materials							
	B06E-11H5	m3	Formigó HA-25/B / 20 / IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	1,050	x 132,72000 =	139,35600	
				Subtotal:		139,35600	139,35600
				DESPESES AUXILIARS	1,50 %		0,16500
				COST DIRECTE			171,38036
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			171,38036
E54522BAEAS	m2		Coberta sandwich "in situ" amb pendent inferior a 30 %, formada per dues planxes, la inferior és un perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 200 i 240 mm i una alçària entre 55 i 70 mm de 0,6 mm de gruix, amb una inèrcia entre 30 i 60 cm4 i una massa superficial entre 6 i 7,5 kg/m2, acabat llis de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782, la superior és un perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 200 i 240 mm i una alçària entre 55 i 70 mm de 0,6 mm de gruix, amb una inèrcia entre 30 i 60 cm4 i una massa superficial entre 6 i 7,5 kg/m2, acabat llis de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782, i perfils omega d'acer, d'alçària 100 mm com a separadors i aïllament amb placa de llana de roca de 126 a 160 kg/m3 i gruix 90 mm col·locat amb fixacions mecàniques. Article: ref. 391D1201009 de la serie Coberta de ROCKWOOL, p.p. de remats laterals, etc. Inclosos mitjans auxiliars i elevació	Rend.: 1,000		104,65	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A0137000	h	Ajudant col·locador	0,100	/R x 33,07000 =	3,30700	
	A0127000	h	Oficial 1a col·locador	0,400	/R x 37,25000 =	14,90000	
				Subtotal:		18,20700	18,20700

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 9

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU
Materials								
	B7C9GCP0	m2	Panell de llana de roca de doble densitat, amb una superfície hiperdura per una cara de 120x100x9 cm, aïllament de cobertes i terrasses inaccesibles, de densitat 135-220 kg/m3, ref. 391D1201009 de la serie Coberta de ROCKWOOL	1,000	x	40,89000	=	40,89000
	B44ZB052	kg	Acer S235JRC segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils conformats en fred sèrie L, U, C, Z i omega, tallat a mida i galvanitzat	3,000	x	1,96000	=	5,88000
	B0CH8930	m2	Perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 200 i 240 mm i una alçària entre 55 i 70 mm de 0,6 mm de gruix, amb una inèrcia entre 30 i 60 cm4 i una massa superficial entre 6 i 7,5 kg/m2, acabat llis de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782	2,200	x	16,10000	=	35,42000
	B0A5AA00	u	Cargol autoroscant amb volandera	16,500	x	0,23000	=	3,79500
				Subtotal:				85,98500
								85,98500
				DESPESES AUXILIARS		2,50	%	0,45518
								104,64718
				COST DIRECTE				104,64718
				DESPESES INDIRECTES		0,00	%	0,00000
								0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL				104,64718
P-1	E54ZV343	m	Remat de planxa d'acer plegada amb acabat prelacat, de 0,6 mm de gruix, 40 cm de desenvolupament, com a màxim, amb 3 plecs, per a vora lliure, col·locat amb fixacions mecàniques, amb perfils conformats d'estanquitat	Rend.: 1,000				29,13 €
				Unitats		Preu	Parcial	Import
Ma d'obra								
	A0137000	h	Ajudant col·locador	0,150	/R x	33,07000	=	4,96050
	A0127000	h	Oficial 1a col·locador	0,300	/R x	37,25000	=	11,17500
				Subtotal:				16,13550
								16,13550
Materials								
	B7JZ00F6	m	Perfil d'estanquitat per a remats de planxa d'acer plegada	1,000	x	4,53000	=	4,53000
	B0CHS343	m	Remat de planxa d'acer plegada amb acabat prelacat, de 0,6 mm de gruix, 40 cm de desenvolupament, com a màxim, amb 3 plecs, per a vora lliure	1,071	x	6,39000	=	6,84369
	B0A5AA00	u	Cargol autoroscant amb volandera	6,000	x	0,23000	=	1,38000
				Subtotal:				12,75369
								12,75369
				DESPESES AUXILIARS		1,50	%	0,24203
								29,13122
				COST DIRECTE				29,13122
				DESPESES INDIRECTES		0,00	%	0,00000
								0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL				29,13122
P-2	HRE21100	pa	Conjunt de sistemes de protecció individual i col·lectiva, conjunt d'instal·lacions provisionals d'higiene i benestar, necessaris per al compliment de la normativa vigent en matèria de Seguretat i Salut en el Treball. Inclús manteniment en condicions segures durant tot el període de temps que es requereixi, reparació o reposició i transport fins al lloc d'emmagatzematge o	Rend.: 1,000				1.650,00 €

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 10

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
			retirada a contenidor. Seguretat enfront del contagi de COVID-19 inclús.				
P-3	J060780A	u	Mostreig, realització de con d'Abrams, elaboració de les provetes, cura, recapçament i assaig a compressió d'una sèrie de sis provetes cilíndriques de 15x30 cm, segons la norma UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2, UNE-EN 12390-3	Rend.: 1,000		213,15	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Altres	BV21780A	u	Mostreig, realització de con d'Abrams, elaboració de les provetes, cura, recapçament i assaig a compressió d'una sèrie de sis provetes cilíndriques de 15x30 cm, segons la norma UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2, UNE-EN 12390-3	1,000	x 213,15000 =	213,15000	
				Subtotal:		213,15000	213,15000
			COST DIRECTE				213,15000
			DESPESES INDIRECTES	0,00 %			0,00000
			COST EXECUCIÓ MATERIAL				213,15000
P-4	J441J108	u	Jornada per a inspecció visual d'unions soldades segons UNE 14044, UNE-EN 13018 i per a assaig mitjançant partícules magnètiques i/o líquids penetrants segons UNE-EN ISO 17638, UNE-EN ISO 3452-1 i la seva acceptació segons UNE-EN ISO 23277, UNE-EN ISO 23278	Rend.: 1,000		999,00	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Altres	BV25J108	u	Jornada per a inspecció visual d'unions soldades segons UNE 14044, UNE-EN 13018 i per a assaig mitjançant partícules magnètiques i/o líquids penetrants segons UNE-EN ISO 17638, UNE-EN ISO 3452-1 i la seva acceptació segons UNE-EN ISO 23277, UNE-EN ISO 23278	1,000	x 999,00000 =	999,00000	
				Subtotal:		999,00000	999,00000
			COST DIRECTE				999,00000
			DESPESES INDIRECTES	0,00 %			0,00000
			COST EXECUCIÓ MATERIAL				999,00000
P-5	P2146-DJ2U	m2	Demolició de paviment de mescla bituminosa de fins a 10 cm de gruix, d'amplària més de 2 m amb retroexcavadora amb martell trencador i càrrega sobre camió amb mitjans mecànics	Rend.: 1,000		5,58	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Maquinària	C115-00EE	h	Retroexcavadora amb martell trencador	0,048	/R x 108,79000 =	5,22192	
	C138-00KQ	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	0,002	/R x 177,59000 =	0,35518	
				Subtotal:		5,57710	5,57710

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 11

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
				COST DIRECTE		5,57710	
				DESPESES INDIRECTES		0,00 %	0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL		5,57710	
P2146-DJ2X	m2		Demolició de paviment de mescla bituminosa de fins a 15 cm de gruix, d'amplària més de 2 m amb retroexcavadora amb martell trencador i càrrega sobre camió amb mitjans mecànics	Rend.: 1,000		5,90	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Maquinària							
	C115-00EE	h	Retroexcavadora amb martell trencador	0,050	/R x 108,79000 =	5,43950	
	C138-00KQ	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	0,0026	/R x 177,59000 =	0,46173	
				Subtotal:		5,90123	5,90123
				COST DIRECTE		5,90123	
				DESPESES INDIRECTES		0,00 %	0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL		5,90123	
P-6	P214W-FEMH	m	Tall en paviment de mescla bituminosa de 10 cm de fondària com a mínim amb màquina tallajunts amb disc de diamant per a paviment, per a delimitar la zona a demolir	Rend.: 1,000		5,87	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A0E-000A	h	Manobre especialista	0,100	/R x 43,92000 =	4,39200	
				Subtotal:		4,39200	4,39200
Maquinària							
	C178-00GF	h	Màquina tallajunts amb disc de diamant per a paviment	0,100	/R x 14,09000 =	1,40900	
				Subtotal:		1,40900	1,40900
				DESPESES AUXILIARS		1,50 %	0,06588
				COST DIRECTE		5,86688	
				DESPESES INDIRECTES		0,00 %	0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL		5,86688	
P2218-566F	m3		Excavació de pous fins a 2 m de fondària, en terreny compacte, amb mitjans mecànics, i càrrega sobre camió Criteri d'amidament: m3 de volum excavat segons les especificacions de la DT, amidat com a diferència entre els perfils transversals del terreny aixecats abans de començar les obres i els perfils teòrics assenyalats als plànols, amb les modificacions aprovades per la DF. No s'ha d'abonar l'excés d'excavació que s'hagi produït sense l'autorització de la DF, ni la càrrega i el transport del material ni els treballs que calguin per a reomplir-lo. Inclou la càrrega, allisada de talussos, esgotaments per pluja o inundació i quantes operacions faci falta per a una correcta execució de les obres. També estan inclosos en el preu el manteniment dels camins de comunicació entre el desmunt i les zones on han d'anar les terres, la seva creació, i la seva eliminació, si s'escau. Tan sols s'han d'abonar els	Rend.: 1,000		22,23	€

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 12

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
			esllavissaments no provocats, sempre que s'hagin observat totes les prescripcions relatives a excavacions, entibacions i voladures. No s'inclou dins d'aquest criteri el tall previ de les excavacions amb explosiu.				
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A0D-0007	h	Manobre	0,050	/R x 42,47000 =	2,12350	
				Subtotal:		2,12350	2,12350
Maquinària							
	C13C-00LP	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	0,2053	/R x 97,79000 =	20,07629	
				Subtotal:		20,07629	20,07629
			DESPESES AUXILIARS		1,50 %		0,03185
			COST DIRECTE				22,23164
			DESPESES INDIRECTES		0,00 %		0,00000
			COST EXECUCIÓ MATERIAL				22,23164
P-7	P2218-566I	m3	Excavació de pous fins a 4 m de fondària, en terreny compacte, amb mitjans mecànics, i càrrega sobre camió Criteri d'amidament: m3 de volum excavat segons les especificacions de la DT, amidat com a diferència entre els perfils transversals del terreny aixecats abans de començar les obres i els perfils teòrics assenyalats als plànols, amb les modificacions aprovades per la DF. No s'ha d'abonar l'excés d'excavació que s'hagi produït sense l'autorització de la DF, ni la càrrega i el transport del material ni els treballs que calguin per a reomplir-lo. Inclou la càrrega, allisada de talussos, esgotaments per pluja o inundació i quantes operacions faci falta per a una correcta execució de les obres. També estan inclosos en el preu el manteniment dels camins de comunicació entre el desmunt i les zones on han d'anar les terres, la seva creació, i la seva eliminació, si s'escau. Tan sols s'han d'abonar els esllavissaments no provocats, sempre que s'hagin observat totes les prescripcions relatives a excavacions, entibacions i voladures. No s'inclou dins d'aquest criteri el tall previ de les excavacions amb explosiu.	Rend.: 1,000		24,24	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A0D-0007	h	Manobre	0,050	/R x 42,47000 =	2,12350	
				Subtotal:		2,12350	2,12350
Maquinària							
	C13C-00LP	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	0,2258	/R x 97,79000 =	22,08098	
				Subtotal:		22,08098	22,08098

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 13

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
				DESPESES AUXILIARS	1,50 %		0,03185
				COST DIRECTE			24,23633
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			24,23633
P2243-53A9	m2		Repàs de sols i parets de rases, pous i recalçats fins a 1,5 m de fondària Criteri d'amidament: m2 de superfície amidada segons les especificacions de la DT.	Rend.: 1,000		4,31	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
A0D-0007	h	Manobre	0,100	/R x 42,47000	=	4,24700	
				Subtotal:		4,24700	4,24700
				DESPESES AUXILIARS	1,50 %		0,06371
				COST DIRECTE			4,31071
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			4,31071
P-8 P2243-53AA	m2		Repàs de sols i parets de rases, pous i recalçats fins a 2,5 m de fondària Criteri d'amidament: m2 de superfície amidada segons les especificacions de la DT.	Rend.: 1,000		6,47	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
A0D-0007	h	Manobre	0,150	/R x 42,47000	=	6,37050	
				Subtotal:		6,37050	6,37050
				DESPESES AUXILIARS	1,50 %		0,09556
				COST DIRECTE			6,46606
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			6,46606
P-9 P2R4-HIRM	m3		Càrrega amb mitjans mecànics i transport de terres no contaminades a obra exterior o centre de valorització, amb camió de 12 t, amb un recorregut de més de 10 i fins a 15 km	Rend.: 1,000		12,55	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Maquinària							
C154-003M	h	Camió per a transport de 12 t	0,150	/R x 75,41000	=	11,31150	
C138-00KQ	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	0,007	/R x 177,59000	=	1,24313	
				Subtotal:		12,55463	12,55463
				COST DIRECTE			12,55463
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			12,55463
P-10 P2R6-4I5G	m3		Càrrega amb mitjans mecànics i transport de residus inerts o no especials a instal·lació autoritzada de gestió de residus, amb camió per a transport de 12 t, amb un recorregut de més de 10 i fins a 15 km	Rend.: 1,000		16,86	€

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 14

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU				
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Maquinària								
	C138-00KQ	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	0,024	/R x 177,59000 =	4,26216		
	C154-003M	h	Camió per a transport de 12 t	0,167	/R x 75,41000 =	12,59347		
Subtotal:						16,85563	16,85563	
COST DIRECTE							16,85563	
DESPESES INDIRECTES						0,00 %	0,00000	
COST EXECUCIÓ MATERIAL							16,85563	
P-11	P2RA-EU7P	m3	Disposició controlada en dipòsit autoritzat de residus barrejats no perillosos amb una densitat 0,17 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 17 09 04 segons la Llista Europea de Residus	Rend.: 1,000			27,46	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Materials								
	B2RA-28V3	t	Disposició controlada en dipòsit autoritzat de residus barrejats no perillosos amb una densitat 0,17 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 17 09 04 segons la Llista Europea de Residus	0,170	x 161,51000 =	27,45670		
Subtotal:						27,45670	27,45670	
COST DIRECTE							27,45670	
DESPESES INDIRECTES						0,00 %	0,00000	
COST EXECUCIÓ MATERIAL							27,45670	
P-12	P2RB-HFVK	m3	Disposició de terres no contaminades de densitat aparent 1,6 t/m3, a valoritzador de materials naturals excavats amb codi VNME	Rend.: 1,000			2,98	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Materials								
	B2RB-HFVL	t	Disposició de terres no contaminades de densitat aparent 1,6 t/m3, a valoritzador de materials naturals excavats amb codi VNME	1,600	x 1,86000 =	2,97600		
Subtotal:						2,97600	2,97600	
COST DIRECTE							2,97600	
DESPESES INDIRECTES						0,00 %	0,00000	
COST EXECUCIÓ MATERIAL							2,97600	
	P310-D51N	kg	Armadura de rases i pous AP500 S d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. El pes s'obté mitjançant la llargària total de les barres (barra+cavalcament) L'escreix d'amidament corresponent als retalls està incorporat al preu de la unitat d'obra com a increment del rendiment (1,05 kg de barra d'acer per kg de barra ferrallada, dins de l'element compost)	Rend.: 1,000			3,21	€

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 15

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU				
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A0F-000I	h	Oficial 1a ferrallista	0,006	/R x 50,88000	=	0,30528	
	A01-FEP0	h	Ajudant ferrallista	0,008	/R x 45,17000	=	0,36136	
					Subtotal:		0,66664	0,66664
Materials								
	B0AM-078F	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,0051	x 2,51000	=	0,01280	
					Subtotal:		0,01280	0,01280
	B0B6-107E	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulat a taller B500S, de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: kg de pes necessari elaborat a l'obra, calculat amb el pes unitari teòric o qualsevol altre expressament acceptat per la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material com a conseqüència de les operacions específiques d'aquests treballs, com ara retalls i lligaments.	1,000	x 2,51615	=	2,51615	
					Subtotal:		2,52895	2,52895
			DESPESES AUXILIARS		1,50 %			0,01000
			COST DIRECTE					3,20559
			DESPESES INDIRECTES		0,00 %			0,00000
			COST EXECUCIÓ MATERIAL					3,20559
P312-D400	m3		De rases i pous de fonaments, amb formigó HA-25/B / 20 / IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa, abocat amb bomba Criteri d'amidament: m3 de volum amidat segons les especificacions de la DT, amb aquelles modificacions i singularitats acceptades prèviament i expressament per la DF.	Rend.: 1,000			185,00	€
Ma d'obra								
	A0D-0007	h	Manobre	0,300	/R x 42,47000	=	12,74100	
					Subtotal:		12,74100	12,74100
Maquinària								
	C172-003J	h	Camió amb bomba de formigonar	0,100	/R x 260,74000	=	26,07400	
					Subtotal:		26,07400	26,07400
Materials								
	B06E-11H5	m3	Formigó HA-25/B / 20 / IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	1,100	x 132,72000	=	145,99200	
					Subtotal:		145,99200	145,99200

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 16

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU
DESPESES AUXILIARS				1,50 % 0,19112
COST DIRECTE				184,99812
DESPESES INDIRECTES				0,00 % 0,00000
COST EXECUCIÓ MATERIAL				184,99812
P-13	P352-4S23	m3	Fonament de formigó armat HA-25/B/20/XC2 abocat amb bomba, armat amb 50 kg/m3 d'armadura AP500 S d'acer en barres corrugades Criteri d'amidament: m3 de volum de fonament o mur de contenció executat, mesurat d'acord amb les especificacions de la DT. No inclou cap operació de moviment de terres.	Rend.: 1,000 345,28 €
				Unitats Preu Parcial Import
Partides d'obra				
	P312-D400	m3	De rases i pous de fonaments, amb formigó HA-25/B / 20 / IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa, abocat amb bomba Criteri d'amidament: m3 de volum amidat segons les especificacions de la DT, amb aquelles modificacions i singularitats acceptades prèviament i expressament per la DF.	1,000 x 184,99812 = 184,99812
	P310-D51N	kg	Armadura de rases i pous AP500 S d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. El pes s'obté amidant la llargària total de les barres (barra+cavalcament) L'escreix d'amidament corresponent als retalls està incorporat al preu de la unitat d'obra com a increment del rendiment (1,05 kg de barra d'acer per kg de barra ferrallada, dins de l'element compost)	50,000 x 3,20559 = 160,27950
				Subtotal: 345,27762 345,27762
				COST DIRECTE 345,27762
				DESPESES INDIRECTES 0,00 % 0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL 345,27762
P-14	P353-BTF4	m3	Llosa de fonaments de formigó armat amb formigonament de lloses de fonaments (CE, EHE) amb formigó HA-25/B / 20 / IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició XC2, abocat amb bomba, armat amb 165 kg/m3 d'armadura per a lloses de fonaments AP500 S d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: m3 de volum de fonament o mur de contenció executat, mesurat d'acord amb les especificacions de la DT. No inclou cap operació de moviment de terres.	Rend.: 1,000 715,43 €
				Unitats Preu Parcial Import
Partides d'obra				
	P3C0-3D8E	kg	Armadura per a lloses de fonaments AP500 S d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els	165,000 x 3,29728 = 544,05120

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 17

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
			critèris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. El pes s'obtindrà amidant la llargària total de les barres (barra+cavalcament) L'escreix d'amidament corresponent als retalls està incorporat al preu de la unitat d'obra com a increment del rendiment (1,05 kg de barra d'acer per kg de barra ferrallada, dins de l'element compost)				
	-I3CI	m3	Formigonament de lloses de fonaments (CE, EHE) amb formigó HA-25/B / 20 / IIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa, abocat amb bomba Criteri d'amidament: m3 de volum amidat segons les especificacions de la DT, amb aquelles modificacions i singularitats acceptades prèviament i expressament per la DF.	1,000	x	171,38036	= 171,38036
					Subtotal:		715,43156 715,43156
					COST DIRECTE		715,43156
					DESPESES INDIRECTES	0,00 %	0,00000
					COST EXECUCIÓ MATERIAL		715,43156
	P380-3CP4	kg	Armadura per a riestres i basaments AP500 SD en barres de diàmetre com a màxim 16 mm, d'acer en barres corrugades B500SD de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. El pes s'obtindrà amidant la llargària total de les barres (barra+cavalcament) L'escreix d'amidament corresponent als retalls està incorporat al preu de la unitat d'obra com a increment del rendiment (1,05 kg de barra d'acer per kg de barra ferrallada, dins de l'element compost)	Rend.: 1,000			3,30 €
				Unitats	Preu	Parcial	Import
	Ma d'obra						
	A01-FEP0	h	Ajudant ferrallista	0,008	/R x 45,17000	=	0,36136
	A0F-000I	h	Oficial 1a ferrallista	0,007	/R x 50,88000	=	0,35616
					Subtotal:		0,71752 0,71752
	Materials						
	B0AM-078F	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,006	x 2,51000	=	0,01506
					Subtotal:		0,01506 0,01506
	B0B6-107I	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipul a taller B500SD, de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: kg de pes necessari elaborat a l'obra, calculat amb el pes unitari teòric o qualsevol altre expressament acceptat per la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material com a conseqüència de les operacions específiques d'aquests treballs, com ara retalls i lligaments.	1,000	x 2,55815	=	2,55815

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 18

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
				Subtotal:		2,57321	2,57321
				DESPESES AUXILIARS	1,50 %		0,01076
				COST DIRECTE			3,30149
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			3,30149
P384-42BU	m3		Formigó per a riestres i basaments, HA-25/P/20/IIa de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat des de camió Criteri d'amidament: m3 de volum amidat segons les especificacions de la DT, amb aquelles modificacions i singularitats acceptades prèviament i expressament per la DF.	Rend.: 1,000			150,46 €
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A0D-0007	h	Manobre	0,350	/R x 42,47000	=	14,86450
				Subtotal:		14,86450	14,86450
Materials							
	B06E-11CP	m3	Formigó HA-25/P / 20 / IIa de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	1,020	x 132,72000	=	135,37440
				Subtotal:		135,37440	135,37440
				DESPESES AUXILIARS	1,50 %		0,22297
				COST DIRECTE			150,46187
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			150,46187
P3C0-3D8E	kg		Armadura per a lloses de fonaments AP500 S d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. El pes s'obtindrà amidant la llargària total de les barres (barra+cavalcament) L'escreix d'amidament corresponent als retalls està incorporat al preu de la unitat d'obra com a increment del rendiment (1,05 kg de barra d'acer per kg de barra ferrallada, dins de l'element compost)	Rend.: 1,000			3,30 €
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A0F-000I	h	Oficial 1a ferrallista	0,006	/R x 50,88000	=	0,30528
	A01-FEP0	h	Ajudant ferrallista	0,010	/R x 45,17000	=	0,45170
				Subtotal:		0,75698	0,75698
Materials							
	B0AM-078F	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,0051	x 2,51000	=	0,01280

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 19

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ				PREU
				Subtotal:		0,01280	0,01280
B0B6-107E	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulats a taller B500S, de límit elàstic ≥ 500 N/mm ² . Criteri d'amidament: kg de pes necessari elaborat a l'obra, calculat amb el pes unitari teòric o qualsevol altre expressament acceptat per la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material com a conseqüència de les operacions específiques d'aquests treballs, com ara retalls i lligaments.	1,000	x	2,51615	=	2,51615
				Subtotal:		2,52895	2,52895
				DESPESES AUXILIARS	1,50 %		0,01135
				COST DIRECTE			3,29728
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			3,29728
P3D0-3D8R	u	Desplaçament, muntatge i desmuntatge a obra d'equip d'execució de micropilons. Criteri d'amidament: Quantitat d'unitats utilitzada, acceptada abans i expressament per la DF. m de llargària amidada segons les especificacions de la DT.	Rend.: 1,000				3.711,10 €
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Maquinària							
C3H1-0078	u	Desplaçament, muntatge i desmuntatge a obra d'equip d'execució de micropilons	1,000	/R x	3.711,10000	=	3.711,10000
				Subtotal:		3.711,10000	3.711,10000
				COST DIRECTE			3.711,10000
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			3.711,10000
P3D1-AHZN	m	Enderroc de cap de micropiló de 150 mm de diàmetre	Rend.: 1,000				47,74 €
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
A0D-0007	h	Manobre	0,170	/R x	42,47000	=	7,21990
A0E-000A	h	Manobre especialista	0,680	/R x	43,92000	=	29,86560
				Subtotal:		37,08550	37,08550
Maquinària							
C111-0056	h	Compressor amb dos martells pneumàtics	0,340	/R x	29,69000	=	10,09460
				Subtotal:		10,09460	10,09460
				DESPESES AUXILIARS	1,50 %		0,55628
				COST DIRECTE			47,73638
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			47,73638
P3D2-HENV	m	Execució de micropilons amb entubació recuperable de 120 mm de diàmetre amb menys d'un 25% de perforació en formigó armat o roca dura, armat amb tub d'acer per a l'execució de micropilons, de 560 N/mm ² de límit elàstic, 73 mm de diàmetre i de 6 mm	Rend.: 1,000				154,07 €

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 20

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
			de gruix i injecció repetitiva selectiva amb beurada de ciment CEM I 52,5 R Criteri d'amidament: m de fondària realment executat, amidat segons les especificacions de la DT, comprovat i acceptat expressament per la DF. El preu inclou la perforació, subministrament i col·locació del tub i de les injeccions.				
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A0D-0007	h	Manobre	0,3864	/R x 42,47000	=	16,41041
	A0E-000A	h	Manobre especialista	0,3864	/R x 43,92000	=	16,97069
	A0F-000B	h	Oficial 1a	0,3864	/R x 50,88000	=	19,66003
				Subtotal:		53,04113	53,04113
Maquinària							
	C3H0-0075	h	Equip per a injeccions profundes, amb bomba de pressió baixa i carro de perforació per a barrines fins a 200 mm de diàmetre	0,3864	/R x 189,28000	=	73,13779
				Subtotal:		73,13779	73,13779
Materials							
	B055-069M	t	Ciment pòrtland CEM I 52,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,0288	x 232,38000	=	6,69254
	B011-05ME	m3	Aigua Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,018	x 2,88000	=	0,05184
	B3D0-08FA	m	Tub d'acer per a l'execució de micropilons, de 560 N/mm2 de límit elàstic, 73 mm de diàmetre i de 6 mm de gruix Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	1,020	x 19,43000	=	19,81860
				Subtotal:		26,56298	26,56298
			DESPESES AUXILIARS		2,50 %		1,32603
			COST DIRECTE				154,06793
			DESPESES INDIRECTES		0,00 %		0,00000
			COST EXECUCIÓ MATERIAL				154,06793
P3D2-HEPR	m	Execució de micropilons sense entubació de 150 mm de diàmetre de perforació en formigó armat o roca dura, armat amb tub d'acer per a l'execució de micropilons, de 560 N/mm2 de límit elàstic, 73 mm de diàmetre i de 10 mm de gruix i injecció repetitiva selectiva amb beurada de ciment CEM I 52,5 R Criteri d'amidament: m de fondària realment executat, amidat segons les especificacions de la DT, comprovat i acceptat expressament per la DF. El preu inclou la perforació, subministrament i col·locació del tub i de les injeccions.		Rend.: 1,000		157,91	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 21

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU
Ma d'obra								
	A0D-0007	h	Manobre	0,3542	/R x 42,47000	=	15,04287	
	A0E-000A	h	Manobre especialista	0,3542	/R x 43,92000	=	15,55646	
	A0F-000B	h	Oficial 1a	0,3542	/R x 50,88000	=	18,02170	
				Subtotal:			48,62103	48,62103
Maquinària								
	C3H0-0075	h	Equip per a injeccions profundes, amb bomba de pressió baixa i carro de perforació per a barrines fins a 200 mm de diàmetre	0,3542	/R x 189,28000	=	67,04298	
				Subtotal:			67,04298	67,04298
Materials								
	B055-069M	t	Ciment pòrtland CEM I 52,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,0882	x 232,38000	=	20,49592	
	B011-05ME	m3	Aigua Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,0553	x 2,88000	=	0,15926	
	B3D0-08FB	m	Tub d'acer per a l'execució de micropilons, de 560 N/mm2 de límit elàstic, 73 mm de diàmetre i de 10 mm de gruix. Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	1,020	x 19,98000	=	20,37960	
				Subtotal:			41,03478	41,03478
				DESPESES AUXILIARS		2,50 %		1,21553
				COST DIRECTE				157,91432
				DESPESES INDIRECTES		0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL				157,91432
P3F0-D54B	kg	Armadura per a enceps AP500 SD d'acer en barres corrugades B500SD de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. El pes s'obté dividint la llargària total de les barres (barra+cavalcament) L'escreix d'amidament corresponent als retalls està incorporat al preu de la unitat d'obra com a increment del rendiment (1,05 kg de barra d'acer per kg de barra ferrallada, dins de l'element compost)			Rend.: 1,000		3,20	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A0F-000I	h	Oficial 1a ferrallista	0,006	/R x 50,88000	=	0,30528	
	A01-FEP0	h	Ajudant ferrallista	0,007	/R x 45,17000	=	0,31619	
				Subtotal:			0,62147	0,62147
Materials								
	B0AM-078F	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat	0,0061	x 2,51000	=	0,01531	

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 22

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
necessària subministrada a l'obra				Subtotal:	0,01531	0,01531	
B0B6-107I	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulats a taller B500SD, de límit elàstic >= 500 N/mm2 Criteri d'amidament: kg de pes necessari elaborat a l'obra, calculat amb el pes unitari teòric o qualsevol altre expressament acceptat per la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material com a conseqüència de les operacions específiques d'aquests treballs, com ara retalls i lligaments.	1,000	x 2,55815	=	2,55815	
				Subtotal:	2,57346	2,57346	
DESPESES AUXILIARS				1,50 %		0,00932	
COST DIRECTE						3,20425	
DESPESES INDIRECTES				0,00 %		0,00000	
COST EXECUCIÓ MATERIAL						3,20425	
P3F1-DQ79	m2	Encofrat amb tauler de fusta de pi per a enceps Criteri d'amidament: m2 de superfície amidada segons les especificacions de la DT i que es trobi en contacte amb el formigó. Aquest criteri inclou els apuntalaments previs, els elements auxiliars per a muntatge de l'encofrat i els elements d'acabat de les cantonades per a formigó vist, com ara matavius o altres sistemes, així com la recollida, neteja i condicionament dels elements utilitzats. La superfície corresponent a forats interiors s'ha de deduir de la superfície total d'acord amb els criteris següents: Obertures <= 1 m2: No es dedueixen Obertures > 1 m2: Es dedueix el 100% Als forats que no es dedueixin, l'amidament inclou l'encofrat necessari per a conformar el perímetre dels forats. En cas de deduir-se el 100% del forat, cal amidar també l'encofrat necessari per a conformar el perímetre dels forats.	Rend.: 1,000			58,94	€
Ma d'obra				Unitats	Preu	Parcial	Import
A0F-000F	h	Oficial 1a encofrador	0,500	/R x 50,88000	=	25,44000	
A01-FEOZ	h	Ajudant encofrador	0,550	/R x 45,17000	=	24,84350	
				Subtotal:		50,28350	50,28350
Materials							
B0D21-07O	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	2,9997	x 0,73000	=	2,18978	
B0D70-0CE	m2	Tauler elaborat amb fusta de pi, de 22 mm de gruix, per a 10 usos Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	1,100	x 2,85000	=	3,13500	
B0D31-07P4	m3	Llata de fusta de pi Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,0038	x 528,70000	=	2,00906	
B0AK-07AS	kg	Clau acer Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri	0,1501	x 2,55000	=	0,38276	

PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR
LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL.
Zona esportiva municipal.
Arenys de Munt.

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 23

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU
B0DZ1-0ZLZ	I	d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra Desencofrant Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,040	x	4,66000	=	0,18640	
Subtotal:							7,90300	7,90300
DESPESES AUXILIARS							1,50 %	0,75425
COST DIRECTE								58,94075
DESPESES INDIRECTES							0,00 %	0,00000
COST EXECUCIÓ MATERIAL								58,94075
P3F2-DWWN	m3	Formigó per a enceps, HA-25/B/20/Ila, de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat des de camió Criteri d'amidament: m3 de volum amidat segons les especificacions de la DT, amb aquelles modificacions i singularitats acceptades prèviament i expressament per la DF.	Rend.: 1,000				172,88	e
			Unitats		Preu		Parcial	Import
A0D-0007	h	Manobre	0,480	/R x	42,47000	=	20,38560	
A0F-000T	h	Oficial 1a paleta	0,120	/R x	50,88000	=	6,10560	
Subtotal:							26,49120	26,49120
B06E-11H5	m3	Formigó HA-25/B / 20 / Ila de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	1,100	x	132,72000	=	145,99200	
Subtotal:							145,99200	145,99200
DESPESES AUXILIARS							1,50 %	0,39737
COST DIRECTE								172,88057
DESPESES INDIRECTES							0,00 %	0,00000
COST EXECUCIÓ MATERIAL								172,88057
P3V0-0231	u	Assaig estàtic de càrrega d'un piló, amb desplaçament a obra, muntatge i desmuntatge d'equip, per a una càrrega de prova de 2000 a 3000 kN, segons la norma ASTM D1143-81(1994)E1	Rend.: 1,000				48.864,87	e
			Unitats		Preu		Parcial	Import
BVA4-022Y	u	Assaig estàtic de càrrega d'un piló, amb desplaçament a obra, muntatge i desmuntatge d'equip, per a una càrrega de prova de 2000 a 3000 kN, segons la norma ASTM D1143-81(1994)E1	1,000	x	48.864,8700	=	48.864,87000	
Subtotal:							48.864,87000	48.864,87000

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 24

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
				COST DIRECTE			48.864,87000
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			48.864,87000
P3W4-02UQ	u		Jornada d'assaigs d'adequació de pern d'ancoratge, per a determinar la capacitat de l'ancoratge de suportar una tracció de prova, les característiques de fluència o la pèrdua de càrrega del sistema d'ancoratge i la llargària lliure equivalent, segons la norma UNE-EN 1537	Rend.: 1,000			1.134,10 €
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Materials							
BV281-02UJ	u		Jornada d'assaigs d'adequació de pern d'ancoratge, per a determinar la capacitat de l'ancoratge de suportar una tracció de prova, les característiques de fluència o la pèrdua de càrrega del sistema d'ancoratge i la llargària lliure equivalent, segons la norma UNE-EN 1537	1,000	x 1.134,10000	=	1.134,10000
				Subtotal:		1.134,10000	1.134,10000
				COST DIRECTE			1.134,10000
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			1.134,10000
P-15	P3Z3-D527	m2	Capa de neteja i anivellament de 10 cm de gruix de formigó amb granulats reciclats HL-150/B/20 de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, amb una substitució del 50% del granulat gruixut per granulat reciclat mixt amb marcat CE, procedent de plantes de reciclat de residus de la construcció o demolició autoritzades, abocat des de camió Criteri d'amidament: m2 de superfície amidada segons les especificacions de la DT.	Rend.: 1,000			21,65 €
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A0D-0007	h	Manobre	0,150	/R x 42,47000	=	6,37050
	A0F-000T	h	Oficial 1a paleta	0,075	/R x 50,88000	=	3,81600
				Subtotal:		10,18650	10,18650
Materials							
	B068-HPOJ	m3	Formigó de neteja amb granulat reciclat, amb una dosificació de 150 kg/m3 de ciment, consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, HL-150/B/20, amb una substitució del 50% del granulat gruixut per granulat reciclat mixt amb marcat CE, procedent de plantes de reciclat de residus de la construcció o demolició autoritzades Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,105	x 107,73000	=	11,31165
				Subtotal:		11,31165	11,31165

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 25

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
				DESPESES AUXILIARS	1,50 %		0,15280
				COST DIRECTE			21,65095
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			21,65095
P442-DFZ1	kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, per a bigues formades per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura i cargols Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls.	Rend.: 1,000			4,58	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
A01-FEP1	h	Ajudant soldador	0,008	/R x 45,34000	=	0,36272	
A0F-000Y	h	Oficial 1a soldador	0,014	/R x 51,73000	=	0,72422	
				Subtotal:		1,08694	1,08694
Maquinària							
C206-00DW	h	Equip i elements auxiliars per a soldadura elèctrica	0,014	/R x 5,83000	=	0,08162	
				Subtotal:		0,08162	0,08162
Materials							
B44Z-0M0S	kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat al taller per a col·locar amb cargols i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	1,000	x 3,38000	=	3,38000	
				Subtotal:		3,38000	3,38000
				DESPESES AUXILIARS	2,50 %		0,02717
				COST DIRECTE			4,57573
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			4,57573
P-16	P442-DFZP	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a bigues formades per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a	Rend.: 1,000		4,33	€

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 26

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU				
retalls.								
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A01-FEP1	h	Ajudant soldador	0,010	/R x 45,34000	=	0,45340	
	A0F-000Y	h	Oficial 1a soldador	0,018	/R x 51,73000	=	0,93114	
				Subtotal:		1,38454	1,38454	
Maquinària								
	C206-00DW	h	Equip i elements auxiliars per a soldadura elèctrica	0,018	/R x 5,83000	=	0,10494	
				Subtotal:		0,10494	0,10494	
Materials								
	B44Z-0LY7	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat al taller per a col·locar amb soldadura i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	1,000	x 2,81000	=	2,81000	
				Subtotal:		2,81000	2,81000	
				DESPESES AUXILIARS	2,50 %		0,03461	
				COST DIRECTE			4,33409	
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000	
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			4,33409	
P442-DG06	kg		Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, per a bigues formades per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura i cargols Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls.	Rend.: 1,000			4,85 €	
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A01-FEP1	h	Ajudant soldador	0,008	/R x 45,34000	=	0,36272	
	A0F-000Y	h	Oficial 1a soldador	0,014	/R x 51,73000	=	0,72422	
				Subtotal:		1,08694	1,08694	
Maquinària								
	C206-00DW	h	Equip i elements auxiliars per a soldadura elèctrica	0,014	/R x 5,83000	=	0,08162	
				Subtotal:		0,08162	0,08162	

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 27

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU	
Materials									
	B44Z-0M13	kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb cargols i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	1,000	x	3,65000	=	3,65000	
				Subtotal:				3,65000	3,65000
				DESPESES AUXILIARS		2,50	%		0,02717
				COST DIRECTE					4,84573
				DESPESES INDIRECTES		0,00	%		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL					4,84573
P446-DMAJ									
		kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, per a elements d'ancoratge formats per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb cargols Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls.	Rend.: 1,000					4,85 €
				Unitats		Preu		Parcial	Import
Ma d'obra									
	A01-FEPH	h	Ajudant muntador	0,012	/R x	45,17000	=	0,54204	
	A0F-000R	h	Oficial 1a muntador	0,012	/R x	52,58000	=	0,63096	
				Subtotal:				1,17300	1,17300
Materials									
	B44Z-0M13	kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb cargols i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	1,000	x	3,65000	=	3,65000	
				Subtotal:				3,65000	3,65000

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 28

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU
				DESPESES AUXILIARS	2,50	%		0,02933
				COST DIRECTE				4,85233
				DESPESES INDIRECTES	0,00	%		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL				4,85233
P-17	P446-DMBX	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a elements d'ancoratge formats per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls.	Rend.: 1,000			4,44	€
				Unitats		Preu	Parcial	Import
Ma d'obra								
	A01-FEP1	h	Ajudant soldador	0,015	/R x	45,34000 =	0,68010	
	A0F-000Y	h	Oficial 1a soldador	0,015	/R x	51,73000 =	0,77595	
				Subtotal:			1,45605	1,45605
Maquinària								
	C206-00DW	h	Equip i elements auxiliars per a soldadura elèctrica	0,015	/R x	5,83000 =	0,08745	
				Subtotal:			0,08745	0,08745
Materials								
	B44Z-0M1J	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb soldadura i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	1,000	x	2,86000 =	2,86000	
				Subtotal:			2,86000	2,86000
				DESPESES AUXILIARS	2,50	%		0,03640
				COST DIRECTE				4,43990
				DESPESES INDIRECTES	0,00	%		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL				4,43990
P447-DMDJ	kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, per a reforç d'elements d'encastament, recolzament i rigiditzadors, col·locat a l'obra amb soldadura Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material	Rend.: 1,000				9,25	€

PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR
LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL.
Zona esportiva municipal.
Arenys de Munt.

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 29

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU				
corresponents a retalls.								
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A01-FEP1	h	Ajudant soldador	0,050	/R x 45,34000	=	2,26700	
	A0F-000Y	h	Oficial 1a soldador	0,050	/R x 51,73000	=	2,58650	
				Subtotal:			4,85350	4,85350
Maquinària								
	C206-00DW	h	Equip i elements auxiliars per a soldadura elèctrica	0,050	/R x 5,83000	=	0,29150	
				Subtotal:			0,29150	0,29150
Materials								
	B44Z-0M1R	kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, per a reforç d'elements d'encastament, recolzament i rigiditzadors, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb soldadura i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	1,000	x 4,03000	=	4,03000	
				Subtotal:			4,03000	4,03000
				DESPESES AUXILIARS	1,50	%		0,07280
				COST DIRECTE				9,24780
				DESPESES INDIRECTES	0,00	%		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL				9,24780
P-18	P44C-DP1Y	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a pilars formats per peça composta, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls.	Rend.: 1,000				4,66 €
				Unitats	Preu	Parcial	Import	
Ma d'obra								
	A0F-000Y	h	Oficial 1a soldador	0,015	/R x 51,73000	=	0,77595	
	A01-FEP1	h	Ajudant soldador	0,015	/R x 45,34000	=	0,68010	
				Subtotal:			1,45605	1,45605
Maquinària								
	C206-00DW	h	Equip i elements auxiliars per a soldadura elèctrica	0,015	/R x 5,83000	=	0,08745	
				Subtotal:			0,08745	0,08745

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 30

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ				PREU
Materials							
	B44Z-0LWQ	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça composta, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb soldadura i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	1,000	x	3,08000	= 3,08000
				Subtotal:		3,08000	3,08000
DESPESES AUXILIARS				2,50	%		0,03640
COST DIRECTE							4,65990
DESPESES INDIRECTES				0,00	%		0,00000
COST EXECUCIÓ MATERIAL							4,65990
P44C-DP2R	kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, per a pilars formats per peça composta, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura i cargols Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls.	Rend.: 1,000			5,19	€
			Unitats		Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
A01-FEP1	h	Ajudant soldador	0,012	/R x	45,34000	= 0,54408	
A0F-000Y	h	Oficial 1a soldador	0,012	/R x	51,73000	= 0,62076	
				Subtotal:		1,16484	1,16484
Maquinària							
C206-00DW	h	Equip i elements auxiliars per a soldadura elèctrica	0,012	/R x	5,83000	= 0,06996	
				Subtotal:		0,06996	0,06996
Materials							
	B44Z-0LWB	kg	Acer S355JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça composta, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb cargols i amb una capa d'imprimació antioxidant Criteri d'amidament: kg de pes necessari subministrat a l'obra, calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF Aquests criteris inclouen les pèrdues de material corresponents a retalls.	1,000	x	3,93000	= 3,93000
				Subtotal:		3,93000	3,93000

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 31

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
				DESPESES AUXILIARS	2,50 %		0,02912
				COST DIRECTE			5,19392
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			5,19392
P-19	P4Z4-3HF5	dm3	Base d'anivellament amb morter d'alta resistència i sense retracció, col·locat manualment Criteri d'amidament: dm3 de volum mesurat segons les especificacions de la DT.	Rend.: 1,000			4,51 €
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A0F-000B	h	Oficial 1a	0,003	/R x 50,88000	=	0,15264
	A0D-0007	h	Manobre	0,003	/R x 42,47000	=	0,12741
				Subtotal:		0,28005	0,28005
Materials							
	B075-06T4	kg	Mortor d'anivellament Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	2,400	x 1,76000	=	4,22400
				Subtotal:		4,22400	4,22400
				DESPESES AUXILIARS	1,50 %		0,00420
				COST DIRECTE			4,50825
				DESPESES INDIRECTES	0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			4,50825
	P531-9R6U	m2	Coberta amb panell sandvitx de planxes d'acer amb aïllament de poliisocianurat (PIR), amb un gruix total de 30 mm, amb la cara exterior nervada color estàndard, diferent del blanc i la cara interior grecada, galvanitzat en calent i prelacat en ambdues cares, gruix de les planxes (ext/int) 0.5/0,5 mm, junt longitudinal encadellat, amb fixació vista, amb un pendent de 7 a 30%	Rend.: 1,000			59,09 €
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A0F-000R	h	Oficial 1a muntador	0,200	/R x 52,58000	=	10,51600
	A01-FEPH	h	Ajudant muntador	0,200	/R x 45,17000	=	9,03400
				Subtotal:		19,55000	19,55000
Materials							
	B0CH1-1EM	m2	Panell sandvitx amb dues planxes d'acer galvanitzat en calent i prelacat i aïllament de poliisocianurat (PIR) amb un gruix total de 30 mm, amb la cara exterior nervada i la cara interior grecada, color estàndard, diferent del blanc, gruix de les planxes (ext/int) 0.5/0,5 mm, junt longitudinal encadellat i sistema de fixació vista, per a cobertes	1,050	x 35,13000	=	36,88650
	B0A5-06VX	u	Cargol autoroscant amb volandera	8,000	x 0,27000	=	2,16000
				Subtotal:		39,04650	39,04650

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 32

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
DESPESES AUXILIARS				2,50	%		0,48875
COST DIRECTE							59,08525
DESPESES INDIRECTES				0,00	%		0,00000
COST EXECUCIÓ MATERIAL							59,08525
P-20	P534-4SCT	m2	Coberta de plaques conformades amb perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 260 i 275 mm i una alçària entre 30 i 35 mm de 0,7 mm de gruix, amb una inèrcia i una massa superficial [null]/m2, acabat llis, per a cobertes, de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782, ancorades sobre corretges d'11 a 15 cm d'alçària	Rend.: 1,000		32,38	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A0F-000R	h	Oficial 1a muntador	0,250	/R x 52,58000	=	13,14500
	A0D-0007	h	Manobre	0,125	/R x 42,47000	=	5,30875
				Subtotal:		18,45375	18,45375
Materials							
	B0CH4-20YJ	m2	Perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb 4 nervis separats entre 260 i 275 mm i una alçària entre 30 i 35 mm de 0,7 mm de gruix, amb una inèrcia i una massa superficial [null]/m2, acabat llis, per a cobertes, de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782	1,050	x 11,26000	=	11,82300
	B533-130G	u	Ganxo d'acer galvanitzat i junts de ferro i plom, per a cobertes de plaques conformades amb corretges d'alçària 11 a 15 cm	2,000	x 0,82000	=	1,64000
				Subtotal:		13,46300	13,46300
DESPESES AUXILIARS				2,50	%		0,46134
COST DIRECTE							32,37809
DESPESES INDIRECTES				0,00	%		0,00000
COST EXECUCIÓ MATERIAL							32,37809
P547-67L4		m2	Coberta sandwich "in situ" amb pendent superior a 30 %, formada per dues planxes, la inferior és un perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada amb 3 nervis separats entre 245 i 255 mm i una alçària entre 100 i 110 mm de 0,6 mm de gruix, amb una inèrcia entre 148 i 150 cm4 i una massa superficial entre 7 i 9 kg/m2, acabat llis, segons la norma UNE-EN 14782perfil grecat de planxa d'acer galvanitzada amb greques cada 172 mm, de 44 mm d'alçària i 0,6 mm de gruix, amb una inèrcia entre 26 i 27 cm4 i una massa superficial entre 6 i 7 kg/m2, acabat llis segons la norma UNE-EN 14782i perfils omega d'acer, d'alçària 100 mm com a separadors i aïllament amb placa de llana mineral de roca de 126 a 160 kg/m3 i gruix 90 mm	Rend.: 1,000		104,59	€
				Unitats	Preu	Parcial	Import
Ma d'obra							
	A01-FEP3	h	Ajudant col·locador	0,150	/R x 40,19000	=	6,02850
	A0F-000D	h	Oficial 1a col·locador	0,450	/R x 45,27000	=	20,37150

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 33

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU
				Subtotal:			26,40000	26,40000
Materials								
	B44Z-0LZT	kg	Acer S235JRC segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils conformats en fred sèrie L, U, C, Z i omega, tallat a mida i galvanitzat	3,000	x	3,36000	=	10,08000
	B7C93-0J1Q	m2	Placa rígida de llana mineral de roca (MW), de densitat 126 a 160 kg/m3, de 90 mm de gruix, amb una conductivitat tèrmica <= 0.039 W/(m·K) i resistència tèrmica >= 2,308 m2·K/W	1,000	x	33,63000	=	33,63000
	B0CH2-21FI	m2	Perfil grecat de planxa d'acer galvanitzada amb greques cada 172 mm, de 44 mm d'alçària i 0,6 mm de gruix, amb una inèrcia entre 26 i 27 cm4 i una massa superficial entre 6 i 7 kg/m2, acabat llis segons la norma UNE-EN 14782	1,050	x	13,00000	=	13,65000
	B0A5-06VX	u	Cargol autoroscant amb volandera	16,500	x	0,27000	=	4,45500
	B0CH4-20Q	m2	Perfil nervat de planxa d'acer galvanitzada amb 3 nervis separats entre 245 i 255 mm i una alçària entre 100 i 110 mm de 0,6 mm de gruix, amb una inèrcia entre 148 i 150 cm4 i una massa superficial entre 7 i 9 kg/m2, acabat llis, segons la norma UNE-EN 14782	1,050	x	14,97000	=	15,71850
				Subtotal:			77,53350	77,53350
				DESPESES AUXILIARS	2,50	%		0,66000
				COST DIRECTE				104,59350
				DESPESES INDIRECTES	0,00	%		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL				104,59350
P547-6CJG	m2	Coberta sandwich "in situ" amb pendent superior a 30 %, formada per dues planxes, la inferior és un perfil grecat de planxa d'acer galvanitzada amb greques cada 172 mm, de 44 mm d'alçària i 0,75 mm de gruix, amb una inèrcia entre 31 i 32 cm4 i una massa superficial entre 8 i 9 kg/m2, acabat llis segons la norma UNE-EN 14782perfil grecat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb greques cada 172 mm, de 44 mm d'alçària i 0,75 mm de gruix, amb una inèrcia entre 31 i 32 cm4 i una massa superficial entre 8 i 9 kg/m2, acabat llis de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782i perfils omega d'acer, d'alçària 100 mm com a separadors i aïllament amb placa de llana mineral de roca de 126 a 160 kg/m3 i gruix 90 mm		Rend.: 1,000			110,59	€
				Unitats		Preu	Parcial	Import
Ma d'obra								
	A01-FEP3	h	Ajudant col·locador	0,150	/R x	40,19000	=	6,02850
	A0F-000D	h	Oficial 1a col·locador	0,450	/R x	45,27000	=	20,37150
				Subtotal:			26,40000	26,40000
Materials								
	B44Z-0LZT	kg	Acer S235JRC segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils conformats en fred sèrie L, U, C, Z i omega, tallat a mida i galvanitzat	3,000	x	3,36000	=	10,08000
	B7C93-0J1Q	m2	Placa rígida de llana mineral de roca (MW), de densitat 126 a 160 kg/m3, de 90 mm de gruix, amb una conductivitat tèrmica <= 0.039 W/(m·K) i resistència tèrmica >= 2,308 m2·K/W	1,000	x	33,63000	=	33,63000

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 34

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU
	B0CH2-21F	m2	Perfil grecat de planxa d'acer galvanitzada amb greques cada 172 mm, de 44 mm d'alçària i 0,75 mm de gruix, amb una inèrcia entre 31 i 32 cm4 i una massa superficial entre 8 i 9 kg/m2, acabat llis segons la norma UNE-EN 14782	1,050	x	15,83000	=	16,62150
	B0A5-06VX	u	Cargol autoroscant amb volandera	16,500	x	0,27000	=	4,45500
	B0CH2-21E	m2	Perfil grecat de planxa d'acer galvanitzada i lacada amb greques cada 172 mm, de 44 mm d'alçària i 0,75 mm de gruix, amb una inèrcia entre 31 i 32 cm4 i una massa superficial entre 8 i 9 kg/m2, acabat llis de color estàndard, segons la norma UNE-EN 14782	1,050	x	17,85000	=	18,74250
				Subtotal:				83,52900
								83,52900
				DESPESES AUXILIARS		2,50 %		0,66000
				COST DIRECTE				110,58900
				DESPESES INDIRECTES		0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL				110,58900
	P891-FHRK	u	Determinació de la massa i el gruix del recobriment galvanitzat o de pintura en elements superficials, segons la norma UNE-EN ISO 1460 i UNE-EN ISO 2178 o UNE-EN ISO 2808	Rend.: 1,000				311,87 €
				Unitats		Preu	Parcial	Import
Materials								
	BV2K0-00Z	u	Determinació de la massa i el gruix del recobriment galvanitzat o de pintura en elements superficials, segons la norma UNE-EN ISO 1460 i UNE-EN ISO 2178 o UNE-EN ISO 2808	1,000	x	311,87000	=	311,87000
				Subtotal:				311,87000
								311,87000
				COST DIRECTE				311,87000
				DESPESES INDIRECTES		0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL				311,87000
	P893-02KY	u	Jornada per a inspecció visual del recobriment galvanitzat	Rend.: 1,000				1.134,10 €
				Unitats		Preu	Parcial	Import
Materials								
	BV2K1-02K	u	Jornada per a inspecció visual del recobriment galvanitzat	1,000	x	1.134,10000	=	1.134,10000
				Subtotal:				1.134,10000
								1.134,10000
				COST DIRECTE				1.134,10000
				DESPESES INDIRECTES		0,00 %		0,00000
				COST EXECUCIÓ MATERIAL				1.134,10000
P-21	P89C-393V	m2	Pintat d'estructura d'acer a l'esmalt sintètic, amb dues capes d'imprimació antioxidant i dues d'acabat Criteri d'amidament: m2 de superfície realment pintada segons les especificacions de la DT. Cal considerar el desenvolupament del perímetre.	Rend.: 1,000				57,00 €
				Unitats		Preu	Parcial	Import
Ma d'obra								

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 35

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ					PREU
	A01-FEP9	h	Ajudant pintor	0,079	/R x 45,17000	=	3,56843	
	A0F-000V	h	Oficial 1a pintor	0,790	/R x 50,88000	=	40,19520	
					Subtotal:		43,76363	43,76363
Materials								
	B8Z6-0P2D	kg	Imprimació antioxidant Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,204	x 29,17000	=	5,95068	
	B891-0P02	kg	Esmalt sintètic Criteri d'amidament: Unitat d'amidament: la indicada a la descripció de l'element Criteri d'amidament: quantitat necessària subministrada a l'obra	0,255	x 26,01000	=	6,63255	
					Subtotal:		12,58323	12,58323
			DESPESES AUXILIARS		1,50 %			0,65645
			COST DIRECTE					57,00331
			DESPESES INDIRECTES		0,00 %			0,00000
			COST EXECUCIÓ MATERIAL					57,00331

PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR
LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL.
Zona esportiva municipal.
Arenys de Munt.

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

Data: 14/09/23

Pàg.: 36

ALTRES

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU
BV21780A	u	Mostreig, realització de con d'Abrams, elaboració de les provetes, cura, recapçament i assaig a compressió d'una sèrie de sis provetes cilíndriques de 15x30 cm, segons la norma UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12350-2, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-2, UNE-EN 12390-3	213,15000 €
BV25J108	u	Jornada per a inspecció visual d'unions soldades segons UNE 14044, UNE-EN 13018 i per a assaig mitjançant partícules magnètiques i/o líquids penetrants segons UNE-EN ISO 17638, UNE-EN ISO 3452-1 i la seva acceptació segons UNE-EN ISO 23277, UNE-EN ISO 23278	999,00000 €

PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL, ZONA ESPORTIVA MUNICIPAL, CARRETERA DE MATARÓ A ARENYS DE MUNT S/N, ARENYS DE MUNT.

PROM. – AJUNTAMENT D'ARENYS DE MUNT.

ANNEX V: ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS.

Índex

1	Memòria Informativa de l'Estudi
2	Definicions
3	Mesures Prevenció de Residus
4	Quantitat de Residus
5	Mesures per a la Separació en Obra
6	Destinació Final
7	Prescripcions del Plec sobre Residus
	7.1 Normativa
8	Fiança

1 Memòria Informativa de l'Estudi

Es redacta aquest Estudi de Gestió de Residus de Construcció i Demolició en compliment del Reial Decret 105/2008, de 1 Febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i de demolició que estableix, en el seu article 4, entre les obligacions del productor de residus de construcció i demolició la d'incloure en el projecte d'execució un Estudi de Gestió de Residus de Construcció i Demolició que reflecteixi com portarà a terme les obligacions que li incumbeixin en relació amb els residus de construcció i demolició que es vagin a produir en l'obra.

Sobre la base d'aquest Estudi, el posseïdor de residus redactarà un pla que serà aprovat per la direcció facultativa i acceptat per la propietat i passarà a formar part dels documents contractuals de l'obra.

Aquest Estudi de Gestió de Residus conta amb el següent contingut:

- Estimació de la **QUANTITAT**, expressada en tones i en metres cúbics, dels residus de construcció i demolició que es generaran en l'obra, codificats conformement a la llista europea de residus publicada per la Decisió de la Comissió 2014/955/UE.
- Relació de **MESURES per a la PREVENCIÓ** de residus en l'obra objecte del projecte.
- Les operacions de **REUTILITZACIÓ, VALORITZACIÓ o ELIMINACIÓ** a que es destinaran els residus que es generaran en l'obra.
- Les **MESURES per a la SEPARACIÓ** dels residus en obra, en particular, per al compliment per part del posseïdor dels residus, de l'obligació de separació establerta en l'article 5 del citat Reial Decret 105/2008.
- Les prescripcions del **PLEC de PRESCRIPCIONS** tècniques particulars del projecte, en relació amb l'emmagatzematge, manipulació, separació i, si escau, altres operacions de gestió dels residus de construcció i demolició dintre de l'obra.
- Una **VALORACIÓ** del cost previst de la gestió dels residus de construcció i demolició que formarà part del pressupost del projecte en capítol independent.
- Si escau, un **INVENTARI dels RESIDUS PERILLOsos** que es generaran.
- **PLÀNOLS** de les instal·lacions previstes per a l'emmagatzematge, manipulació, separació i, si escau, altres operacions de gestió dels residus de construcció i demolició dintre de l'obra.

Les dades informatives de l'obra són:

Projecte:	MARQUESINA PER COBRIR LA GARDERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL
Pressupost Execució Material:	155.974,03.-Euros
Adreça de l'obra:	CARRETERA DE MATARÓ A ARENYS DE MUNT, S/N
Localitat:	ARENYS DE MUNT
Província:	BARCELONA
Promotor:	AJUNTAMENT D'ARENYS DE MUNT
N.I.F. del promotor:	P0800700G
Tècnic redactor d'aquest Estudi:	XAVIER BRULLET COLL
Titulació o càrrec redactor:	ENGINYER INDUSTRIAL
Data de començament de l'obra:	Substitueixi aquest text per Data Execució Obra

Aquest Estudi de Gestió de Residus de Construcció i Demolició s'ha redactat amb el suport de l'aplicació informàtica específica CONSTRUBIT RESIDUS.

2 Definicions

Per a una millor comprensió d'aquest document es realitzen les següents definicions dins de l'àmbit de la gestió de residus en obres de construcció i demolició:

- **Residu:** Segons la Llei 7/2022 es defineix residu a qualsevol substància o objecte que el seu posseïdor rebutgi o que tingui la intenció o l'obligació de rebutjar.
- **Residu perillós:** residu que presenta una o diverses de les característiques de perillositat enumerades en l'annex I de la Llei 7/2022 i aquell que sigui qualificat com a residu perillós pel Govern de conformitat amb el que s'estableix en la normativa de la Unió Europea o en els convenis internacionals dels quals Espanya sigui part. També es comprenen en aquesta definició els recipients i envasos que continguin restes de substàncies o preparats perillosos o estiguin contaminats per ells, tret que es demostrï que no presenten cap de les característiques de perillositat enumerades en el citat annex I.

- **Residus no perillosos:** Tots aquells residus no catalogats com a tals segons la definició anterior.
- **Residu inert:** Aquell residu No Perillós que no experimenta transformacions físiques, químiques o biològiques significatives, no és soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicament ni de cap altra manera, no és biodegradable, no afecta negativament a altres matèries amb les quals entra en contacte de manera que pugui donar lloc a contaminació del medi ambient o perjudicar la salut humana. La lixivialitat total, el contingut de contaminants del residu i l'ecotoxicitat del lixiviat hauran d'ésser insignificants i en particular no hauran de comportar cap risc per a la qualitat de les aigües superficials o subterrànies.
- **Residu de construcció i demolició:** Qualsevol substància o objecte que complint amb la definició de residu es genera en una obra de construcció i de demolició.
- **Codi LER:** Codi de 6 dígit per a identificar un residu publicat segons la Decisió de la Comissió 2014/955/UE, de 18 de desembre de 2014, per la qual es modifica la Decisió 2000/532/CE, sobre la "llista de residus", de conformitat amb la Directiva 2008/98/CE del Parlament Europeu i del Consell.
- **Agent:** tota persona física o jurídica que organitzi la valorització o l'eliminació de residus per encàrrec de tercers.
- **Productor de residus:** La persona física o jurídica titular de la llicència urbanística en una obra de construcció o demolició; en aquelles obres que no precisin de llicència urbanística, tindrà la consideració de productor de residus la persona física o jurídica titular del bé immoble objecte d'una obra de construcció o demolició.
- **Posseïdor de residus de construcció i demolició:** la persona física o jurídica que tingui en el seu poder els residus de construcció i demolició i que no ostenti la condició de gestor de residus. En tot cas, tindrà la consideració de posseïdor la persona física o jurídica que executi l'obra de construcció o demolició, tals com el constructor, els subcontractistes o els treballadors autònoms. En tot cas, no tindran la consideració de posseïdor de residus de construcció i demolició els treballadors per compte aliè.
- **Volum aparent:** volum total de la massa de residus en obra, espai que ocupen acumulats sense compactar amb els espais buits que queden inclosos entre mig. En última instància, és el volum que realment ocupen en obra.
- **Volum real:** Volum de la massa dels residus sense contar espais buits, és a dir, entenent una teòrica massa compactada dels mateixos.
- **Gestor de residus:** La persona o entitat pública o privada que realitzi qualsevol de les operacions que componen la gestió dels residus, sigui o no el productor dels mateixos. Han d'estar autoritzats o registrats per l'organisme autonòmic corresponent.
- **Destinació final:** Qualsevol de les operacions de valorització i eliminació de residus enumerades en els annexos II i III de la Llei 7/2022, de 8 d'abril, de residus i sòls contaminats per a una economia circular.
- **Reutilització:** L'ús d'un producte usat per a la mateixa fi per al qual va ser dissenyat originàriament.
- **Reciclat:** La transformació dels residus, dintre d'un procés de producció per a la seva finalitat inicial o per a altres fins, inclòs el compostatge i la biometanització, però no la incineració amb recuperació d'energia.
- **Valorització:** Tot procediment que permeti l'aprofitament dels recursos continguts en els residus sense posar en perill la salut humana i sense utilitzar mètodes que puguin causar perjudicis al medi ambient.
- **Eliminació:** tot procediment dirigit, bé a l'abocament dels residus o bé a la seva destrucció, total o parcial, realitzat sense posar en perill la salut humana i sense utilitzar mètodes que puguin causar perjudicis al medi ambient.

3 Mesures Prevenció de Residus

Prevenció en Tasques de Demolició

- En la mesura que sigui possible, les tasques de demolició es realitzaran emprant tècniques de desconstrucció selectiva i de desmuntatge a fi d'afavorir la reutilització, reciclat i valoració dels residus.
- Com a norma general, la demolició s'iniciarà amb els residus perillosos, posteriorment els residus destinats a reutilització, després d'aquests els que es valorin i finalment els que es dipositaran en abocador.
- Ja que es preveu la utilització de tècniques de demolició massiva, es garantirà previ a l'inici d'aquests treballs, que han estat retirats tots els residus perillosos i, en el seu cas, aquells elements destinats a reutilització.

Prevenció en l'Adquisició de Materials

- L'adquisició de materials es realitzarà ajustant la quantitat als amidaments reals d'obra, ajustant al màxim les mateixes per evitar l'aparició d'excedents de material al final de l'obra.
- Es requerirà les empreses subministradores que redueixin al màxim la quantitat i volum d'embalatges prioritzant aquells que minimitzen els mateixos.
- Es donarà prioritat a l'adquisició de materials reciclables davant altres de mateixes prestacions però de difícil o

impossible reciclat.

- Es mantindrà un inventari de productes excedents per a la possible utilització en altres obres.
- Es realitzarà un pla de lliurament dels materials en els quals es detalli per a cadascun d'ells la quantitat, data d'arribada a obra, lloc i forma d'emmagatzematge en obra, gestió d'excedents i en el seu cas gestió de residus.
- Es prioritzarà l'adquisició de productes "a granel" a fi de limitar l'aparició de residus d'envasos en obra.
- Aquells envasos o suports de materials que puguin ser reutilitzats com els palets, s'evitarà el seu deteriorament i es retornaran al proveïdor.
- S'inclourà als contractes de subministrament una clàusula de penalització als proveïdors que generin en obra més residus del previst i que es puguin imputar a una mala gestió.
- S'intentarà adquirir els productes en mòdul dels elements constructius en els quals seran col·locats per evitar excessos.

Prevenció en la Posta en Obra

- S'optimitzarà l'ús de materials en obra evitant la sobredosificació o l'execució amb desaprofitament de material especialment d'aquells amb major incidència en la generació de residus.
- Els materials prefabricats, en general, optimitzen especialment l'ús de materials i la generació de residus per la qual cosa s'afavorirà el seu ús.
- En la posada en obra de materials s'intentarà realitzar els diversos elements a mòdul de la grandària de les peces que ho componen per a evitar desaprofitament de material.
- Es buidaran per complet els recipients que continguin els productes abans de la seva neteja o eliminació, especialment si es tracta de residus perillosos.
- En la mesura del possible s'afavorirà l'elaboració de productes en taller enfront dels realitzats en la pròpia obra que habitualment generen major quantitat de residus.
- Es prioritzarà l'ús d'elements desmuntables o reutilitzables enfront d'uns altres de similars prestacions no reutilitzables.
- S'esgotarà la vida útil dels mitjans auxiliars propiciant la seva reutilització en el major nombre d'obres per a la qual cosa s'extremaran les mesures de manteniment.
- Tot personal involucrat en l'obra disposarà dels coneixements mínims de prevenció de residus i correcta gestió dels mateixos.
- S'inclourà als contractes amb subcontractes una clàusula de penalització per la qual es desincentivarà la generació de més residus dels previsibles per una incorrecta gestió dels mateixos.

Prevenció en l'Emmagatzematge en Obra

- Es realitzarà un emmagatzemament correcte de totes les provisions de materials evitant que es produeixin vessaments, barreges entre materials, exposició a inclemències meteorològiques, ruptures d'envasos o materials, etc.
- S'extremaran les precaucions per evitar assolir la caducitat dels productes sense esgotar el seu consum.
- Els responsables de la provisió de materials en obra coneixeran les condicions d'emmagatzematge, caducitat i conservació especificades pel fabricant o subministrador per a tots els materials que es recepcionen en obra.
- En els processos de càrrega i descàrrega de materials a la zona de provisió o magatzem i en la seva càrrega per a posta en obra es produeixen contratemps amb el material que converteixen en residus productes en perfecte estat. És per això que s'extremaran les precaucions en aquests processos de manipulació.
- Els residus catalogats com a perillosos s'hauran d'emmagatzemar en un lloc especial que eviti que es barregin entre si o amb altres residus no perillosos.
- Es realitzarà un pla d'inspeccions periòdiques de materials, productes i residus apilats o emmagatzemats per a garantir que es mantenen en les degudes condicions.

4 Quantitat de Residus

A continuació es presenta una estimació de les quantitats, expressades en tones i en metres cúbics, dels residus de construcció i demolició que es generaran a l'obra, codificats d'acord amb la llista europea de residus publicada per l'Ordre MAM/304/2002, de 8 de febrer, per la qual es publiquen les operacions de valorització i eliminació de residus i la llista europea de residus.

Seguint el que s'ha expressat en el Reial Decret 105/2008 que regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició, no es consideren residus i per tant no s'inclouen en la taula les terres i pedres no contaminades per

substàncies perilloses reutilitzades en la mateixa obra, en una obra diferent o en una activitat de restauració, condicionament o reblert, sempre que es pugui acreditar de forma fefaent la seva destinació a reutilització.

L'estimació de quantitats es realitza prenent com a referència els ràtios estàndard publicats al país sobre volum i tipificació de residus de construcció i demolició més estesos i acceptats. Aquests ràtios han estat ajustats i adaptats a les característiques de l'obra segons càlcul automatitzat realitzat amb ajuda del programa informàtic específic CONSTRUBIT RESIDUS. La utilització de ràtios en el càlcul de residus permet la realització d'una "estimació inicial" que és el que la normativa requereix en aquest document, però els ràtios establerts per a "projectes tipus" no permeten una definició exhaustiva i precisa dels residus finalment obtinguts per a cada projecte amb les seves singularitats per la qual cosa l'estimació contemplada en la taula inferior s'accepta com a estimació inicial i per a la presa de decisions en la gestió de residus però serà el final d'obra el que determini en última instància els residus obtinguts.

Codi LER	Descripció del Residu	Quantitat Pes	m3 Volum Aparent
170203	Plàstic.	0,19 Tn	1,55
170302	Mescles bituminoses diferents de les especificades en el codi 17 03 01.	25,38 Tn	25,38
170405		1,51 Tn	0,00
170504	Terra i pedres diferents de les especificades en el codi 17 05 03.	238,14 Tn	178,60
	Total :	265,22 Tn	205,53

Separació de Residus

Segons el Reial decret 105/2008 que regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició els residus de construcció i demolició hauran de separar-se en les següents fraccions, quan, de forma individualitzada per a cadascuna d'aquestes fraccions, la quantitat prevista de generació per al total de l'obra superi les següents quantitats:

Descripció	Quantitat
Formigó	80 t.
Maons, teules, ceràmics	40 t.
Metall	2 t.
Fusta	1 t.
Vidre	1 t.
Plàstic	0,5 t.
Paper i cartró	0,5 t.

D'aquesta manera els residus es separaran de la següent forma:

Codi LER	Descripció del Residu	Quantitat Pes	m3 Volum Aparent
170203	Plàstic. Opción de separación: Separat (100% de separación en obra)	0,19 Tn	1,55
170302	Mescles bituminoses diferents de les especificades en el codi 17 03 01. Opción de separación: Residus inerts	25,38 Tn	25,38
170405	Opción de separación: Separat (0% de separación en obra)	1,51 Tn	0,00
170504	Terra i pedres diferents de les especificades en el codi 17 05 03. Opción de separación: Separat (0% de separación en obra)	238,14 Tn	178,60
	Total :	265,22 Tn	205,53

5 Mesures per a la Separació en Obra

Per tal d'aconseguir una millor gestió dels residus generats en l'obra de manera que es faciliti la seva reutilització, reciclatge o valorització i per a assegurar les condicions d'higiene i seguretat que es requereix a l'article 5.4 del Reial Decret 105/2008 que regula la producció i gestió dels residus de construcció i de demolició es prendran les següents mesures:

- Les zones d'obra destinades a l'emmagatzematge de residus quedaran convenientment senyalitzades i per a cada fracció es disposarà un cartell senyalitzador que indiqui el tipus de residu que recull.
- Tots els envasos que portin residus han d'estar clarament identificats, indicant en tot moment el nom del residu, codi LER, nom i adreça del posseïdor i el pictograma de perill en el seu cas.
- Els residus perillosos es dipositaran sobre cubetes de retenció apropiades per al seu volum; a més han d'estar protegits de la pluja.
- Tots els productes envasats que tinguin caràcter de residu perillós hauran d'estar convenientment identificats especificant en el seu etiquetatge el nom del residu, codi LER, nom i adreça del productor i el pictograma normalitzat de perill.
- Les zones d'emmagatzematge per als residus perillosos hauran d'estar suficientment separades de les dels residus no perillosos, evitant d'aquesta manera la contaminació d'aquests últims.
- Els residus es dipositaran en el lloc destinat als mateixos conforme es vagin generant.
- Els residus s'emmagatzemaran en contenidors adequats tant en número com en volum evitant en tot cas la sobrecàrrega dels contenidors per sobre de les seves capacitats límit.
- Els contenidors situats pròxims a llocs d'accés públic es protegiran fora dels horaris d'obra amb lones o similars per evitar abocats descontrolats per part de tercers que puguin provocar la seva barreja o contaminació.
- Per a aquelles obres en la que per falta d'espai no resulti tècnicament viable efectuar la separació dels residus, aquesta es podrà encomanar a un gestor de residus en una instal·lació de residus de construcció i demolició externa a l'obra.
- S'evitarà la contaminació dels residus petris separats amb destinació a valorització amb residus derivats del guix que els contaminin minvant les seves prestacions.

6 Destinació Final

Es detalla a continuació la destinació final de tots els residus de l'obra, exclosos els reutilitzats, agrupats segons les fraccions que es generaran partint dels criteris de separació dissenyats en punts anteriors d'aquest mateix document. Les principals destinacions finals contemplades són: abocament, valorització, reciclat o enviament a gestor autoritzat.

Codi LER	Descripció del Residu	Quantitat Pes	m3 Volum Aparent
170107	Barreges de formigó, maons, teules i materials ceràmics diferents de les especificades en el codi 17 01 06. Destinació: Valorització Externa	25,38 Tn	25,38
170203	Plàstic. Destinació: Valorització Externa	0,19 Tn	1,55
170405	Destinació: Valorització Externa	1,51 Tn	0,00
170504	Terra i pedres diferents de les especificades en el codi 17 05 03. Destinació: Deposició en Abocador	238,14 Tn	178,60
Total :		265,22 Tn	205,53

7 Prescripcions del Plec sobre Residus

Obligacions Agents Intervinents

- A més de les obligacions previstes en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que executi l'obra estarà obligada a presentar a la propietat de la mateixa un pla que reflecteixi com durà a terme les obligacions que li incumbeixin en relació amb els residus de construcció i demolició que es vagin a produir a l'obra. El pla, una vegada

aprovat per la direcció facultativa i acceptat per la propietat, passarà a formar part dels documents contractuals de l'obra.

- El posseïdor de residus de construcció i demolició, quan no procedeixi a gestionar-los per si mateix, i sense perjudici dels requeriments del projecte aprovat, estarà obligat a lliurar-los a un gestor de residus o a participar en un acord voluntari o conveni de col·laboració per a la seva gestió. Els residus de construcció i demolició es destinaran preferentment, i per aquest ordre, a operacions de reutilització, reciclat o a altres formes de valorització i en última instància a dipòsit en abocador.
- Segons exigeix el Reial Decret 105/2008, que regula la producció i gestió dels residus de construcció i de demolició, el posseïdor dels residus estarà obligat a sufragar els corresponents costos de gestió dels residus.
- El productor de residus (promotor) haurà d'obtenir del posseïdor (contractista) la documentació acreditativa de la qual els residus de construcció i demolició produïts a l'obra han estat gestionats en la mateixa o lliurats a una instal·lació de valorització o d'eliminació per al seu tractament per gestor de residus autoritzat, en els termes regulats en la normativa i, especialment, en el pla o en les seves modificacions. Aquesta documentació serà conservada durant cinc anys.
- A les obres d'edificació subjectes a llicència urbanística la legislació autonòmica podrà imposar al promotor (productor de residus) l'obligació de constituir una fiança, o garantia financera equivalent, que asseguri el compliment dels requisits establerts en l'esmentada llicència en relació amb els residus de construcció i demolició de l'obra, l'import de la qual es basarà en el capítol específic de gestió de residus del pressupost de l'obra.
- S'inclouran els criteris mediambientals al contracte amb contractistes, sotscontractistes i autònoms, definint les responsabilitats en les quals incorreran en el cas d'incompliment.

Gestió de Residus

- Segons requereix la normativa, es prohibeix el dipòsit en abocador de residus de construcció i demolició que no hagin estat sotmesos a alguna operació de tractament previ.
- El posseïdor dels residus estarà obligat, mentre es trobin en el seu poder, a mantenir-los en condicions adequades d'higiene i seguretat, així com a evitar la barreja de fraccions ja seleccionades que impedeixi o dificulti la seva posterior valorització o eliminació.
- S'ha d'assegurar en la contractació de la gestió dels residus, que el destí final o l'intermedi són centres amb l'autorització autonòmica de l'organisme competent en la matèria. S'ha de contractar només transportistes o gestors autoritzats pels esmentats organismes i inscrits en els registres corresponents.
- Per al cas dels residus amb amiant es compliran els preceptes dictats pel RD 396/2006 sobre la manipulació de l'amiant i els seus derivats.
- Les terres que puguin tenir un ús posterior per a jardineria o recuperació de sòls degradats, seran retirades i emmagatzemades durant el menor temps possible, en condicions d'altura no superior a 2 metres.
- El dipòsit temporal dels residus es realitzarà en contenidors adequats a la naturalesa i al risc dels residus generats.
- Dintre del programa de seguiment del Pla de Gestió de Residus es realitzaran reunions periòdiques a les quals assistiran contractistes, subcontractistes, direcció facultativa i qualsevol altre agent afectat. En les mateixes s'avaluarà el compliment dels objectius previstos, el grau d'aplicació del Pla i la documentació generada per a la justificació del mateix.
- S'haurà d'assegurar en la contractació de la gestió dels RCDs, que la destinació final (Planta de Reciclatge, Abocador, Pedrera, Incineradora, Centre de Reciclatge de Plàstics/Fusta...) siguin centres autoritzats. Així mateix s'haurà de contractar només transportistes o gestors autoritzats i inscrits en els registres corresponents. Es realitzarà un estricte control documental, de manera que els transportistes i gestors de RCDs haurien d'aportar els vals de cada retirada i lliurament en destinació final.

Enderrocament i Demolició

- En els processos de demolició es prioritzarà la retirada tan aviat com sigui possible dels elements que generin residus contaminants i perillosos. Si és possible, aquesta retirada serà prèvia a qualsevol altre treball.
- Els elements constructius a desmuntar que tinguin com a destinació última la reutilització es retiraran abans de procedir a la demolició o desmuntatge d'altres elements constructius, tot això per evitar el seu deteriorament.
- En la planificació de les demolicions es programaran de manera consecutiva tots els treballs de desmuntatge en els quals es generi idèntica tipologia de residus a fi de facilitar els treballs de separació.
- Anterior a la demolició, als locals en els quals s'hagi tractat amb substàncies tòxiques, es realitzarà una anàlisi de terres, paraments i altres elements constructius on es presumeixi pugui romandre contaminació.

Separació

- El dipòsit temporal dels residus valoritzables que es realitzi en contenidors o en provisions, s'ha de senyalitzar i segregar de la resta de residus d'una manera adequada.
- Els contenidors o envasos que emmagatzemin residus s'hauran de senyalitzar correctament, indicant el tipus de residu, la perillositat, i les dades del posseïdor.
- El responsable de l'obra a qui dóna servei un contenidor de residus adoptarà les mesures necessàries per evitar el dipòsit de residus aliens a la mateixa. Igualment, haurà d'impedir la barreja de residus valoritzables amb aquells que no ho són.
- S'hauran de prendre les mesures necessàries per evitar la barreja de residus perillosos amb residus no perillosos.
- El posseïdor dels residus establirà els mitjans humans, tècnics i procediments de separació que es dedicaran a cada tipus de residu generat.
- La separació en fraccions es durà a terme preferentment pel posseïdor dels residus dins de l'obra. Quan per falta d'espai físic no resulti tècnicament viable efectuar l'esmentada separació en origen, el posseïdor podrà encomanar la separació de fraccions a un gestor de residus en una instal·lació de tractament de residus de construcció i demolició externa a l'obra. En aquest últim cas, el posseïdor haurà d'obtenir del gestor de la instal·lació documentació acreditativa que aquest ha complert, en el seu nom, l'obligació de separació.
- Els contenidors dels residus hauran d'estar pintats en colors que destaquin i comptar amb una banda de material reflector. En els mateixos haurà de figurar, en forma visible i llegible, la següent informació del titular del contenidor: raó social, CIF, telèfon i número d'inscripció en el Registre de Transportistes de Residus.
- Quan s'utilitzin sacs industrials i altres elements de contenció o recipients, es dotaran de sistemes (adhesius, plaques, etcètera) que detallin la següent informació del titular del sac: raó social, CIF, telèfon i número d'inscripció en el Registre de Transportistes de Residus.
- Els residus generats a les casetes d'obra produïts en tasques d'oficina, vestuaris, menjadors, etc. tindran la consideració de Residus Sòlids Urbans i es gestionaran com a tals segons estipuli la normativa reguladora dels esmentats residus en la ubicació de l'obra.

Documentació

- El lliurament dels residus de construcció i demolició a un gestor per part del posseïdor haurà de constar en document fefaent, en el que figuri, almenys, la identificació del posseïdor i del productor, l'obra de procedència i, en el seu cas, el número de llicència de l'obra, la quantitat, expressada en tones o en metres cúbics, o en ambdues unitats quan sigui possible, el tipus de residus lliurats, codificats conformement a la llista europea de residus publicada per la Decisió de la Comissió 2014/955/UE.
- El posseïdor dels residus estarà obligat a lliurar al productor els certificats i altra documentació acreditativa de la gestió dels residus a què es fa referència al Reial Decret 105/2008 que regula la producció i gestió dels residus de construcció i de demolició.
- El posseïdor de residus disposarà de documents d'acceptació dels residus realitzats pel gestor a qui se li vagi a lliurar el residu.
- El gestor de residus ha d'estendre al posseïdor un certificat acreditatiu de la gestió dels residus rebuts, especificant la identificació del posseïdor i del productor, l'obra de procedència i, en el seu cas, el número de llicència de l'obra, la quantitat, expressada en tones o en metres cúbics, o en ambdues unitats quan sigui possible, i el tipus de residus lliurats, codificats d'acord amb la llista europea de residus publicada per l'Ordre MAM/304/2002.
- Quan el gestor a qui el posseïdor lliuri els residus de construcció i demolició efectuï únicament operacions de recollida, emmagatzemament, transferència o transport, al document de lliurament haurà de figurar també el gestor de valorització o d'eliminació ulterior a qui es destinen els residus.
- Segons exigeix la normativa, per al trasllat de residus perillosos s'haurà de remetre notificació a l'òrgan competent de la comunitat autònoma en matèria mediambiental amb almenys deu dies d'antelació a la data de trasllat. Si el trasllat dels residus afecta més d'una província, l'esmentada notificació es realitzarà al Ministeri de Medi Ambient.
- Per al transport dels residus perillosos es completarà el Document de Control i Seguiment. Aquest document es troba a l'òrgan competent en matèria mediambiental de la comunitat autònoma.
- El posseïdor de residus facilitarà al productor acreditació fefaent i documental que deixi constància de la destinació final dels residus reutilitzats. Per a això es lliurarà certificat amb documentació gràfica.

7.1 Normativa

- Ordre APM/1007/2017, de 10 d'octubre, sobre normes generals de valorització de materials naturals excavats per a la seva utilització en operacions de rebliment i obres diferents d'aquelles en què es van generar.

- REIAL DECRET 646/2020, de 7 de juliol, pel qual es regula l'eliminació de residus mitjançant dipòsit en abocador.
- REIAL DECRET 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.
- Llei 7/2022, de 8 d'abril, de residus i sòls contaminats per a una economia circular.

Catalunya

- Decret 21/2006, pel qual es regula l'adopció de criteris mediambientals i d'ecoeficiència als edificis.
- Decret 89/2010, de 29 de juny, pel qual s'aprova el Programa de gestió de residus de la construcció de Catalunya (*PROGROC), es regula la producció i gestió dels residus de la construcció i demolició, i el cànon sobre la deposició controlada dels residus de la construcció.

Pressupost

A continuació es detalla llistat de partides estimades inicialment per a la gestió de residus de l'obra.

Aquesta valoració forma part del pressupost general de l'obra i inclosa a les partides respectives.

Resum	Quantitat	Preu	Subtotal
1-GESTIÓN RESIDUOS INERTES MEZCL. VALORIZACIÓN EXT. Tasa para el envío directo de residuos inertes mezclados entre sí exentos de materiales reciclables a un gestor final autorizado por la comunidad autónoma correspondiente, para su valorización. Sin incluir carga ni transporte. Según operación enumerada R5 de acuerdo con los anexo II y III de la ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados para una economía circular que publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos.	25,38 t	25,78 €	654,30 €
2-GESTIÓN RESIDUOS TIERRAS VERTEDERO Tasa para la deposición directa de residuos de construcción de tierras y piedras de excavación exentos de materiales reciclables en vertedero autorizado por la comunidad autónoma correspondiente. Sin incluir carga ni transporte. Según operación enumerada D5 de acuerdo con los anexo II y III de la ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados para una economía circular que publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos.	238,14 t	3,58 €	852,54 €
3-SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA Separación manual de residuos en obra por fracciones según normativa vigente. Incluye mano de obra en trabajos de separación y mantenimiento de las instalaciones de separación de la obra.	25,57 t	1,43 €	36,57 €
4-ALQUILER DE CONTENEDOR RESIDUOS Tasa para el alquiler de un contenedor para almacenamiento en obra de residuos de construcción y demolición. Sin incluir transporte ni gestión.	27,08 t	3,43 €	92,88 €
5-TRANSPORTE RESIDUOS NO PELIGROSOS Tasa para el transporte de residuos no peligrosos de construcción y demolición desde la obra hasta las instalaciones de un gestor autorizado por la comunidad autónoma hasta un máximo de 20 km. Sin incluir gestión de los residuos.	265,22 t	3,55 €	941,53 €
		Total Pressupost:	2.577,82 €

8 Fiança

A fi de garantir les obligacions derivades de la gestió dels residus de construcció i demolició segons el R.D. 105/2008, les entitats locals podran exigir el pagament d'una fiança o garantia financera equivalent que garanteixi la correcta gestió dels residus, previ a l'atorgament de la llicència urbanística.

S'estableix un import per a la fiança de: 2917,42

Una vegada demostrat, per part del productor, la correcta gestió dels residus de construcció es procedirà a la devolució de l'esmentada fiança.

Mataró, 6 de setembre de 2023

Xavier Brullet Coll
Enginyer Industrial

Índice

1 CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS

1.1 CONDICIONES GENERALES

1.2 CONDICIONES FACULTATIVAS

1.2.1 AGENTES INTERVINIENTES en la OBRA

1.2.1.1 PROMOTOR

1.2.1.2 CONTRATISTA

1.2.1.3 DIRECCIÓN FACULTATIVA

1.2.2 DOCUMENTACIÓN de OBRA

1.2.3 REPLANTEO y ACTA de REPLANTEO

1.2.4 LIBRO de ÓRDENES

1.3 CONDICIONES ECONÓMICAS

1.3.1 FIANZAS y SEGUROS

1.3.2 PLAZO de EJECUCIÓN y SANCIÓN por RETRASO

1.3.3 PRECIOS

1.3.4 MEDICIONES y VALORACIONES

1.3.5 CERTIFICACIÓN y ABONO

1.3.6 OBRAS CONTRATADAS POR LAS AA.PP.

1.4 CONDICIONES LEGALES

1.4.1 NORMATIVA de APLICACIÓN

1.4.2 PRELACIÓN de DOCUMENTOS

2 CONDICIONES TÉCNICAS de los MATERIALES, de la EJECUCIÓN y de las VERIFICACIONES

2.1 DEMOLICIONES

2.2 ACONDICIONAMIENTO del TERRENO

2.3 CIMENTACIÓN

2.4 ESTRUCTURA

2.5 CUBIERTAS

2.5.1 INCLINADAS

2.6 REVESTIMIENTOS

2.6.1 PARAMENTOS

1 CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS

1.1 CONDICIONES GENERALES

El objeto del presente pliego es la ordenación de las condiciones facultativas, técnicas, económicas y legales que han de regir durante la ejecución de las obras de construcción del proyecto.

La obra ha de ser ejecutada conforme a lo establecido en los documentos que conforman el presente proyecto, siguiendo las condiciones establecidas en el contrato y las órdenes e instrucciones dictadas por la dirección facultativa de la obra, bien oralmente o por escrito.

Cualquier modificación en obra, se pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa, sin cuya autorización no podrá ser realizada.

Se acometerán los trabajos cumpliendo con lo especificado en el apartado de condiciones técnicas de la obra y se emplearán materiales que cumplan con lo especificado en el mismo. Durante la totalidad de la obra se estará a lo dispuesto en la normativa vigente especialmente a la de obligado cumplimiento.

Es obligación de la contrata, así como del resto de agentes intervinientes en la obra el conocimiento del presente pliego y el cumplimiento de todos sus puntos.

Como documento subsidiario para aquellos aspectos no regulados en el presente pliego se adoptarán las prescripciones recogidas en el Pliego General de Condiciones Técnicas de la Edificación publicado por los Consejos Generales de la Arquitectura y de la Arquitectura Técnica de España.

Este pliego de condiciones ha sido redactado con el apoyo del software específico Construbit.

1.2 CONDICIONES FACULTATIVAS

1.2.1 AGENTES INTERVINIENTES en la OBRA

1.2.1.1 PROMOTOR

Será considerado promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación objeto de este proyecto.

Cuando el promotor realice directamente con medios humanos y materiales propios la totalidad o determinadas partes de la obra, tendrá también la consideración de contratista a los efectos de la Ley 32/2006.

A los efectos del RD 1627/97 cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en dicho Real Decreto.

Tendrá la consideración de productor de residuos de construcción y demolición a los efectos de lo dispuesto en el RD 105/2008.

Son obligaciones del promotor:

- Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- Nombrar a los técnicos proyectistas y directores de obra y de la ejecución material.
- Velar para que la prevención de riesgos laborales se integre en la planificación de los trabajos de la obra. Debe disponer los medios para facilitar al contratista y a las empresas

(subcontratistas) y trabajadores autónomos de él dependientes la gestión preventiva de la obra.

- Contratar al técnico redactor del Estudio de Seguridad y Salud y al Coordinador en obra y en proyecto si fuera necesario.
- Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- Suscribir los seguros o garantías financieras equivalentes exigidos por la Ley de Ordenación de la Edificación.
- Facilitar el Libro del Edificio a los usuarios finales. Dicho Libro incluirá la documentación reflejada en la Ley de Ordenación de la Edificación, el Código Técnico de la Edificación, el certificado de eficiencia energética del edificio y los aquellos otros contenidos exigidos por la normativa.
- Incluir en proyecto un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición. En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión, así como prever su retirada selectiva y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.
- Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición han sido debidamente gestionados según legislación.
- En su caso constituir la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.
- En promociones de vivienda, en caso de percibir cantidades anticipadas, se habrán de cumplir las condiciones impuestas por la Ley de Ordenación de la Edificación en su disposición adicional primera.

1.2.1.2 CONTRATISTA

Contratista: es la persona física o jurídica, que tiene el compromiso de ejecutar las obras con medios humanos y materiales suficientes, propios o ajenos, dentro del plazo acordado y con sujeción estricta al proyecto técnico que las define, al contrato firmado con el promotor, a las especificaciones realizadas por la Dirección Facultativa y a la legislación aplicable.

Tendrá la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición a los efectos de lo dispuesto en el RD 105/2008.

Son obligaciones del contratista:

- La ejecución de las obras alcanzando la calidad exigida en el proyecto cumpliendo con los plazos establecidos en el contrato.
- Tener la capacitación profesional para el cumplimiento de su cometido como constructor.
- Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra, tendrá la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra y permanecerá en la obra a lo largo de toda la jornada legal de trabajo hasta la recepción de la obra. El jefe de obra, deberá cumplir las indicaciones de la Dirección Facultativa y firmar en el libro de órdenes, así como cerciorarse de la correcta instalación de los medios auxiliares, comprobar replanteos y realizar otras operaciones técnicas.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.

- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Firmar el acta de replanteo y el acta de recepción de la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Suscribir las garantías previstas en el presente pliego y en la normativa vigente.
- Redactar el Plan de Seguridad y Salud.
- Designar al recurso preventivo de Seguridad y Salud en la obra entre su personal técnico cualificado con presencia permanente en la obra y velar por el estricto cumplimiento de las medidas de seguridad y salud precisas según normativa vigente y el plan de seguridad y salud.
- Vigilar el cumplimiento de la Ley 32/2006 por las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos con que contraten; en particular, en lo que se refiere a las obligaciones de acreditación e inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas, contar con el porcentaje de trabajadores contratados con carácter indefinido aspectos regulados en el artículo 4 de dicha Ley y al régimen de la subcontratación que se regula en el artículo 5.
- Informar a los representantes de los trabajadores de las empresas que intervengan en la ejecución de la obra de las contrataciones y subcontrataciones que se hagan en la misma.
- Estará obligado a presentar al promotor un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra.
- Cuando no proceda a gestionar por sí mismo los residuos de construcción y demolición estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión.
- Estará obligado a mantener los residuos de construcción y demolición en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

PLAZO de EJECUCIÓN y PRÓRROGAS

En caso de que las obras no se pudieran iniciar o terminar en el plazo previsto como consecuencia de una causa mayor o por razones ajenas al Contratista, se le otorgará una prórroga previo informe favorable de la Dirección Facultativa. El Contratista explicará la causa que impide la ejecución de los trabajos en los plazos señalados, razonándolo por escrito.

La prórroga solo podrá solicitarse en un plazo máximo de un mes a partir del día en que se originó la causa de esta, indicando su duración prevista y antes de que la contrata pierda vigencia. En cualquier caso el tiempo prorrogado se ajustará al perdido y el Contratista perderá el derecho de prórroga si no la solicita en el tiempo establecido.

MEDIOS HUMANOS y MATERIALES en OBRA

Cada una de las partidas que compongan la obra se ejecutarán con personal adecuado al tipo de trabajo de que se trate, con capacitación suficientemente probada para la labor a desarrollar. La Dirección Facultativa, tendrá la potestad facultativa para decidir sobre la adecuación del personal al trabajo a realizar.

El Contratista proporcionará un mínimo de dos muestras de los materiales que van a ser empleados en la obra con sus certificados y sellos de garantía en vigor presentados por el fabricante, para que sean examinadas y aprobadas por la Dirección Facultativa, antes de su

puesta en obra. Los materiales que no reúnan las condiciones exigidas serán retirados de la obra. Aquellos materiales que requieran de marcado CE irán acompañados de la declaración de prestaciones que será facilitada al director de ejecución material de la obra en el formato (digital o papel) que éste disponga al comienzo de la obra.

Las pruebas y ensayos, análisis y extracción de muestras de obra que se realicen para cerciorarse de que los materiales y unidades de obra se encuentran en buenas condiciones y están sujetas al Pliego, serán efectuadas cuando se estimen necesarias por parte de la Dirección Facultativa y en cualquier caso se podrá exigir las garantías de los proveedores.

El transporte, descarga, acopio y manipulación de los materiales será responsabilidad del Contratista.

INSTALACIONES y MEDIOS AUXILIARES

El proyecto, consecución de permisos, construcción o instalación, conservación, mantenimiento, desmontaje, demolición y retirada de las instalaciones, obras o medios auxiliares de obra necesarias y suficientes para la ejecución de la misma, serán obligación del Contratista y correrán a cargo del mismo. De igual manera, será responsabilidad del contratista, cualquier avería o accidente personal que pudiera ocurrir en la obra por insuficiencia o mal estado de estos medios o instalaciones.

El Contratista instalará una oficina dotada del mobiliario suficiente, donde la Dirección Facultativa podrá consultar la documentación de la obra y en la que se guardará una copia completa del proyecto, visada por el Colegio Oficial en el caso de ser necesario, el libro de órdenes, libro de incidencias según RD 1627/97, libro de visitas de la inspección de trabajo, copia de la licencia de obras y copia del plan de seguridad y salud.

SUBCONTRATAS

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista u otro subcontratista comitente el compromiso de realizar determinadas partes o unidades de obra.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra, bajo su responsabilidad, previo consentimiento del Promotor y la Dirección Facultativa, asumiendo en cualquier caso el contratista las actuaciones de las subcontratas.

Será obligación de los subcontratistas vigilar el cumplimiento de la Ley 32/2006 por las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos con que contraten; en particular, en lo que se refiere a las obligaciones de acreditación e inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas, contar con el porcentaje de trabajadores contratados con carácter indefinido aspectos regulados en el artículo 4 de dicha Ley y al régimen de la subcontratación que se regula en el artículo 5.

Tendrán la consideración de poseedores de residuos de construcción y demolición a los efectos de lo dispuesto en el RD 105/2008.

RELACIÓN con los AGENTES INTERVINIENTES en la OBRA

El orden de ejecución de la obra será determinada por el Contratista, excepto cuando la dirección facultativa crea conveniente una modificación de los mismos por razones técnicas en cuyo caso serán modificados sin contraprestación alguna.

El contratista estará a lo dispuesto por parte de la dirección de la obra y cumplirá sus indicaciones en todo momento, no cabiendo reclamación alguna, en cualquier caso, el contratista puede manifestar por escrito su disconformidad y la dirección firmará el acuse de recibo de la notificación.

En aquellos casos en que el contratista no se encuentre conforme con decisiones

económicas adoptadas por la dirección de la obra, este lo pondrá en conocimiento de la propiedad por escrito, haciendo llegar copia de la misma a la Dirección Facultativa.

DEFECTOS de OBRA y VICIOS OCULTOS

El Contratista será responsable hasta la recepción de la obra de los posibles defectos o desperfectos ocasionados durante la misma.

En caso de que la Dirección Facultativa, durante las obras o una vez finalizadas, observara vicios o defectos en trabajos realizados, materiales empleados o aparatos que no cumplan con las condiciones exigidas, tendrá el derecho de mandar que las partes afectadas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, antes de la recepción de la obra y a costa de la contrata.

De igual manera, los desperfectos ocasionados en fincas colindantes, vía pública o a terceros por el Contratista o subcontrata del mismo, serán reparados a cuenta de éste, dejándolas en el estado que estaban antes del inicio de las obras.

MODIFICACIONES en las UNIDADES de OBRA

Las unidades de obra no podrán ser modificadas respecto a proyecto a menos que la Dirección Facultativa así lo disponga por escrito.

En caso de que el Contratista realizase cualquier modificación beneficiosa (materiales de mayor calidad o tamaño), sin previa autorización de la Dirección Facultativa y del Promotor, sólo tendrá derecho al abono correspondiente a lo que hubiese construido de acuerdo con lo proyectado y contratado.

En caso de producirse modificaciones realizadas de manera unilateral por el Contratista que menoscaben la calidad de lo dispuesto en proyecto, quedará a juicio de la Dirección Facultativa la demolición y reconstrucción o la fijación de nuevos precios para dichas partidas.

Previamente a la ejecución o empleo de los nuevos materiales, convendrán por escrito el importe de las modificaciones y la variación que supone respecto al contratado.

Toda modificación en las unidades de obra será anotada en el libro de órdenes, así como su autorización por la Dirección Facultativa y posterior comprobación.

1.2.1.3 DIRECCIÓN FACULTATIVA

PROYECTISTA

Es el encargado por el promotor para redactar el proyecto de ejecución de la obra con sujeción a la normativa vigente y a lo establecido en contrato.

Será encargado de realizar las copias de proyecto necesarias y, en caso necesario, visarlas en el colegio profesional correspondiente.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales o documentos técnicos, cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

El proyectista suscribirá el certificado de eficiencia energética del proyecto a menos que exista un proyecto parcial de instalaciones térmicas, en cuyo caso el certificado lo suscribirá el autor de este proyecto parcial.

DIRECTOR de la OBRA

Forma parte de la Dirección Facultativa, dirige el desarrollo de la obra en aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Son obligaciones del director de obra:

- Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
- Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- Elaborar modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones de las unidades de obra ejecutadas.
- Elaborar y suscribir la documentación de la obra ejecutada para entregarla al promotor, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Suscribir el certificado de eficiencia energética del edificio terminado.

DIRECTOR de la EJECUCIÓN de la OBRA

Forma parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

Son obligaciones del director de la ejecución de la obra:

- Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones de las unidades de obra ejecutadas.
- Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.
- Suscribir el certificado de eficiencia energética del edificio terminado.

1.2.2 DOCUMENTACIÓN de OBRA

En obra se conservará una copia íntegra y actualizada del proyecto para la ejecución de la obra incorporando el estudio de gestión de residuos de construcción y demolición. Todo ello estará a disposición de todos los agentes intervinientes en la obra.

Tanto las dudas que pueda ofrecer el proyecto al contratista como los documentos con especificaciones incompletas se pondrán en conocimiento de la Dirección Facultativa tan pronto como fueran detectados con el fin de estudiar y solucionar el problema. No se procederá a realizar esa parte de la obra, sin previa autorización de la Dirección Facultativa. La existencia de contradicciones entre los documentos integrantes de proyecto o entre proyectos complementarios dentro de la obra se salvará atendiendo al criterio que establezca el Director de Obra no existiendo prelación alguna entre los diferentes documentos del proyecto.

La ampliación del proyecto de manera significativa por cualquiera de las razones: nuevos requerimientos del promotor, necesidades de obra o imprevistos, contará con la aprobación del director de obra que confeccionará la documentación y del Promotor que realizará la tramitación administrativa que dichas modificaciones requieran así como la difusión a todos los agentes implicados.

Una vez finalizada la obra, el proyecto, con la incorporación en su caso de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra

para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación adjuntará el Promotor el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación y aquellos datos requeridos según normativa para conformar el Libro del Edificio que será entregado a los usuarios finales del edificio.

Una vez finalizada la obra, la "documentación del seguimiento de la obra" y la "documentación del seguimiento del control de la obra", según contenidos especificados en el Anexo II de la Parte I del Código Técnico de la Edificación, serán depositadas por el Director de la Obra y por el Director de Ejecución Material de la Obra respectivamente, en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que aseguren su conservación y se comprometan a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo. .

1.2.3 REPLANTEO y ACTA de REPLANTEO

El Contratista estará obligado a comunicar por escrito el inicio de las obras a la Dirección Facultativa como mínimo tres días antes de su inicio.

El replanteo será realizado por el Constructor siguiendo las indicaciones de alineación y niveles especificados en los planos y comprobado por la Dirección Facultativa. No se comenzarán las obras si no hay conformidad del replanteo por parte de la Dirección Facultativa.

Todos los medios materiales, personal técnico especializado y mano de obra necesarios para realizar el replanteo, que dispondrán de la cualificación adecuada, serán proporcionadas por el Contratista a su cuenta.

Se utilizarán hitos permanentes para materializar los puntos básicos de replanteo, y dispositivos fijos adecuados para las señales niveladas de referencia principal.

Los puntos movidos o eliminados, serán sustituidos a cuenta del Contratista, responsable de conservación mientras el contrato esté en vigor y será comunicado por escrito a la Dirección Facultativa, quien realizará una comprobación de los puntos repuestos.

El Acta de comprobación de Replanteo que se suscribirá por parte de la Dirección Facultativa y de la Contrata, contendrá, la conformidad o disconformidad del replanteo en comparación con los documentos contractuales del Proyecto, las referencias a las características geométricas de la obra y autorización para la ocupación del terreno necesario y las posibles omisiones, errores o contradicciones observadas en los documentos contractuales del Proyecto, así como todas las especificaciones que se consideren oportunas.

El Contratista asistirá a la Comprobación del Replanteo realizada por la Dirección, facilitando las condiciones y todos los medios auxiliares técnicos y humanos para la realización del mismo y responderá a la ayuda solicitada por la Dirección.

Se entregará una copia del Acta de Comprobación de Replanteo al Contratista, donde se anotarán los datos, cotas y puntos fijados en un anexo del mismo.

1.2.4 LIBRO de ÓRDENES

El Director de Obra dispondrá al comienzo de la obra un libro de Órdenes, Asistencias e Incidencias que se mantendrá permanente en obra a disposición de la Dirección Facultativa.

En el libro se anotarán:

Las contingencias que se produzcan en la obra y las instrucciones de la Dirección Facultativa para la correcta interpretación del proyecto.

Las operaciones administrativas relativas a la ejecución y la regulación del contrato.

Las fechas de aprobación de muestras de materiales y de precios nuevos o contradictorios.
Anotaciones sobre la calidad de los materiales, cálculo de precios, duración de los trabajos, personal empleado...

Las hojas del libro serán foliadas por triplicado quedando la original en poder del Director de Obra, copia para el Director de la Ejecución y la tercera para el contratista.

La Dirección facultativa y el Contratista, deberán firmar al pie de cada orden constatando con dicha firma que se dan por enterados de lo dispuesto en el Libro.

RECEPCIÓN de la OBRA

La recepción de la obra es el acto por el cual, el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma.

La recepción deberá realizarse dentro de los 30 días siguientes a la notificación al promotor del certificado final de obra emitido por la Dirección Facultativa y consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar: las partes que intervienen, la fecha del certificado final de la obra, el coste final de la ejecución material de la obra, la declaración de recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados y las garantías que en su caso se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.

Una vez subsanados los defectos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. El rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos los 30 días el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía establecidos se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

El Contratista deberá dejar el edificio desocupado y limpio en la fecha fijada por la Dirección Facultativa, una vez que se hayan terminado las obras.

El Propietario podrá ocupar parcialmente la obra, en caso de que se produzca un retraso excesivo de la Recepción imputable al Contratista, sin que por ello le exima de su obligación de finalizar los trabajos pendientes, ni significar la aceptación de la Recepción.

1.3 CONDICIONES ECONÓMICAS

El Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, cuando hayan sido realizados de acuerdo con el Proyecto, al contrato firmado con el promotor, a las especificaciones realizadas por la Dirección y a las Condiciones generales y particulares del pliego de condiciones.

1.3.1 FIANZAS y SEGUROS

A la firma del contrato, el Contratista presentará las fianzas y seguros obligados a presentar por Ley, así mismo, en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor se podrá exigir todas las garantías que se consideren necesarias para asegurar la buena ejecución y finalización de la obra en los términos establecidos en el contrato y en el proyecto de

ejecución.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada mientras dure el plazo de ejecución, hasta su recepción.

1.3.2 PLAZO de EJECUCIÓN y SANCIÓN por RETRASO

Si la obra no está terminada para la fecha prevista, el Propietario podrá disminuir las cuantías establecidas en el contrato, de las liquidaciones, fianzas o similares.

La indemnización por retraso en la terminación de las obras, se establecerá por cada día natural de retraso desde el día fijado para su terminación en el calendario de obra o en el contrato. El importe resultante será descontado con cargo a las certificaciones o a la fianza.

El Contratista no podrá suspender los trabajos o realizarlos a ritmo inferior que lo establecido en el Proyecto, alegando un retraso de los pagos.

1.3.3 PRECIOS

PRECIOS CONTRADICTORIOS

Los precios contradictorios se originan como consecuencia de la introducción de unidades o cambios de calidad no previstas en el Proyecto por iniciativa del Promotor o la Dirección Facultativa. El Contratista está obligado a presentar propuesta económica para la realización de dichas modificaciones y a ejecutarlo en caso de haber acuerdo.

El Contratista establecerá los descompuestos, que deberán ser presentados y aprobados por la Dirección Facultativa y el Promotor antes de comenzar a ejecutar las unidades de obra correspondientes.

Se levantarán actas firmadas de los precios contradictorios por triplicado firmadas por la Dirección Facultativa, el Contratista y el Propietario.

En caso de ejecutar partidas fuera de presupuesto sin la aprobación previa especificada en los párrafos anteriores, será la Dirección Facultativa la que determine el precio justo a abonar al contratista.

PROYECTOS ADJUDICADOS por SUBASTA o CONCURSO

Los precios del presupuesto del proyecto serán la base para la valoración de las obras que hayan sido adjudicadas por subasta o concurso. A la valoración resultante, se le añadirá el porcentaje necesario para la obtención del precio de contrata, y posteriormente, se restará el precio correspondiente a la baja de subasta o remate.

REVISIÓN de PRECIOS

No se admitirán revisiones de los precios contratados, excepto obras extremadamente largas o que se ejecuten en épocas de inestabilidad con grandes variaciones de los precios en el mercado, tanto al alza como a la baja y en cualquier caso, dichas modificaciones han de ser consensuadas y aprobadas por Contratista, Dirección Facultativa y Promotor.

En caso de aumento de precios, el Contratista solicitará la revisión de precios a la Dirección Facultativa y al Promotor, quienes caso de aceptar la subida convendrán un nuevo precio unitario, antes de iniciar o continuar la ejecución de las obras. Se justificará la causa del aumento, y se especificará la fecha de la subida para tenerla en cuenta en el acopio de materiales en obra.

En caso de bajada de precios, se convendrá el nuevo precio unitario de acuerdo entre las partes y se especificará la fecha en que empiecen a regir.

1.3.4 MEDICIONES y VALORACIONES

El Contratista de acuerdo con la Dirección Facultativa deberá medir las unidades de obra

ejecutas y aplicar los precios establecidos en el contrato entre las partes, levantando actas correspondientes a las mediciones parciales y finales de la obra, realizadas y firmadas por la Dirección Facultativa y el Contratista.

Todos los trabajos y unidades de obra que vayan a quedar ocultos en el edificio una vez que se haya terminado, el Contratista pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa con antelación suficiente para poder medir y tomar datos necesarios, de otro modo, se aplicarán los criterios de medición que establezca la Dirección Facultativa.

Las valoraciones de las unidades de obra, incluidos materiales accesorios y trabajos necesarios, se calculan multiplicando el número de unidades de obra por el precio unitario (incluidos gastos de transporte, indemnizaciones o pagos, impuestos fiscales y toda tipo de cargas sociales).

El Contratista entregará una relación valorada de las obras ejecutadas en los plazos previstos, a origen, a la Dirección Facultativa, en cada una de las fechas establecidas en el contrato realizado entre Promotor y Contratista.

La medición y valoración realizadas por el Contratista deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa, o por el contrario ésta deberá efectuar las observaciones convenientes de acuerdo con las mediciones y anotaciones tomadas en obra. Una vez que se hayan corregido dichas observaciones, la Dirección Facultativa dará su certificación firmada al Contratista y al Promotor.

El Contratista podrá oponerse a la resolución adoptada por la Dirección Facultativa ante el Promotor, previa comunicación a la Dirección Facultativa. La certificación será inapelable en caso de que transcurridos 10 días, u otro plazo pactado entre las partes, desde su envío, la Dirección Facultativa no recibe ninguna notificación, que significará la conformidad del Contratista con la resolución.

UNIDADES por ADMINISTRACIÓN

La liquidación de los trabajos se realizará en base a la siguiente documentación presentada por el Constructor: facturas originales de los materiales adquiridos y documento que justifique su empleo en obra, nóminas de los jornales abonados indicando número de horas trabajadas por cada operario en cada oficio y de acuerdo con la legislación vigente, facturas originales de transporte de materiales a obra o retirada de escombros, recibos de licencias, impuestos y otras cargas correspondientes a la obra.

Las obras o partes de obra realizadas por administración, deberán ser autorizadas por el Promotor y la Dirección Facultativa, indicando los controles y normas que deben cumplir.

El Contratista estará obligado a redactar un parte diario de jornales y materiales que se someterán a control y aceptación de la Dirección Facultativa, en obras o partidas de la misma contratadas por administración.

ABONO de ENSAYOS y PRUEBAS

Los gastos de los análisis y ensayos ordenados por la Dirección Facultativa, serán a cuenta del Contratista cuando el importe máximo corresponde al 1% del presupuesto de la obra contratada, y del Promotor el importe que supere este porcentaje.

1.3.5 CERTIFICACIÓN y ABONO

Las obras se abonarán a los precios de ejecución material establecidos en el presupuesto contratado para cada unidad de obra, tanto en las certificaciones como en la liquidación final.

Las partidas alzadas una vez ejecutadas, se medirán en unidades de obra y se abonarán a la contrata. Si los precios de una o más unidades de obra no están establecidos en los precios,

se considerarán como si fuesen contradictorios.

Las obras no terminadas o incompletas no se abonarán o se abonarán en la parte en que se encuentren ejecutadas, según el criterio establecido por la Dirección Facultativa.

Las unidades de obra sin acabar, fuera del orden lógico de la obra o que puedan sufrir deterioros, no serán calificadas como certificables hasta que la Dirección Facultativa no lo considere oportuno.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, con carácter de documento y entregas a buena cuenta, sin que supongan aprobación o recepción en obra, sujetos a rectificaciones y variaciones derivadas de la liquidación final.

El Promotor deberá realizar los pagos al Contratista o persona autorizada por el mismo, en los plazos previstos y su importe será el correspondiente a las especificaciones de los trabajos expedidos por la Dirección Facultativa.

Se podrán aplicar fórmulas de depreciación en aquellas unidades de obra, que tras realizar los ensayos de control de calidad correspondientes, su valor se encuentre por encima del límite de rechazo, muy próximo al límite mínimo exigido aunque no llegue a alcanzarlo, pero que obtenga la calificación de aceptable. Las medidas adoptadas no implicarán la pérdida de funcionalidad, seguridad o que no puedan ser subsanadas posteriormente, en las unidades de obra afectadas, según el criterio de la Dirección Facultativa.

1.3.6 OBRAS CONTRATADAS POR LAS AA.PP.

Las obras contratadas por los entes, organismos y entidades del sector público definidos en el artículo 3 del Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público se regirán por lo dispuesto en los Pliegos de Cláusulas Administrativas Particulares redactados al efecto.

Dichos Pliegos incluirán los pactos y condiciones definidores de los derechos y obligaciones de las partes del contrato y las demás menciones requeridas por la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público y sus normas de desarrollo de carácter estatal o autonómico.

Por tanto este documento no incorpora las condiciones económicas que regirán la obra y se remite al Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la obra para cualquier aspecto relacionado.

1.4 CONDICIONES LEGALES

1.4.1 NORMATIVA de APLICACIÓN

Tanto la Contrata como a Propiedad, asumen someterse al arbitrio de los tribunales con jurisdicción en el lugar de la obra.

Es obligación de la contrata, así como del resto de agentes intervinientes en la obra el conocimiento del presente pliego y el cumplimiento de todos sus puntos.

El contratista será el responsable a todos los efectos de las labores de policía de la obra y del solar hasta la recepción de la misma, solicitará los preceptivos permisos y licencias necesarias y vallará el solar cumpliendo con las ordenanzas o consideraciones municipales. Todas las labores citadas serán a su cargo exclusivamente.

Podrán ser causas suficientes para la rescisión de contrato las que a continuación se detallan:

- Muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Modificaciones sustanciales del Proyecto que conlleven la variación en un 50 % del presupuesto contratado.
- No iniciar la obra en el mes siguiente a la fecha convenida.
- Suspender o abandonar la ejecución de la obra de forma injustificada por un plazo

superior a dos meses.

- No concluir la obra en los plazos establecidos o aprobados.
 - Incumplimiento de las condiciones de contrato, proyecto en ejecución o determinaciones establecidas por parte de la Dirección Facultativa.
 - Incumplimiento de la normativa vigente de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Durante la totalidad de la obra se estará a lo dispuesto en la normativa vigente, especialmente la de obligado cumplimiento entre las que cabe destacar:

NORMAS GENERAL del SECTOR

- Decreto 462/1971. Normas sobre redacción de proyectos y dirección de obras de edificación
- Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación. LOE.
- Real Decreto 314/2006 de 17 de Marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1371/2007 de 19 de Octubre por el que se aprueba el Documento Básico de Protección contra el Ruido DB-HR del Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

ESTRUCTURALES

- Real Decreto 997/2002. Norma de construcción sismorresistente NCSR-02.
- Real Decreto 470/2021. Código Estructural.

MATERIALES

- Orden 1974 de 28 de julio Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua.
- Orden 1986 de 15 de septiembre Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones.
- Reglamento 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE.
- Real Decreto 842/2013 clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Reglamento Delegado (UE) 2016/364, relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) nº 305/2011.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

INSTALACIONES

- Real Decreto 1427/1997 de 15 de Septiembre Instalaciones petrolíferas para uso propio.
- Real Decreto 2291/1985 de 8 de Noviembre Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos.
- Real Decreto 836/2003 de 27 de junio Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a grúas torre para obra u otras aplicaciones.
- Real Decreto 203/2016, de 20 de mayo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de ascensores y componentes de seguridad para ascensores.
- Real Decreto 88/2013 que aprueba la Instrucción Técnica Complementaria AEM1 Ascensores.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de

seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones complementarias.
- Real Decreto 1699/2011, que regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-Ley 1/1998 de 27 de Febrero Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicaciones.
- Real Decreto 346/2011 de 11 de marzo Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. RITE 2007.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 513/2017, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 809/2021, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.

SEGURIDAD y SALUD

- Ley 31/1995 Prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 1627/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción
- Real Decreto 39/1997 Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997 Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 665/1997 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 664/1997 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los EPI.
- Real Decreto 1215/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 614/2001 Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 374/2001 Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores contra los

Riesgos relacionados con los Agentes Químicos durante el Trabajo.

- Ley 54/2003 Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 171/2004 Desarrolla L.P.R.L. en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 2177/2004 Modifica R.D. 1215/1997 que establece disposiciones mínimas de seguridad y salud para el uso de equipos en trabajos temporales de altura.
- Real Decreto 1311/2005, protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 396/2006, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Real Decreto 604/2006, que modifica el Real Decreto 39/1997 y el Real Decreto 1627/1997 antes mencionados.
- Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y Real Decreto 1109/2007 que la desarrolla.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Resolución de 21 de septiembre de 2017, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el VI Convenio colectivo general del sector de la construcción 2017-2021.

ADMINISTRATIVAS

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

En todas las normas citadas anteriormente que con posterioridad a su publicación y entrada en vigor hayan sufrido modificaciones, corrección de errores o actualizaciones se quedará a lo dispuesto en la última versión actualizada de la misma.

1.4.2 PRELACIÓN de DOCUMENTOS

A menos que el contrato de obra establezca otra cosa, el orden de prelación entre los distintos documentos del proyecto para casos de contradicciones, dudas o discrepancias entre ellos, será el siguiente:

1º Presupuesto y, dentro de este, en primer lugar las definiciones y descripciones de texto de las partidas, en segundo lugar los descompuestos de las partidas y finalmente el detalle de mediciones.

2º Planos.

3º Memoria.

4º Pliego de Condiciones.

2 CONDICIONES TÉCNICAS de los MATERIALES, de la EJECUCIÓN y de las VERIFICACIONES

Se describen en este apartado las CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES incluyendo los siguientes aspectos:

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES

- Características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra, así como sus condiciones de suministro, recepción y conservación, almacenamiento y manipulación, las garantías de calidad y el control de recepción que

deba realizarse incluyendo el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo, y las acciones a adoptar y los criterios de uso, conservación y mantenimiento.

PRESCRIPCIONES EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

- Características técnicas de cada unidad de obra indicando su proceso de ejecución, normas de aplicación, condiciones previas que han de cumplirse antes de su realización, tolerancias admisibles, condiciones de terminación, conservación y mantenimiento, control de ejecución, ensayos y pruebas, garantías de calidad, criterios de aceptación y rechazo, criterios de medición y valoración de unidades, etc.
- Las medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

- Las verificaciones y pruebas de servicio que deben realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio.

2.1 DEMOLICIONES

El orden y la forma de ejecución y los medios a emplear, se ajustarán a las prescripciones establecidas en la Documentación Técnica.

Antes de la demolición se realizará la protección perimetral del entorno del edificio mediante la instalación de vallas, verjas o muros, de dos metros de altura como mínimo y distanciados un mínimo de 1,5 m de la fachada. Se colocarán luces rojas a distancias máximas de 10 m y en esquinas. Se desconectarán las instalaciones del edificio y se protegerán las alcantarillas y los elementos de servicio público que pudieran verse afectados. No habrá materiales tóxicos o peligrosos acumulados en el edificio. Se vaciarán los depósitos y tuberías de fluidos combustibles o peligrosos.

En caso de presencia de amianto, las labores de demolición las realizarán empresas inscritas en el Registro de empresas con riesgo por amianto. Previamente a sus trabajos elaborarán un plan de trabajo que presentará para su aprobación ante la autoridad laboral. El cumplimiento de este plan deberá supervisarse en obra por una persona con la cualificación necesaria.

Se garantizará que ningún trabajador está expuesto a una concentración de amianto en el aire superior al valor límite expresado en el RD 396/2006 para lo que se realizará medición por laboratorios especializados reconocidos por la autoridad.

Los materiales que contengan amianto deberán ser almacenados y transportados en embalajes apropiados y con etiquetas reglamentarias que indiquen que contienen amianto siendo transportados fuera del centro de trabajo lo antes posible.

Los trabajadores con riesgo de exposición al amianto no realizarán horas extraordinarias ni trabajarán por sistema de incentivos. Dispondrán de ropa de protección apropiada facilitada y descontaminada por el empresario que será necesariamente sustituida por la ropa de calle antes de abandonar el centro de trabajo y la utilización de EPIs de las vías respiratorias se limitará a un máximo de 4 horas diarias.

Se delimitará claramente la zona con riesgo de exposición al amianto siendo inaccesibles para personal no autorizado evitando la dispersión de polvo fuera de los locales o lugares de acción y limpiando adecuadamente el área afectada al fin de los trabajos.

Durante el proceso de demolición, el contratista está obligado a realizar la gestión de residuos establecido en el plan de residuos que previamente ha de haber sido aprobado por la dirección facultativa y en todo caso de acuerdo que lo especificado en el RD 105/2008.

Descripción

Derribo de edificaciones existentes elemento a elemento, de forma parcial o completa, desde la cubierta a la cimentación, con medios manuales.

Puesta en obra

No se permite el uso de llama en la demolición y el uso de martillo neumático, de compresores o similares deberá aprobarlo previamente la Dirección Facultativa.

La demolición se hará al mismo nivel, en orden inverso a la construcción, se descenderá planta a planta de forma simétrica, eliminando la carga que gravita en los elementos antes de demolerlos, contrarrestando o anulando las componentes horizontales de arcos y bóvedas, apuntalando elementos en voladizo, demoliendo estructuras hiperestáticas en el orden que implique menores flechas, giros y desplazamientos, y manteniendo o introduciendo los arriostramientos necesarios.

Los elementos que pudieran producir cortes o lesiones se desmontarán sin trocear. Se eliminarán o doblarán puntas y clavos de forma que no queden salientes. Si las piezas de troceo no son manejables por una persona, se suspenderán o apuntalarán de forma que no se produzcan caídas bruscas ni vibraciones. En los abatimientos se permitirán giros pero no desplazamiento de los puntos de apoyo. Sólo se podrán volcar elementos cuando se disponga de un lugar de caída consistente y de lado no menor a la altura del elemento más la mitad de la altura desde donde se lanza que en ningún caso será mayor de 2 plantas. Se regarán los elementos a demoler y los escombros para que no se produzca polvo, y en caso necesario, se desinfectarán. Al finalizar la jornada no quedarán elementos inestables y se tomarán las precauciones necesarias para que la lluvia no produzca daños.

El desescombro se hará según lo indique la dirección facultativa. Si se realiza mediante canales, se inclinará el último tramo para disminuir la velocidad de bajada del escombro, y la boca de salida quedará a una altura máxima de 2 m sobre la base del camión. No se acumulará escombro en andamios, apoyado contra vallas, muros y soportes, ni se acumularán más de 100 kg/m² sobre forjados.

Control y criterios de aceptación y rechazo

Se harán controles cada 200 m² de planta y como mínimo uno por planta, comprobando que el orden, forma de ejecución y medios empleados se corresponden a lo indicado en proyecto y por la dirección facultativa.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición de la deconstrucción de los elementos que componen el edificio se realizará utilizando los mismos criterios y unidades que serían empleados para la construcción de los citados elementos y que se definen en el presente pliego de condiciones.

MECÁNICA**Descripción**

Derribo de edificaciones existentes por empuje, mediante retroexcavadora, pala cargadora y grúa.

Puesta en obra

La máquina avanzará siempre sobre suelo consistente, evitando hacerlo sobre escombros y los frentes de ataque no aprisionarán a la máquina, de forma que ésta pueda girar siempre 360°. Se guardará una distancia de seguridad entre el edificio y la máquina no menor de 5 m, comprendida entre 1/2 y 1/3 de la altura. Las grúas no se utilizarán para realizar esfuerzo horizontal oblicuo. Los cables utilizados no presentarán imperfecciones como coqueras,

cambios irregulares de diámetro, etc.

No se empujará contra elementos no demolidos previamente, de acero u hormigón armado. Se habrá demolido previamente, elemento a elemento, la parte de edificio que está en contacto con medianerías, dejando aislado el tajo de la máquina.

Cuando existan planos inclinados, como faldones de cubierta, que puedan deslizar sobre la máquina, deberán demolerse previamente.

El empuje se hará más arriba del centro de gravedad del elemento a demoler.

Se regarán los elementos a demoler y los escombros para que no se produzca polvo, y en caso necesario, se desinfectarán. El desescombro se hará según lo indique la dirección facultativa.

Control y criterios de aceptación y rechazo

Se harán controles cada 200 m² de planta y como mínimo una por planta, comprobando que el orden, forma de ejecución y medios empleados se corresponden a lo indicado en proyecto y por la dirección facultativa.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición y valoración de la demolición se realizará por la volumetría del edificio derribado.

2.2 ACONDICIONAMIENTO del TERRENO

Engloba todas las operaciones necesarias para que el terreno adquiriera las cotas y superficies definidas en el proyecto. Dichas actividades son excavación en vaciado, excavación de pozos y zanjas para albergar los elementos de cimentación e instalaciones, explanación y estabilización de taludes.

EXCAVACIÓN en VACIADO

Descripción

Excavación a cielo abierto o cubierto, realizada con medios manuales y/o mecánicos, para rebajar el nivel del terreno. Dentro de estas tareas se encuentran las destinadas a nivelar el terreno con el fin de obtener las pendientes, dimensiones y alineaciones definidas en proyecto.

Puesta en obra

El vaciado se hará por franjas horizontales de altura máxima 3 m. En los bordes con elementos estructurales de contención y/o medianerías, la máquina no trabajará en dirección perpendicular a ellos. Si se excava por bataches, éstos se harán de forma alterna.

El contratista extremará las precauciones durante los trabajos de vaciado al objeto de que no disminuya la resistencia del terreno no excavado, se asegure la estabilidad de taludes y se eviten deslizamientos y desprendimientos, que pudieran provocar daños materiales o personales. Deberá evitar también erosiones locales y encharcamientos debido a un drenaje defectuoso. También se han de proteger los elementos de Servicio Público que pudieran ser afectados por la excavación.

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista (instalaciones, rocas...) o construcciones que traspasen los límites del vaciado se comunicará a la Dirección Facultativa antes de continuar con la excavación.

Los trabajos se realizarán con medios manuales y/o mecánicos apropiados para las características, volumen y plazo de ejecución de las obras, contando siempre con la aprobación de la dirección facultativa previa.

Control y criterios de aceptación y rechazo

Se comprobarán cotas de fondo y de replanteo, bordes de la excavación, zona de protección de elementos estructurales y pendiente de taludes rechazando las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas por la dirección facultativa que deberán ser corregidas por el contratista.

Las tolerancias máximas admitidas serán:

- Replanteo: 2,5 por mil y variaciones de ± 10 cm.
- Ángulo de talud: +2%

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición se calculará según levantamiento topográfico de los perfiles transversales de excavación necesarios ordenados por la Dirección Facultativa de las obras.

RELLENOS

Descripción

Consiste en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o de cantera para relleno de zanjas, pozos, trasdós de obras de fábrica o zonas de relleno para recrecer su rasante y alcanzar la cota indicada en proyecto.

Puesta en obra

Si en el terreno en el que ha de asentarse el relleno existen corrientes de agua superficial o subterránea será necesario desviarlas lo suficientemente alejadas del área donde se vaya a realizar el relleno antes de comenzar la ejecución.

Las aportaciones de material de relleno se realizarán en tongadas de 20 cm máximo, con un espesor de las mismas lo más homogéneo posible y cuidando de evitar terrones mayores de 9 cm. El contenido en materia orgánica del material de relleno será inferior al 2%. La densidad de compactación será la dispuesta en los otros documentos del proyecto y en el caso de que esta no esté definida será de 100% de la obtenida en el ensayo Próctor Normal en las 2 últimas tongadas y del 95% en el resto.

No se trabajará con temperaturas menores a 2º C ni con lluvia sin la aprobación de la dirección facultativa. Después de lluvias no se extenderá una nueva tongada hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente más seca de forma que la humedad final sea la adecuada. En caso de tener que humedecer una tongada se hará de forma uniforme sin encharcamientos.

Las tongadas se compactarán de manera uniforme, todas las tongadas recibirán el mismo número de pasadas, y se prohibirá o reducirá al máximo el paso de maquinaria sobre el terreno sin compactar.

Para tierras de relleno arenosas, se utilizará la bandeja vibratoria como maquinaria de compactación.

Control y criterios de aceptación y rechazo

Se realizará una inspección cada 50 m³, y al menos una por zanja o pozo rechazando el relleno si su compactación no coincide con las calidades especificadas por la dirección facultativa o si presenta asientos superficiales.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición se calculará según levantamiento topográfico de los perfiles transversales de relleno necesarios ordenados por la Dirección Facultativa de las obras.

ZANJAS y POZOS

Descripción

Quedan incluidas dentro de este apartado las tareas necesarias para ejecutar las zanjas y pozos destinados a la cimentación, drenaje, saneamiento, abastecimiento, etc. realizados con medios manuales o mecánicos con anchos de excavación máximos de 2 m y 7 m de profundidad.

Puesta en obra

Previo a los trabajos de excavación, la dirección facultativa deberá tener aprobado el replanteo, para lo cual este ha de estar definido en obra mediante camillas y cordeles.

El contratista deberá conocer la situación de las instalaciones existentes tanto en el subsuelo como aéreas con el fin de mantener la distancia de seguridad requerida para evitar accidentes. En esta misma línea se valorarán las cimentaciones próximas para evitar descalces o desprendimientos. Se protegerán los elementos de servicio público que pudieran ser afectados por la excavación.

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista (instalaciones, rocas...) o construcciones que traspasen los límites del vaciado se comunicará a la Dirección Facultativa antes de continuar con la excavación.

En las excavaciones realizadas con el objeto de encontrar firme de cimentación, es el director de la obra el encargado de señalar la cota fondo de excavación, determinando dicha cota en obra en función del material aparecido. En este tipo de excavaciones destinados a cimentación, no se excavarán los últimos 40 cm hasta el mismo momento del hormigonado para evitar la disgregación del fondo de excavación, limpiando la misma de material suelto mediante medios manuales.

Se evitará el acceso de agua a zanjas excavadas, evacuando la misma inmediatamente en caso de no poder evitarse.

Se harán las entibaciones necesarias para asegurar la estabilidad de los taludes. La entibación permitirá desentibar una franja dejando las restantes franjas entibadas.

Se tomarán las medidas necesarias para que no caigan materiales de excavados u otros a la zanja o pozo.

Control y criterios de aceptación y rechazo

Se inspeccionarán las zanjas cada 20 m o fracción y los pozos cada unidad.

Durante la excavación se controlarán los terrenos atravesados, compacidad, cota de fondo, excavación colindante a medianerías, nivel freático y entibación.

Una vez terminada la excavación se comprobarán las formas, dimensiones, escuadrías, cotas y pendientes exigidas rechazando las irregularidades superiores a las tolerancias admitidas que se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa.

Las tolerancias máximas admisibles serán:

- Replanteo: 2,5 % en errores y ± 10 cm en variaciones.
- Formas y dimensiones: ± 10 cm.
- Refino de taludes: 15 cm.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición se calculará según los perfiles teóricos de excavación según el tipo de terreno excavado, considerando la profundidad necesaria de excavación realizada.

TRANSPORTE de TIERRAS**Descripción**

Operaciones necesarias para trasladar a vertedero los materiales sobrantes procedentes de

la excavación y los escombros.

Puesta en obra

Se establecerán recorridos de circulación en el interior de la obra para los camiones, realizando los vaciados, rampas o terraplenes necesarios y contando con la ayuda de un auxiliar que guíe al conductor en las maniobras.

Las rampas para la maquinaria tendrán el talud natural que exija el terreno y si se transportan tierras situadas por debajo de la cota 0,00 su anchura mínima será de 4,5 m, ensanchándose en las curvas y con pendientes máximas del 12% en tramos rectos o del 8% en tramos curvos.

El camión se cargará por los laterales o por la parte trasera no pasando en ningún caso por encima de la cabina.

Control y criterios de aceptación y rechazo

Tanto la disposición de las vías de circulación como las rampas y terraplenes realizados contarán con la supervisión y aprobación de la dirección facultativa.

La carga de los camiones no excederá en ningún caso la máxima permitida para cada aparato y en cualquier caso el material no excederá la parte superior de la bañera, se protegerá con lona y se limpiará el vehículo de barro antes de acceder a la calzada pública.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición se calculará aplicando el coeficiente de esponjamiento al material a transportar y considerando la distancia a vertedero.

2.3 CIMENTACIÓN

La cimentación está constituida por elementos de hormigón, cuya misión es transmitir las cargas del edificio al terreno y anclar el edificio contra empujes horizontales.

Antes de proceder a la ejecución de los trabajos es necesario ubicar las acometidas de los distintos servicios, tanto los existentes como los previstos para el propio edificio.

El contratista no rellenará ninguna estructura hasta que se lo indique la dirección facultativa.

La construcción de cimentaciones está regulada por el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Seguridad Estructural-Cimientos y por el Código Estructural.

ZAPATAS

Descripción

Zapatas de hormigón en masa o armado con planta cuadrada, rectangular o de desarrollo lineal, como cimentación de soportes verticales pertenecientes a estructuras de edificación.

Puesta en obra

Se atenderá a lo dispuesto en el Código Estructural y en el Documento Básico SE-C Seguridad estructural-Cimientos del Código Técnico.

Antes de verter el hormigón se nivelará, limpiará y apisonará ligeramente el fondo de la excavación. Se garantizará que las zapatas apoyen en condiciones homogéneas. En suelos permeables, se agotará el agua durante la excavación sin comprometer la estabilidad de taludes o de obras vecinas.

Se verterá una capa de mínimo 10 cm de hormigón de limpieza sobre la superficie de la excavación previa a la colocación de armaduras. La excavación del fondo tendrá lugar inmediatamente antes de la puesta en obra del hormigón de limpieza para que el suelo mantenga las condiciones inalteradas.

El hormigonado se realizará por tongadas cuyo espesor permita una compactación

completa de la masa. Se realizará un vibrado mecánico debiendo refluir la pasta a la superficie según 52.2 del Código Estructural.

En zapatas aisladas el hormigonado será continuo y no se permitirá el paso de instalaciones mientras que en las zapatas corridas se deberá contar con el consentimiento de la Dirección Facultativa para ello. Las juntas de hormigonado se harán según el artículo 72.4 del Código Estructural, se situarán en los tercios de la distancia entre pilares, alejadas de zonas rígidas y muros de esquina, eliminando la lechada del antiguo y humedeciendo antes de verter el fresco.

El recubrimiento de la armadura se garantizará mediante la disposición de separadores y se ajustará a las especificaciones del 43.4.2. y 49.8.2. del Código Estructural. Los separadores serán elementos especialmente diseñados para tal fin, de naturaleza no atacable por la alcalinidad del hormigón, no introducirán corrosión en las armaduras, serán tan impermeables como el propio hormigón. Expresamente queda prohibido el uso de separadores de madera, ladrillo u otros elementos residuales de la obra.

Para el anclaje y empalme de armaduras se atenderá a lo dispuesto en 49.5 del Código Estructural.

Control, criterios de aceptación y rechazo y verificaciones en el edificio terminado

Antes de la ejecución, se realizará la confirmación del estudio geotécnico, comprobando visualmente o con pruebas, que el terreno se corresponde con las previsiones de proyecto. Informe del resultado de tal inspección, la profundidad de la cimentación, su forma, dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno se incorporará a la documentación final de obra asumiendo el director de obra la máxima responsabilidad en esta cuestión.

En su caso, se comprobarán cimentaciones y edificios colindantes para garantizar que no se ven afectadas.

Se debe comprobar que: el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto, la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico, el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas, el terreno presenta una resistencia y humedad similar a la supuesta en el estudio geotécnico, no se detectan defectos evidentes como cavernas, fallas, galerías, pozos, corrientes subterráneas, etc.

Se realizará un control por cada zapata, comprobando la distancia entre ejes de replanteo, dimensiones y orientación de los pozos, correcta colocación de los encofrados, hormigón de limpieza con espesor y planeidad suficiente, tipo, disposición, número y dimensiones de armaduras, armaduras de esperas correctamente situadas y de la longitud prevista, recubrimiento de las armaduras previsto, vertido, compactación y curado del hormigón, planeidad, horizontalidad y verticalidad de la superficie, adherencia entre hormigón y acero, unión con otros elementos de cimentación y juntas de hormigonado.

Las tolerancias máximas admisibles serán las establecidas en el anejo 14 del Código Estructural.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición de zapatas se realizará considerando el volumen teórico de proyecto. El hormigón de limpieza se valorará según planta teórica de proyecto multiplicado por profundidad real ordenada por la dirección facultativa.

LOSAS

Descripción

Losas horizontales de hormigón armado, para cimentación en suelos de mediana a baja

calidad.

Puesta en obra

Se atenderá a lo dispuesto en el Código Estructural y en el Documento Básico SE-C Seguridad estructural-Cimientos del Código Técnico.

Antes de verter el hormigón se nivelará, limpiará y apisonará ligeramente el fondo de la excavación.

Se verterá una capa de mínimo 10 cm de hormigón de limpieza sobre la superficie de la excavación previa a la colocación de armaduras. La excavación del fondo tendrá lugar inmediatamente antes de la puesta en obra del hormigón de limpieza para que el suelo mantenga las condiciones inalteradas.

El hormigonado se realizará por tongadas cuyo espesor permita una compactación completa de la masa. Se realizará un vibrado mecánico debiendo refluir la pasta a la superficie según 52.2 del Código Estructural.

Si hubiera que hacer juntas de hormigonado, se consultará con la Dirección Facultativa situándose en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión y allí donde su efecto sea menos perjudicial, se colocarán lejos de los pilares, donde los esfuerzos cortantes sean menores. Antes de reanudar el hormigonado se limpiarán las juntas, se retirará la capa de mortero dejando los áridos al descubierto y se humedecerá la superficie. Se harán juntas de retracción a las distancias máximas establecidas en planos.

Si la losa es de gran canto se vigilará el calor de hidratación del cemento para que ésta no se fisure ni se combe.

El recubrimiento de la armadura se garantizará mediante la disposición de separadores y se ajustará a las especificaciones del 43.4.2. y 49.8.2. del Código Estructural. Los separadores serán elementos especialmente diseñados para tal fin, de naturaleza no atacable por la alcalinidad del hormigón, no introducirán corrosión en las armaduras, serán tan impermeables como el propio hormigón. Expresamente queda prohibido el uso de separadores de madera, ladrillo u otros elementos residuales de la obra.

Para el anclaje y empalme de armaduras se atenderá a lo dispuesto en 49.5 del Código Estructural.

Control, criterios de aceptación y rechazo y verificaciones en el edificio terminado

Antes de la ejecución, se realizará la confirmación del estudio geotécnico, comprobando visualmente o con pruebas, que el terreno se corresponde con las previsiones de proyecto. El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación, su forma, dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno se incorporará a la documentación final de obra asumiendo el director de obra la máxima responsabilidad en esta cuestión.

En su caso, se comprobarán cimentaciones y edificios colindantes para garantizar que no se ven afectadas.

Se debe comprobar que: el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto, la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico, el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas, el terreno presenta una resistencia y humedad similar a la supuesta en el estudio geotécnico no se detectan defectos evidentes como cavernas, fallas, galerías, pozos, corrientes subterráneas etc.

Se comprobará que las distancias entre los ejes de soportes en el replanteo no sufran variaciones respecto de las especificadas en proyecto. Se hará control de la disposición de las armaduras, tipo de acero y diámetro de las barras, por cada lote se hará una comprobación del tamaño del árido y se comprobará el canto de la losa, también se comprobará la adherencia entre hormigón y acero, juntas, uniones con otros elementos, las

operaciones previas a la ejecución, y el vertido, compactación y curado del hormigón. Las tolerancias máximas admisibles serán las establecidas en el anejo 14 del Código Estructural.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición de losas de cimentación se realizará considerando el volumen teórico de proyecto. El hormigón de limpieza se valorará según planta teórica de proyecto multiplicado por profundidad real ordenada por la dirección facultativa.

SOLERAS

Descripción

Capa resistente de hormigón en masa o armado, situada sobre el terreno natural o enchachado de material de relleno cuya superficie superior quedará vista o recibirá un revestimiento de acabado.

Materiales

El constructor deberá disponer de un sistema de gestión de los materiales, productos y elementos estructurales que se vayan a colocar en la obra, de manera que se asegure la trazabilidad de los mismos según lo dispuesto en el artículo 15 del Código Estructural.

- Hormigón armado, según lo dispuesto en el punto específico de este mismo Pliego.
- Sellante de juntas: De material elástico, fácilmente introducible en las juntas. Tendrá concedido el correspondiente DIT.
- Fibras de polipropileno (si sólo se quiere evitar la fisuración) o de acero (si además se quiere aumentar la resistencia del hormigón).
- Separador: De poliestireno expandido, de 2 cm de espesor.

Puesta en obra

Se atenderá a lo dispuesto en el Código Estructural y en el Documento Básico SE-C Seguridad estructural-Cimientos del Código Técnico.

Se verterá el hormigón del espesor indicado en proyecto sobre el terreno limpio y compactado, la capa de enchachado o sobre la lámina impermeabilizante si existe.

Se colocarán separadores alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera antes de verter el hormigón y tendrán una altura igual al espesor de la capa de hormigón.

En el caso de que lleve mallazo, éste se colocará en el tercio superior de la capa de hormigón.

Si se arma con fibras de acero se hará un vibrado correcto, de forma que las fibras no queden en superficie.

Se harán juntas de retracción de ancho comprendido entre 0,5 y 1 cm a distancias máximas de 6 m y de profundidad de 1/3 del espesor de la capa de hormigón. El sellante se introducirá en un cajeado previsto en la capa de hormigón o realizado posteriormente a máquina, entre las 24 y 48 horas posteriores al hormigonado.

En juntas de trabajo u otras discontinuidades se dispondrán elementos conectores, tales como barras de acero corrugado o un machihembrado (si las cargas que transmite no son elevadas) de forma que las dos partes de la solera sean solidarias.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad mediante un adecuado curado que se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado o mediante recubrimientos plásticos, agentes

filmógenos u otros tratamientos adecuados siempre que ofrezcan las garantías de efectividad y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

Control, criterios de aceptación y rechazo y verificaciones en el edificio terminado

Cada 100 m² o fracción se realizará un control de la compacidad del terreno, del espesor de la solera y planeidad medida por regla de 3 m se hará una inspección general de la separación entre juntas y cada 10 m de junta se comprobará su espesor y altura.

Las tolerancias máximas admisibles serán las establecidas en el anejo 14 del Código Estructural.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

La medición se realizará considerando la superficie teórica de proyecto.

Condiciones de conservación y mantenimiento

Se exponen a continuación las condiciones básicas y generales de conservación y mantenimiento. En el preceptivo "Libro del Edificio", a redactar tras la finalización de la obra, se incluirá mayor detalle de las mismas.

No se alterará su configuración o solicitaciones sin valoración por técnico competente.

Anualmente, tras la época de lluvias, se inspeccionarán las juntas y arquetas. Cada cinco años se incluirá la revisión de soleras por técnico competente.

2.4 ESTRUCTURA

FABRICACIÓN de HORMIGÓN ARMADO

Descripción

Dentro de este apartado se engloban todas las condiciones propias de la fabricación de hormigón armado. La norma básica de referencia será el Real Decreto 470/2021 Código Estructural. Las características del hormigón se especificarán en memoria, presupuesto y planos del proyecto indicando expresamente: resistencia a compresión, su consistencia, tamaño máximo del árido, el tipo de ambiente a que va a estar expuesto, y, cuando sea preciso, las referentes a prescripciones relativas a aditivos y adiciones, resistencia a tracción del hormigón, absorción, peso específico, compacidad, desgaste, permeabilidad, aspecto externo, etc.

Materiales

El constructor deberá disponer de un sistema de gestión de los materiales, productos y elementos estructurales que se vayan a colocar en la obra, de manera que se asegure la trazabilidad de los mismos según lo dispuesto en el artículo 15 del Código Estructural.

- **Cemento:** Según el artículo 28 del Código Estructural, RC-16, normas armonizadas UNE-EN 197 y RD 1313/1988. Se emplearán cementos de clase resistente 32,5 o superior y en cualquier caso, el cemento de la menor clase resistente posible compatible con la resistencia del hormigón.

El cemento contará con la documentación de suministro y etiquetado dispuesto en el anejo IV del RC-16. No llegará a obra u otras instalaciones de uso excesivamente caliente. Cuando el suministro se realice en sacos se almacenará sobre palets o similar, en locales cubiertos, ventilados y protegidos de la intemperie, humedad y de la exposición directa del sol.

El almacenamiento de los cementos a granel se efectuará en silos estancos y protegidos de la humedad y se evitará, en particular, su contaminación con otros cementos de tipo y/o clase de resistencia distintos.

El almacenamiento del cemento se prolongará en obra durante un máximo de 3 meses, 2 y 1, respectivamente, para las clases resistentes 32.5, 42.5 y 52.5, si el periodo es superior, se comprobará que las características del cemento siguen siendo adecuadas mediante ensayos según anejo VI del RC-16.

Se utilizarán los tipos de cementos adecuados según el tipo de hormigón y su uso teniendo en cuenta lo especificado en el anejo VIII del RC-16 y la tabla 28 del Código Estructural. Destacar particularmente que no se emplearán cementos de albañilería para la fabricación de hormigones. Para hormigones en contacto con suelos con sulfatos ($> 3.000 \text{ mg/kg}$) o con aguas con sulfatos ($> 600 \text{ mg/l}$) se empleará cemento resistente a los mismos. Del mismo modo hormigones en contacto con agua de mar requerirán cementos aptos para el mismo.

- **Agua:** Se atenderá a lo dispuesto en el artículo 29 del Código Estructural.
El agua utilizada tanto para amasado como para curado no contendrá ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. Cuando no sean potables, no posean antecedentes de su utilización o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial deberán cumplir las condiciones de exponente de hidrógeno pH, sustancias disueltas, sulfatos, ión cloruro, álcalis, hidratos de carbono y sustancias orgánicas solubles en éter indicadas en la tabla 29 del Código Estructural. Se prohíbe el uso de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado.
- **Áridos:** Cumplirán las condiciones del artículo 30 del Código Estructural.
Pueden emplearse gravas de machaqueo o rodadas, arenas, áridos reciclados, áridos ligeros y escorias siderúrgicas apropiadas que dispongan de marcado CE según norma armonizada UNE-EN 12.620 aportando declaración de prestaciones. En caso de que la dirección facultativa lo considere necesario, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrológicos, físicos o químicos. En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables. Se prohíbe el empleo de áridos que contengan nódulos de yeso, compuestos ferrosos, sulfuros oxidables, etc. en proporciones superiores a lo que permite el Código Estructural. Cada carga irá acompañada por hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección Facultativa, en la que figuren los datos indicados en el Código Estructural y la declaración de prestaciones según marcado CE.
Los áridos deben ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones.
El empleo de áridos reciclados se limitará a un 20 % en peso sobre el contenido de árido grueso y adaptará sus características a lo expresado en el artículo 30.8 del Código Estructural.
La utilización de áridos ligeros estará limitada a las especificaciones del anejo 8 del Código Estructural.
- **Aditivos:** Cumplirán lo establecido en el artículo 31 del Código Estructural y en las normas armonizadas UNE-EN 934-2.
El fabricante garantizará que las características y el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar peligro para las armaduras.
Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores físicos o químicos. El fabricante

suministrará el aditivo correctamente etiquetado y dispondrá de marcado CE aportando la preceptiva declaración de prestaciones.

La Dirección Facultativa deberá autorizar su utilización y en su incorporación a la mezcla se seguirá estrictamente lo dispuesto por el fabricante. El suministrador del hormigón será informado de la posible incorporación de aditivos en obra.

- **Adiciones:** Cumplirán lo establecido en el artículo artículo 32 del Código Estructural. Tan solo se utilizarán en el momento de la fabricación del hormigón y exclusivamente en central. Podrán ser cenizas volantes o humo de sílice, siempre en hormigones con cementos tipo CEM I y su empleo contará con el visto previo de la Dirección Facultativa. No podrán contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras, y cumplirán las especificaciones indicadas en 32.1 y 32.2 del Código Estructural.
- **Armaduras:** Armaduras pasivas: Cumplirán lo establecido en la UNE-EN 10080 y el artículo 34 del Código Estructural. Las barras y alambres no presentarán defectos superficiales ni grietas y tendrán una sección equivalente no inferior al 95,5% de la nominal. Las características mecánicas mínimas estarán garantizadas por el fabricante según la tabla 34.2.a del Código Estructural. Se suministrarán con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en normas UNE-EN y llevarán grabadas las marcas de identificación de acuerdo con dichas normas. Las mallas electrosoldadas se fabricarán con barras o alambres corrugados que no se mezclarán entre sí por distintas tipologías de acero y cumplirán lo dispuesto en el artículo 35.1 del Código Estructural.
- **Armaduras activas:** Cumplirán lo establecido en las UNE 36094 y el artículo 36 del Código Estructural.
Los elementos constituyentes de las armaduras activas pueden ser alambres, barras o cordones. El fabricante garantizará como mínimo: carga unitaria máxima a tracción, límite elástico convencional, alargamiento bajo carga máxima, módulo de elasticidad, relajación, resistencia a la fatiga y susceptibilidad a la corrosión bajo tensión.
El acero puesto en obra ha de mantener sus cualidades y características intactas desde su fabricación por lo que en su almacenamiento y transporte estarán protegidas de la lluvia, humedad del terreno u otros agentes o materias agresivas. En el momento de su utilización, las armaduras deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

Puesta en obra

La puesta en obra se atenderá estrictamente a lo dispuesto en el Código Estructural y NCSE-02.

Las armaduras se dispondrán sujetas entre sí de manera que no varíe su posición durante el transporte, montaje y hormigonado, y permitan al hormigón envolverlas sin dejar coqueras. En el corte de la ferralla se pueden emplear cizallas o maquinaria de corte no estando permitido el uso del arco eléctrico, sopletes u otros métodos que alteren las características físico-metalúrgicas del material. El despiece, enderezado, corte y doblado de las barras se hará de acuerdo al artículo 49.3 del Código Estructural. Los empalmes de armaduras en obra deberán realizarse con la aprobación expresa de la dirección facultativa y los realizados por soldadura deberán realizarse de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 17660, las superficies estarán secas y limpias, y no se realizarán con viento intenso, lluvia o nieve, a menos que se adopten las debidas precauciones. Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra con las dimensiones de los recubrimientos nominales según 49.8.2 del Código Estructural.

El hormigón estructural requiere estar fabricado en central conforme al artículo 51 del Código Estructural pudiendo estar la central en obra o en instalaciones exclusivas en cuyo caso se denomina hormigón preparado. El hormigón deberá quedar mezclado de forma homogénea empleando la dosificación de todos sus componentes por peso, según lo dispuesto en proyecto y el Código Estructural, quedando el árido bien recubierto de pasta de cemento. La dosificación mínima de cemento será la señalada en artículo 43.2.1 del Código Estructural. El hormigón no experimentará, durante el transporte, variación sensible en las características que poseía recién amasado.

Cada carga de hormigón irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que figurarán como mínimo, los datos indicados en el anejo 4 del Código Estructural. El fabricante de este hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada. En hormigones fabricados en central ubicada en obra el constructor dejará un libro de registro a disposición de la dirección facultativa firmado por persona física en el que constarán las dosificaciones, proveedores, equipos empleados, referencia al documento de calibrado de la balanza de dosificación, registro de amasadas empleadas en cada lote, fechas de hormigonado y resultados de los ensayos realizados.

El tiempo transcurrido entre la adición del agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor de una hora y media para hormigón sin promotores o retardadores de fraguado. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado. Queda expresamente prohibida la adición de agua en obra al hormigón. Se puede añadir en obra plastificante o superplastificante siempre que no se sobrepasen los límites establecidos y siempre con el visto bueno del fabricante y Dirección Facultativa. En el vertido y colocación de las masas se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla. A partir de 1 metro de altura, el hormigonado no puede hacerse por vertido libre siendo necesario el empleo de canaletas o conductos que eviten el golpeo del hormigón. No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad de la dirección facultativa, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva. La compactación de hormigones se realizará de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. No se colocarán en obra capas o tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa. Se realizará según lo expuesto en el art. 52 del Código Estructural.

Las juntas de hormigonado se situarán en dirección lo más normal posible a las de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones, en cualquier caso el lugar de las juntas deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa.

Queda terminantemente prohibido hormigonar si llueve, nieva, hay viento excesivo, temperaturas superiores a 40º C, solemiento directo o cuando se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados. En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en estas circunstancias, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento de hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material y se contará con la autorización expresa de la Dirección Facultativa y el fabricante.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad mediante un adecuado curado que se

prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente, etc. El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado o mediante recubrimientos plásticos, agentes filmógenos u otros tratamientos adecuados siempre que ofrezcan las garantías de efectividad y no contengan sustancias nocivas para el hormigón.

Los productos desencofrantes serán de naturaleza adecuada y no serán perjudiciales para las propiedades o el aspecto del hormigón y no perjudicarán a la posterior aplicación de revestimientos. Expresamente queda prohibido el empleo de grasa, gasóleo u otros productos no apropiados. Las superficies vistas no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto.

Cualquier empleo de un elemento auxiliar (puntales, cimbras, etc.) será responsabilidad del constructor, que deberá disponer de los documentos correspondientes (proyecto, certificado, etc.) que avalen la conformidad de tales elementos para el uso que se pretende.

Control, criterios de aceptación y rechazo y verificaciones en el edificio terminado

Salvo que se disponga lo contrario en el Programa de Control, el nivel del control de ejecución será normal según la clasificación establecida en el Código Estructural.

El contratista aportará un programa de control de calidad según contenidos estipulados en artículo 19 del Código Estructural que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa y que desarrollará el plan de control que se incluye en proyecto. La Dirección Facultativa podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones o ensayos adicionales.

El control de recepción del cemento será acorde a lo especificado en el anejo IV del RC-16:

a) control de la documentación: albarán, etiquetado, declaración de prestaciones del marcado CE si lo tuviera o certificación de cumplimiento de requisitos reglamentarios firmado por persona física del fabricante si no contara con marcado CE y distintivos de calidad si los tuviere. b) inspección visual y c) en caso que lo exigiera el responsable de la recepción, ensayos de identificación o complementarios según anejo VIII del RC-16.

Los áridos, aditivos y adiciones contarán con marcado CE según 56.4 del Código Estructural.

En caso de que las armaduras elaboradas o ferralla armada no cuente con un distintivo de calidad oficialmente reconocido, se realizará control experimental para comprobar características mecánicas, adherencia y dimensiones. Todo ellos según art.59 del Código Estructural.

Los ensayos del hormigón se realizarán según lo dispuesto en el programa de control y en el capítulo 13 del Código Estructural. Los ensayos de docilidad serán según UNE-EN 12350 y los de resistencia y resistencia a la penetración de agua según UNE-EN 12390.

Se realizarán ensayos de hormigón previos y característicos si se dan las circunstancias especificadas en el anejo 13 del Código Estructural.

Se hará un control de la ejecución por lotes según artículo 63 del Código Estructural, haciendo comprobaciones previas al comienzo de la ejecución, control de acopios, comprobaciones de replanteo y geométricas, cimbras, apuntalamientos y andamiajes, armaduras, encofrados y moldes, transporte, vertido y compactación, juntas de trabajo, contracción o dilatación, curado, desmoldeo y descimbrado, tolerancias y dimensiones finales.

Las tolerancias máximas admisibles serán:

- Dosificación: $\pm 3\%$ en cemento y áridos, $\pm 1\%$ del agua añadida, $\pm 3\%$ del agua total, entre $\pm 3\%$ y $\pm 5\%$ en adiciones según su proporción con el cemento y $\pm 5\%$ en aditivos.
- Recubrimiento armaduras activas: ± 5 mm en elementos prefabricado y ± 10 mm in situ.

- Resistencia característica del hormigón según Código Estructural.
- Consistencia del hormigón según tabla 57.5.2.2 del Código Estructural.
- Desviaciones admisibles según anejo 14 del Código Estructural.

Las características higrotérmicas de los materiales contemplados en el proyecto serán:

Material	Transmitancia (W/m ² K)	Absortividad
Hormigón armado	5,7	0,7
Hormigón en masa	4	0,7

Las características de los materiales puestos en obra, tendrán las prestaciones señaladas anteriormente o superiores, de otro modo, habrán de ser autorizados previamente por la dirección facultativa.

ESTRUCTURA METÁLICA

Descripción

Estructuras cuyos elementos: soportes, vigas, zancas, cubiertas y forjados están compuestos por productos de acero laminado en caliente, perfiles huecos y conformados en frío o caliente, roblones y tornillos ordinarios, calibrados y de alta resistencia, así como tuercas y arandelas.

La construcción de estructuras de acero está regulada por el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico de Seguridad Estructural-Acero y por el Título 3 del Código Estructural.

La dirección facultativa indicará previo al comienzo de la obra si la estructura pertenece total o parcialmente a alguna clase de ejecución de las señaladas en el apartado 91.1 del Código Estructural, como de fabricación más cuidadosa.

Materiales

- Según características y exigencias del artículo 83 del Código Estructural.
- Perfiles y chapas de acero laminado:
Se usarán los aceros establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general), cuyas características se resumen en 84.1 del Código Estructural y cumplirán con las especificaciones contenidas en dicho apartado.
Irán acompañados de la declaración de prestaciones del marcado CE según la norma armonizada UNE-EN 10025, declarando expresamente la resistencia a tracción, límite elástico, resistencia a flexión por choque, soldabilidad, alargamiento y tolerancias dimensionales.
- Perfiles huecos de acero:
Detallados en 84.2 y 84.3 del Código Estructural. Se contemplan los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10210-1 relativa a Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grado fino y en la UNE-EN 10219-1, relativa a secciones huecas de acero estructural conformado en frío. Irán acompañados de la declaración de prestaciones propia del marcado CE según las normas anteriores incluyendo la designación del material según EN 10027.
- Perfiles de sección abierta conformada en frío:
Detallados en 84.4 del Código Estructural. Se contemplan los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10162.
- Perfiles y chapas no normalizados:
Podrán emplearse perfiles y chapas no normalizados, bien sean de formas abiertas especiales, o variantes de series normalizadas, siempre que se cumplan las condiciones detalladas en 84.5 del Código Estructural.

- Tornillos, tuercas y arandelas:
Según 85.2 y 85.3 del Código Estructural.
- Bulones:
Según 85.4 del Código Estructural.
- Material de aportación:
Según 85.5 del Código Estructural.
- Las características de los materiales suministrados deben estar documentadas de forma que puedan compararse con los requisitos establecidos en proyecto. Además, los materiales deben poderse identificar en todas las etapas de fabricación, para lo que cada componente debe tener una marca duradera, distinguible, que no le produzca daño y resulte visible tras el montaje con la designación del acero según normas.
Los materiales montados en taller llegarán identificados con marcado adecuado, duradero y distinguible.

Puesta en obra

Ha de prevenirse la corrosión del acero evitando el contacto directo con humedad, con otros metales que produzcan corrosión y el contacto directo con yesos.

Se aplicarán las protecciones adecuadas a los materiales para evitar su corrosión, de acuerdo con el artículo 86 y 87 del Código Estructural y las condiciones ambientales internas y externas del edificio. Los materiales protectores deben almacenarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se han de preparar las superficies a proteger.

Los abrasivos utilizados en la limpieza y preparación de las superficies a proteger, deben ser compatibles con los productos de protección a emplear. Los métodos de recubrimiento deben especificarse y ejecutarse de acuerdo con la normativa específica al respecto y las instrucciones del fabricante.

El material debe almacenarse siguiendo las instrucciones de su fabricante, evitando deformaciones permanentes, protegiendo de posibles daños en los puntos donde se sujete para su manipulación, almacenándolos apilados sobre el terreno pero sin contacto con él, evitando cualquier acumulación de agua.

Operaciones de fabricación en taller

- Enderezado: Según indicaciones de la norma UNE-EN 1090-2..
- Corte: El corte puede realizarse por procedimientos mecánicos: sierra, disco, cizalla; o térmico: plasma, oxicorte (manual o automático) y láser. En cualquier caso según 91.4.3 del Código Estructural.
- Conformado: Esta operación puede realizarse siempre que las características del material no queden por debajo de las especificadas en el proyecto. Cuando se realice el plegado o curvado en frío se respetarán los radios mínimos recomendados en UNE-EN 10025. No se permite la conformación en caliente de aceros con tratamiento termomecánico, ni de los templados y revenidos a menos que se cumplan los requisitos de UNE-EN 10025-6. En particular se prohíbe cualquier manipulación en el intervalo de color azul (de 250°C a 380°C). En todo caso, se atenderá a lo dispuesto en la norma UNE-EN 1090-2.
- Perforación: Los agujeros para tornillos pueden realizarse mediante taladrado, punzonado, láser, plasma y corte térmico siguiendo las prescripciones de ejecución que se indican en la norma UNE-EN 1090-2 y en el punto 91.4.5 del Código Estructural.
- Empalmes: No se permiten más empalmes que los establecidos en proyecto o aprobados por el director de obra.
- Soldeo: el constructor dispondrá de un plan de soldadura que incluirá precauciones

adecuadas frente al riesgo de desgarro laminar en caso de que se transmitan tensiones de tracción en el sentido perpendicular al espesor del material. Para la elaboración del plan de soldadura se deberá tener en consideración la parte aplicable de la norma UNE-EN ISO 3834. Los soldadores y operadores de soldeo deberán estar cualificados para las uniones que realicen, según la norma UNE-EN ISO 9606-1 o UNE-EN ISO 14732 respectivamente. Los requisitos de calidad para el soldeo que se han de aplicar en cada clase de ejecución según UNE-EN ISO 3834 serán los recogidos en la tabla 94.1. del Código Estructural. Las superficies y bordes deben ser los apropiados para el proceso de soldeo y estar exentos de fisuras, entalladuras, materiales que afecten al proceso o calidad de las soldaduras y humedad. Los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijos mediante dispositivos adecuados. Para la realización de cualquier tipo de soldadura, se estará a las especificaciones contenidas en el artículo 94 del Código Estructural.

- Uniones atornilladas. Las características de este tipo de uniones se ajustarán a las especificaciones del artículo 93 del Código Estructural. Para uniones atornilladas pretensadas resistentes al deslizamiento, la dirección facultativa indicará previo al comienzo de la obra cuál es la clase de superficie a obtener. Podrán emplearse tornillos avellanados, calibrados y bulones o tornillos de inyección si se cumplen las especificaciones del artículo 93.10 del Código Estructural. Los diámetros de agujeros, separaciones mutuas y a bordes, sistemas de apretado y estado de superficies serán los especificados en los planos. Si se emplean arandelas indicadoras del pretensado del tornillo, se observarán las instrucciones del fabricante que se adjuntan al proyecto.
- Tratamientos de protección. Podrán aplicarse tratamientos de metalización, galvanización en caliente o pintado según las especificaciones del artículo 95 del Código Estructural. La superficie de los elementos se limpiará y preparará de forma adecuada al tratamiento de protección correspondiente. En principio, deben eliminarse la suciedad, cascarilla de laminación, restos de escoria de soldaduras y también la grasa y la humedad superficial. Si existieran revestimientos anteriores, deben ser igualmente eliminados. Las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón, no se pintarán, solamente se limpiarán. No se utilizarán materiales que perjudiquen la calidad de una soldadura a menos de 150 mm de la zona a soldar y tras realizar la soldadura no se pintará sin antes haber eliminado las escorias y aceptado la soldadura. Tampoco se pintarán uniones atornilladas hasta la aceptación de la unión.

La estructura dispondrá de protección contra la corrosión para obtener unas condiciones de servicio acordes con la vida útil de la estructura y el plan de mantenimiento teniendo en cuenta el nivel de corrosión atmosférica y grado de exposición de los diferentes componentes que está detallado en el presupuesto del proyecto.

Control, criterios de aceptación y rechazo y verificaciones en el edificio terminado

El control de calidad se realizará dando cumplimiento a las especificaciones recogidas en el capítulo 23 y 24 del Código Estructural y en el punto 12 del CTE-DB-SEA. Las actividades de control de calidad han de quedar registradas documentalmente en la documentación final de obra. La dirección facultativa aprobará un programa de control que desarrolle el plan de control incluido en el proyecto.

Control de la conformidad de los productos

Se atenderá a lo dispuesto en el capítulo 23 del Código Estructural. Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará a la dirección facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. En el caso de que los materiales y productos dispongan de marcado CE podrá comprobarse su conformidad mediante la

verificación documental de que los valores de la declaración de prestaciones que acompañan al citado marcado CE cumplen con las especificaciones del proyecto. La dirección facultativa podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones o ensayos sobre los materiales y productos que se empleen en la obra. En el caso de productos que no dispongan de marcado CE, la comprobación de su conformidad comprenderá: - Un control documental, - en su caso, un control mediante distintivos de calidad o procedimientos que garanticen un nivel de garantía adicional equivalente, conforme a lo indicado en el Artículo 18 del Código Estructural, y - en su caso, un control experimental, mediante la realización de ensayos.

Control de la ejecución

Se atenderá a lo dispuesto en el capítulo 24 del Código Estructural. El constructor incluirá, en el plan de obra, el procedimiento de autocontrol de la ejecución de la estructura. Los resultados de todas las comprobaciones realizadas serán documentados por el constructor, en los registros de autocontrol. Además, efectuará una gestión de los acopios que le permita mantener y justificar la trazabilidad de las partidas.

Los criterios de control como: programación, nivel de control, lotificación, unidades y frecuencias de inspección, comprobaciones al montaje en taller se dispondrán según artículos 101, 102 y 103 del Código Estructural.

El programa de montaje redactado por el constructor se realizará de acuerdo con el plan de montaje incluido como anexo a este pliego.

Las tolerancias máximas admisibles, serán las establecidas en el anejo 16 del Código Estructural y en el CTE-DB-SEA en su punto 11, en el que se definen tipos de desviaciones geométricas correspondientes a estructuras de edificación, y los valores máximos admisibles para tales desviaciones distinguiendo entre tolerancias de fabricación y tolerancias de ejecución.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

Elementos estructurales se medirán según el peso nominal teórico. Las planchas en superficie teórica descontando huecos mayores de 1 m².

Condiciones de conservación y mantenimiento

Se exponen a continuación las condiciones básicas y generales de conservación y mantenimiento. En el preceptivo "Libro del Edificio", a redactar tras la finalización de la obra, se incluirá mayor detalle de las mismas.

No han de modificarse ni sobrecargarse los elementos estructurales respecto a su definición en proyecto.

Cada año se revisará la aparición de fisuras, grietas, flechas en vigas y forjados, pandeo en pilares, humedades o degradación del acero informando a un técnico en su caso.

Cada 10 años revisión por técnico especialista de los síntomas de posibles daños estructurales, se identificarán las causas de daños potenciales (humedades, uso), identificación de daños que afectan a secciones o uniones (corrosión, deslizamiento no previsto).

Se realizará mantenimiento a los elementos de protección de la estructura, especialmente a los de protección ante incendio, que se ajustarán a los plazos de garantía declarados por los fabricantes (de pinturas, por ejemplo).

Los edificios sometidos a acciones que induzcan fatiga contarán con un plan de mantenimiento independiente que debe especificar el procedimiento para evitar la propagación de las fisuras, así como el tipo de maquinaria a emplear, el acabado, etc.

2.5 CUBIERTAS

2.5.1 INCLINADAS

PLACAS de ACERO

Descripción

Cubrición formada con chapas finas o paneles formados por doble hoja de chapa con interposición de aislamiento, de acero galvanizado o lacado, en los que la propia chapa o panel proporciona la estanquidad.

Materiales

Aislamiento térmico:

Dependiendo del tipo de cubierta se usarán paneles rígidos, semirígidos o mantas y en todo caso se atenderá a lo dispuesto en el apartado correspondiente de este pliego.

Cubrición:

Chapa conformada de acero de calidad comercial protegida a corrosión mediante proceso de galvanización en continuo o lacado. Puede ser una única chapa o doble chapa con aislamiento entre ambas. Irán acompañados de la declaración de prestaciones del marcado CE según la norma armonizada UNE-EN 14783 declarando expresamente descripción de producto y fabricante, reacción al fuego, comportamiento al fuego externo y durabilidad. En el caso de doble cara metálica con aislante lo harán conforme a la norma UNE-EN 14509. Las placas translúcidas de una sola capa dispondrán de marcado CE y declaración de prestaciones según UNE-EN 1013.

Accesorios de fijación:

Ganchos, tornillos autorroscantes, tornillos rosca cortante y remaches todos ellos de acero galvanizado o inoxidable..

Junta de estanquidad:

De material elástico y flexible como vinilo o neopreno para cerrar el paso del agua o aire en las juntas entre chapas. Tendrán un perfil que se adaptará al de la chapa donde vaya a instalarse y serán duraderas en el tiempo y resistentes a los agentes químicos. Su composición química no atacará a las chapas puestas en contacto con ella.

También se utilizan masillas de poliuretano o siliconas compatibles.

Puesta en obra

Se atenderá a lo dispuesto en la Exigencia "Protección frente a la humedad" desarrollada en el Documento Básico de Salubridad del Código Técnico de la Edificación y lo dispuesto por el fabricante.

El vuelo de las chapas en alero será inferior a 350 mm y lateralmente menor de una onda. Se dispondrán accesorios de fijación en cada cruce con las correas, distanciados como máximo 333 mm en las correas intermedias y de limahoyas, y 250 mm en la correa de alero y cumbrera. Los ganchos se colocarán en la zona superior o inferior de los mismos, colocando apoyaondas por cada accesorio de fijación cuando ésta se realice en la zona superior de los nervios.

El solapo de los distintos tramos de chapa lisa en cumbrera o limateza no será menor de 150 mm y se dispondrá una junta de sellado que garantice la estanquidad. El solapo con las chapas del faldón será el indicado en otros documentos del proyecto o el señalado por la dirección facultativa, en ningún caso menor de 150 mm Se dispondrán 3 accesorios de fijación por metro quedando alineados entre sí.

La chapa lisa del remate lateral cubrirá al menos dos ondas. La chapa remate del encuentro

en cumbrera tendrá un desarrollo mínimo de 250 mm. Se colocarán 3 accesorios de fijación por metro quedando alineados entre sí y con los accesorios del faldón.

La fijación del canalón se fijará a la correa de alero con los mismos ganchos o tornillos utilizados para fijar la chapa o panel del faldón interponiendo una junta de sellado entre las chapas del faldón y el canalón. La cota exterior del canalón será 50 mm inferior al ala interior. El solapo de los distintos tramos será no menor de 150 mm y se interpondrá una junta de sellado que asegure la estanquidad. Los canalones no sobrepasarán los 12 m sin hacer un cambio de pendiente, y tendrán una pendiente mínima del 1 %.

No se trabajará en la cubierta en condiciones climáticas adversas como fuertes vientos, temperaturas inferiores a 5º C, lluvias, nevadas o niebla persistente.

Control, criterios de aceptación y rechazo y verificaciones en el edificio terminado

Tanto la puesta en obra como los accesorios utilizados cumplirán la NTE-QTG. Los materiales utilizados llevarán certificado de calidad reconocido. Los paneles de doble chapa serán compuestos por láminas que en el caso de acero tendrán un límite elástico mínimo de 220 N/mm².

Si la dirección facultativa lo considera oportuno, se harán ensayos de uniformidad del galvanizado, según norma UNE.

Se harán inspecciones de puesta en obra comprobando que todo se ha hecho de acuerdo a lo indicado en proyecto y por la dirección facultativa. Se comprobará la formación de faldones, espesores, distancias, colocación del aislamiento térmico, canalones, puntos singulares, materiales, juntas de dilatación, pendientes, planeidad, colocación de impermeabilización, rastreles y cobertura.

Controlando solapos longitudinales, número y situación de los accesorios de fijación y colocación del complemento de estanquidad; colocación de cumbrera, limahoya, remate lateral y encuentro lateral con paramento.

En cada cubierta se hará una prueba de estanquidad, regándola durante 48 horas.

Las tolerancias máximas admisibles serán:

- Solapos: -20 mm.
- Distancias entre fijaciones: -100 mm.
- Vuelo alero: 50 mm.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

Se medirán superficies y longitudes en verdadera magnitud deduciendo huecos mayores de 0,5 m².

Condiciones de conservación y mantenimiento

Se exponen a continuación las condiciones básicas y generales de conservación y mantenimiento. En el preceptivo "Libro del Edificio", a redactar tras la finalización de la obra, se incluirá mayor detalle de las mismas.

Anualmente, coincidiendo con el final del otoño, se realizará la limpieza de hojas, tierra u otros elementos acumulados en sumideros o canalones.

Durante la época de verano se revisará el estado de canalones, bajantes, sumideros, y material de cobertura reparando si fuera necesario.

Cada 2 años se revisarán posibles apariciones de óxidos y el deterioro de la protección.

Comprobar la estanquidad de la cubierta cada 3 años.

2.6 REVESTIMIENTOS

2.6.1 PARAMENTOS

PINTURAS

Descripción

Revestimientos continuos de paramentos y elementos de estructura, carpintería, cerrajería y elementos de instalaciones, situados al interior o exterior, con pinturas y barnices como acabado decorativo o protector.

Materiales

Pinturas y barnices:

Pueden ser pinturas al temple, a la cal, al silicato, al cemento, plástica... que se mezclarán con agua. También pueden ser pinturas al óleo, al esmalte, martelé, laca nitrocelulósica, barniz, pintura a la resina vinílica, bituminosas...que se mezclarán con disolvente orgánico. También estarán compuestas por pigmentos normalmente de origen mineral y aglutinantes de origen orgánico, inorgánico y plástico, como colas celulósicas, cal apagada, silicato de sosa, cemento blanco, resinas sintéticas, etc.

Aditivos:

Se añadirán en obra y serán antisisiconas, aceleradores de secado, matizantes de brillo, colorantes, tintes, disolventes, etc.

Imprimación:

Puede aplicarse antes que la pintura como preparación de la superficie. Pueden ser imprimaciones para galvanizados y metales no férreos, anticorrosiva, para madera y selladora para yeso y cemento.

Puesta en obra

La superficie de aplicación estará limpia, lisa y nivelada, se lijará si es necesario para eliminar adherencias e imperfecciones y se plastecerán las coqueras y golpes. Estará seca si se van a utilizar pinturas con disolventes orgánicos y se humedecerá para pinturas de cemento. Si el elemento a revestir es madera, ésta tendrá una humedad de entre 14 y 20 % en exterior o de entre 8 y 14 % en interior. Si la superficie es de yeso, cemento o albañilería, la humedad máxima será del 6 %. El secado de la pintura será natural con una temperatura ambiente entre 6 y 28 ° C, sin soleamiento directo ni lluvia y la humedad relativa menor del 85 %. La pintura no podrá aplicarse pasadas 8 horas después de su mezcla, ni después del plazo de caducidad.

Sobre superficies de yeso, cemento o albañilería, se eliminarán las eflorescencias salinas y las manchas de moho que también se desinfectarán con disolventes funguicidas.

Si la superficie es de madera, no tendrá hongos ni insectos, se saneará con funguicidas o insecticidas y eliminará toda la resina que pueda contener.

En el caso de tratarse de superficies con especiales características de acondicionamiento acústico, se garantizará que la pintura no merma estas condiciones.

Si la superficie es metálica se aplicará previamente una imprimación anticorrosiva.

En la aplicación de la pintura se tendrá en cuenta las instrucciones indicadas por el fabricante especialmente los tiempos de secado indicados.

Por tipos de pinturas:

- Pintura al temple: se aplicará una mano de fondo con temple diluido hasta la impregnación de los poros, y una mano de temple como acabado.
- Pintura a la cal: se aplicará una mano de fondo con pintura de cal diluida hasta la impregnación de los poros, y dos manos de acabado.
- Pintura al cemento: Se protegerán las carpinterías. El soporte ha de estar ligeramente

humedecido, realizando la mezcla en el momento de la aplicación.

- Pintura al silicato: se protegerá la carpintería y vidriería para evitar salpicaduras, la mezcla se hará en el momento de la aplicación, y se darán dos manos.
- Pintura plástica: si se aplica sobre ladrillo, yeso o cemento, se aplicará una imprimación selladora y dos manos de acabado. Si se aplica sobre madera, se dará una imprimación tapaporos, se plastecerán las vetas y golpes, se lijará y se darán dos manos.
- Pintura al óleo: se aplicará una imprimación, se plastecerán los golpes y se darán dos manos de acabado.
- Pintura al esmalte: se aplicará una imprimación. Si se da sobre yeso cemento o madera se plastecerá, se dará una mano de fondo y una de acabado. Si se aplica sobre superficie metálica llevará dos manos de acabado.
- Barniz: se dará una mano de fondo de barniz diluido, se lijará y se darán dos manos de acabado.

Control, criterios de aceptación y rechazo y verificaciones en el edificio terminado

El envase de las pinturas llevará una etiqueta con las instrucciones de uso, capacidad del envase, caducidad y sello del fabricante.

Se identificarán las pinturas y barnices que llevarán marca AENOR, de lo contrario se harán ensayos de determinación de tiempo de secado, de la materia fija y volátil y de la adherencia, viscosidad, poder cubriente, densidad, peso específico, resistencia a inmersión, plegado, y espesor de pintura sobre el material ferromagnético.

Se comprobará el soporte, su humedad, que no tenga restos de polvo, grasa, eflorescencias, óxido, moho...que esté liso y no tenga asperezas o desconchados. Se comprobará la correcta aplicación de la capa de preparación, mano de fondo, imprimación y plastecido. Se comprobará el acabado, la uniformidad, continuidad y número de capas, que haya una buena adherencia al soporte y entre capas, que tenga un buen aspecto final, sin desconchados, bolsas, cuarteamientos...que sea del color indicado, y que no se haga un secado artificial.

Criterios de medición y valoración

En caso de que en el presupuesto del proyecto o el contrato de obra no se especifiquen otros criterios, se adoptarán las siguientes pautas de medición y valoración:

Se medirá la superficie ejecutada, deduciendo huecos mayores de 2 m².

Condiciones de conservación y mantenimiento

Se exponen a continuación las condiciones básicas y generales de conservación y mantenimiento. En el preceptivo "Libro del Edificio", a redactar tras la finalización de la obra, se incluirá mayor detalle de las mismas.

Evitar los golpes, rozamientos y humedades. La limpieza se realizará con productos adecuados al tipo de pintura aplicada.

Cada 3 años se revisará el estado general y en su caso se optará por el repintado o reposición de la misma.

Índice

1 Memoria

1.1 Memoria Informativa

1.2 Implantación en Obra

1.3 Condiciones del Entorno

1.4 Fases de Ejecución

1.4.1 Demoliciones

1.4.2 Movimiento de Tierras

1.4.3 Implantación en Obra

1.4.4 Cimentación

1.4.5 Red de Saneamiento

1.4.6 Estructuras

1.4.7 Cubiertas

1.4.8 Acabados

1.4.9 Urbanización

1.5 Medios Auxiliares

1.5.1 Andamios

1.5.2 Escaleras de Mano

1.5.3 Puntales

1.6 Maquinaria

1.6.1 Maquinaria de Movimiento de Tierra y Demolición

1.6.2 Maquinaria de Transporte

1.6.3 Maquinaria de Elevación

1.6.4 Martillo Compresor

1.6.5 Vibrador

1.6.6 Sierra Circular de Mesa

1.6.7 Equipos de Soldadura y Oxicorte

1.6.8 Herramientas Eléctricas Ligeras

1.7 Manipulación sustancias peligrosas

1.8 Coronavirus SARS-CoV-2

1.9 Autoprotección y Emergencia

1.10 Procedimientos coordinación de actividades empresariales

1.11 Control de Accesos a la Obra

1.12 Condiciones Legales

1.13 Agentes Intervinientes

1.14 Riesgos Eliminables

1.15 Valoración Medidas Preventivas

1.16 Mantenimiento

1 Memoria

1.1 Memoria Informativa

Datos de la Obra

*El presente Estudio Basico de Seguridad y Salud se redacta para la obra: **de marquesina per cobrir la gradería del camps de futbol Municipal**, que va a ejecutarse en **zona esportiva municipal, a la Crta. De Mataro a Arenys de Munt, s/n d'Arenys de Munt***

*El presupuesto de ejecución material de las obras es de: **155.974,03 euros**.*

*Se prevé un **plazo de ejecución** de las mismas de: **6 meses**.*

*La **superficie** total construida es de: **113 m2**.*

*El **número total de operarios** previstos que intervengan en la obra en sus diferentes fases es de: **5 trabajadores**.*

Objeto Estudio Básico Seguridad y Salud

Según se establece en el Real Decreto 1.627/1997, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, el promotor está obligado a encargar la redacción de un estudio básico de seguridad y salud en los proyectos de obras en que no se den alguno de los supuestos siguientes:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759 euros.*
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.*
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.*
- d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.*

Dado que la obra en cuestión no queda enmarcada entre los grupos anteriores el promotor AJUNTAMENT D'ARENYS DE MUNT con domicilio en Rambla de Francesc Macià, 59 Arenys de Munt y N.I.F. P0800700G ha designado al firmante de este documento para la redacción del Estudio Básico de Seguridad y Salud de la obra.

En este Estudio Básico se realiza descripción de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que van a utilizarse previsiblemente, identificando los riesgos laborales y especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a eliminar, controlar y reducir dichos riesgos.

Este E.B.S.S. servirá de base para la redacción del Plan de Seguridad y Salud por parte de cada Contratista interviniente en la obra en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este EBSS, adaptando a sus propios recursos, equipos y procesos constructivos. En ningún caso las modificaciones planteadas en el PSS podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos.

Técnicos

La relación de técnicos intervinientes en la obra es la siguiente:

*Técnico Redactor del Proyecto de Ejecución: **Xavier Brullet Coll.***

*Titulación del Projectista: **Enginyer Industrial.***

*Director de Obra: **Xavier Brullet Coll.***

*Titulación del Director de Obra: **Enginyer Industrial.***

*Director de la Ejecución Material de la Obra: **Xavier Brullet Coll.***

*Titulación del Director de la Ejecución Material de la Obra: **Enginyer Industrial.***

*Autor del Estudio Basico de Seguridad y SaludBasico: **Xavier Brullet Coll.***

*Titulación del Autor del Estudio Basico de Seguridad y SaludBasico: **Enginyer Industrial.***

Descripción de la Obra

Es tracta d'una estructura de perfils d'acer que sustentará una coberta formada plafons prefabricats de xapa d'acer tipus sandvitx i una zona de lames d'acer. A partir de 4 pilars o tornapuntos surten de cada un d'ells unes bigues HE que sustenten unes corretges IPE. Per donar consistència estructural, de cada pilar surt un tirant cap l'extrem de la biga, i del mateix punt del pilar dos tirants cap les tornapunts inferiors ancorades al fonament. Per donar rigidesa al conjunt els pilars estan travats entre ells a nivell de sortida de biga i tornapunts inferiors. Per evitar la trabocada de la marquesina els pilars i tornapunts inferiors són ancorats a un gran fonament que fa de contrapès.

1.2 Implantación en Obra

Vallado y Señalización

Resulta especialmente importante restringir el acceso a la obra de personal no autorizado, de manera que todo el recinto de la obra, en cuyo entorno se crean los riesgos derivados de la misma, quede inaccesible para personas ajenas a la obra.

Del mismo modo es necesario la instalación de un mínimo de elementos de señalización que garanticen la presencia de informaciones básicas relativas a la Seguridad y Salud en diversos puntos de la obra.

Para ello se instalarán las siguientes medidas de cierre y señalización:

Vallado perimetral con placas metálicas de acero galvanizado plegado sustentadas por pies derechos formados con perfiles laminados. La altura de dichos paneles quedará establecida como mínimo en 2 m.

Iluminación: Se instalarán equipos de iluminación en todos los recorridos de la obra, en los accesos y salidas, locales de obra, zonas de carga y descarga, zonas de escombros y en los diversos tajos de la misma de manera que se garantice la correcta visibilidad en todos estos puntos.

Señalización mediante paneles en el acceso de la obra con los pictogramas indicados en los esquemas gráficos de este documento y como mínimo señales de "Prohibido el acceso a personal no autorizado", "Uso obligatorio del casco" y pictogramas y textos de los riesgos presentes en la obra.

Panel señalizador en la base de la grúa en el que se especifiquen las características técnicas

de la misma: límites de carga, condiciones de seguridad, alcance...

Cartel informativo ubicado en un lugar preferente de la obra en el que se indiquen los teléfonos de interés de la misma y en el que como mínimo aparezcan reflejados los teléfonos de urgencia: servicios sanitarios, bomberos, policía, centros asistenciales, instituto toxicológico y los teléfonos de contacto de técnicos de obra y responsables de la empresa contratista y subcontratistas.

Cierre de la obra: la obra permanecerá cerrada fuera del horario laboral de manera que no sea posible el acceso a la misma sin forzar los elementos de cierre.

Locales de Obra

La magnitud de las obras y las características de las mismas hacen necesario la instalación de los siguientes locales provisionales de obra:

Vestuarios prefabricados: Se realizarán mediante la instalación de locales prefabricados industrializados. Tendrán asientos y taquillas independientes para guardar la ropa bajo llave y estarán dotados de un sistema de calefacción en invierno.

Se dispondrá un mínimo de 2 m² por cada trabajador y 2,30 m de altura.

No es necesario la instalación de aseos y ducha: Dadas las características de la obra, la cercanía a los domicilios de los operarios y/o a la sede de las empresas contratistas se considera innecesario la instalación de aseos y duchas en la propia obra.

Retretes químicos: Se realizarán mediante la instalación de cabinas individualizadas portátiles con tratamiento químico de desechos. Se instalará uno por cada 25 trabajadores, cerca de los lugares de trabajo. Las cabinas tendrán puerta con cierre interior, que no permitirá la visibilidad desde el exterior. Se realizará una limpieza y vaciado periódico por empresa especialista.

No es necesario la instalación de Comedor y Cocina: Dadas las características de la obra, la cercanía a los domicilios de los operarios y/o a restaurantes se considera innecesario la instalación de comedor y cocina en la propia obra.

Oficina de Obra prefabricada: Se realizarán mediante la instalación de locales prefabricados industrializados. Dispondrán de mesas y sillas de material lavable, armarios y archivadores, conexiones eléctricas y de telefonía, aire acondicionado y calefacción y la superficie será tal que al menos se disponga de 6 metros cuadrados por técnico de obra.

Todos los locales anteriormente descritos adaptarán sus cualidades a las características descritas en el Pliego de Condiciones de este documento.

Instalaciones Provisionales

La obra objeto de este documento Básico contará con las siguientes instalaciones provisionales de obra:

- *Se dispondrá en obra de un cuadro eléctrico de obra "conjunto para obra CO" construido según la UNE-EN 60439-4. Provista de una placa con el marcado CE, nombre del fabricante o instalador, grado IP de protección, etc.*
- *Partirá desde la misma acometida realizada por técnicos de la empresa suministradora o desde el generador de obra.*
- *En la instalación eléctrica de obra, las envolventes, apartamento, tomas de corriente y elementos de protección que estén expuestos a la intemperie contarán con un grado de protección mínima IP45 y un grado de protección contra impactos mecánicos de IK 0,8. Así mismo, las tomas de corriente estarán protegidos con diferenciales de 30 mA o inferior. Los*

cuadros de distribución integrarán dispositivos de protección contra sobre intensidades, contra contactos indirectos y bases de toma de corriente. Se realizará toma de tierra para la instalación. Contará con tensiones de 220/380 V y tensión de seguridad de 24 V. La instalación será realizada por personal cualificado según las normas del REBT.

- *Instalación Contra incendios: Se dispondrán de extintores en los puntos de especial riesgo de incendio.*
- *Instalación de Abastecimiento de agua mediante acometida de red: Previo a la ejecución de la obra se realizará la acometida de acuerdo con las condiciones de la compañía suministradora, dotando de agua potable las distintas instalaciones de higiene y confort de la obra, así como los equipos y maquinarias que precisan de ella.*
- *Saneamiento mediante acometida: Con el fin de garantizar el correcto saneamiento de las instalaciones provisionales de obra se realizará una acometida a la red municipal de saneamiento de aguas residuales.*

En el apartado de fases de obra se realiza la identificación de riesgos, medidas preventivas, protecciones colectivas y E.P.I.s para cada una de estas instalaciones.

Organización de Acopios

Para la organización de acopios en la obra, además de lo expuesto en las distintas fases de trabajo, se aplicarán los siguientes criterios generales:

Al comienzo de obra se establecerán los espacios dispuestos para el acopio de materiales y residuos quedando debidamente señalizados.

Los residuos se almacenarán según lo dispuesto en el Estudio de Gestión de Residuos de la obra.

La carga y descarga de materiales se realizará, en la medida de lo posible, utilizando medios mecánicos para los que se atenderán las medidas de seguridad establecidas para los diferentes equipos en este mismo documento. En cualquier caso, se vigilará que no se supere la capacidad portante de la máquina y que el personal no transite bajo cargas suspendidas.

El apilado en altura se realizará garantizando la estabilidad del acopio, siempre sobre zonas planas y cuidando que el apoyo entre alturas es correcto.

Los amontonamientos de productos pulverígenos se realizarán protegidos del viento.

Los materiales combustibles quedarán consignados en zona protegida de la intemperie y debidamente etiquetados y señalizados.

Las zonas, locales o recintos utilizados para almacenar cantidades importantes de sustancias o mezclas peligrosas deberán identificarse mediante la señal de advertencia colocada, según el caso, cerca del lugar de almacenamiento o en la puerta de acceso al mismo. Ello no será necesario cuando las etiquetas de los distintos embalajes y recipientes, habida cuenta de su tamaño, hagan posible dicha identificación.

1.3 Condiciones del Entorno

Servicios Sanitarios más próximos

Por si se produjera un incidente en obra que requiriera de traslado a centro sanitario, a continuación, se destacan las instalaciones más próximas a la obra:

HOSPITAL: HOSPITAL DE MATARÓ

Dirección Hospital más próximo: Carretera de Cirera, 230

Localidad Hospital más próximo: Mataró

1.4 Fases de Ejecución

1.4.1 Demoliciones

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Atrapamiento o atropello por vehículos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Pisadas sobre objetos punzantes*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Ruido*
- *Vibraciones*
- *Exposición a sustancias nocivas o tóxicas*
- *Infecciones o afecciones cutáneas*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Incendios*
- *Explosiones*
- *Inundaciones o infiltraciones de agua*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*
- *Derrumbamiento*

Med Preventivas

- *Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Iluminación suficiente en la zona de trabajo.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *Los contenedores no se llenarán por encima de los bordes.*
- *Los contenedores deberán ir cubiertos con un toldo y el extremo inferior del conducto de desescombro estará a menos de 2 m., para disminuir la formación de polvo.*
- *Con carácter previo al inicio de los trabajos deberán analizarse las condiciones del edificio y de las instalaciones preexistentes, investigando, para la adopción de las medidas preventivas necesarias, su uso o usos anteriores, las condiciones de conservación y de estabilidad de la obra en su conjunto, de cada parte de la misma, y de las edificaciones adyacentes. El resultado del estudio anterior se concretará en un plan de demolición en el que constará la técnica elegida, así como las personas y los medios más adecuados para realizar el trabajo.*
- *Queda prohibido el vertido de materiales a plantas inferiores.*

EPCs

- *Durante la ejecución de esta fase se dispondrá de extintores en obra.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Protectores auditivos*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Gafas antipolvo*
- *Mascarillas contra partículas y polvo*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Guantes aislantes dieléctricos*
- *Calzado con suela anti clavos y puntera reforzada*
- *Botas de goma o PVC*
- *Cinturón de seguridad y puntos de amarre*
- *Fajas de protección dorso lumbar*
- *Chaleco reflectante*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*

1.4.2 Movimiento de Tierras

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Atrapamiento o atropello por vehículos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Pisadas sobre objetos punzantes*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Ruido*
- *Vibraciones*
- *Infecciones o afecciones cutáneas*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Incendios*
- *Explosiones*
- *Inundaciones o infiltraciones de agua*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*
- *Exposición a clima extremo*
- *Enterramientos*
- *Derrumbamiento*

Med Preventivas

- Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.
- Iluminación suficiente en la zona de trabajo.
- Se dispondrá de una bomba de achique cuando haya previsión de fuertes lluvias o inundaciones.
- La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.
- Se procederá a la localización de conducciones de gas, agua y electricidad, previo al inicio del movimiento de tierras. El corte de suministro o desvío de las conducciones se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la misma.
- Queda prohibido servirse del propio entramado, entibado o encofrado para el descenso o ascenso de los trabajadores al fondo de la excavación.
- En caso de haber llovido, se respetarán especialmente las medidas de prevención debido al aumento de la peligrosidad de desplomes.
- Se señalizarán las zonas de circulación en obra para vehículos y personas y las zonas de acopio de materiales.
- Se dispondrán rampas de acceso para camiones y vehículos cuyas pendientes no serán superiores al 8% en tramos rectos y 12% en tramos curvos.
- Se realizará un estudio geotécnico que indique las características y resistencia del terreno, así como la profundidad del nivel freático. Los taludes se realizarán en función de lo determinado por este estudio.
- Dependiendo de las características del terreno y profundidad de la excavación, se indicará la mínima distancia de acercamiento al borde superiores del talud para personas, vehículos y acopios.
- No se realizarán acopios pesados a distancias menores a 2 m. del borde del talud de la excavación.
- Se señalará el acceso de la maquinaria y del personal a la obra, siendo estos diferenciados.
- Los operarios no deberán permanecer en planos inclinados con fuertes pendientes.
- Los operarios no deberán permanecer en el radio de acción de máquinas o vehículos en movimientos.
- Los operarios no deberán permanecer debajo de cargas suspendidas.
- El ascenso o descenso de cargas se realizará lentamente, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída.
- Las cargas no serán superiores a las indicadas.
- La maquinaria a utilizar en la excavación cumplirá con las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de maquinaria.
- La maquinaria dispondrá de un sistema óptico-acústico para señalar maniobras de marcha atrás.

EPCs

- Durante la ejecución de esta fase se dispondrá de extintores en obra.
- Se utilizarán escaleras normalizadas sujetas firmemente para ascender y descender a la excavación de zanjas o pozos.
- Se dispondrán vallas metálicas en el perímetro de la excavación, en el borde superior del talud y a 0,6 m del mismo.

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Protectores auditivos*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Botas de goma o PVC*
- *Fajas de protección dorso lumbar*
- *Chaleco reflectante*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*
- *Crema de protección solar*

1.4.3 Implantación en Obra

Instalación Eléctrica Provisional

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Pisadas sobre objetos punzantes*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Incendios*
- *Exposición a clima extremo*

Med Preventivas

- *Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *El radio de influencia de las líneas de alta tensión se considera de 6 m. en líneas aéreas y 2 m. en enterradas.*
- *Iluminación suficiente en la zona de trabajo.*
- *El trazado de la línea eléctrica no coincidirá con el trazado de suministro de agua.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *Los cuadros eléctricos se colocarán en lugares accesibles y protegidos, evitando los bordes de forjados u otros lugares con peligro de caída.*
- *Los cuadros eléctricos se colocarán en cajas fabricadas al efecto, protegidas de la intemperie, con puerta, llave y visera. Las cajas serán aislantes.*
- *En la puerta del cuadro eléctrico se colocará el letrero: "Peligro eléctrico".*
- *Se utilizarán conducciones antihumedad y conexiones estancas para distribuir la energía desde el cuadro principal a los secundarios.*

- Se utilizarán clavijas macho-hembra para conectar los cuadros eléctricos con los de alimentación.
- Se protegerá el punto de conexión de la pica o placa de tierra en la arqueta.
- Los cables a emplear serán aislantes y de calibre adecuado.
- Se utilizarán tubos eléctricos antihumedad para la distribución de la corriente desde el cuadro eléctrico, que se deslizarán por huecos de escalera, patios, patinillos... y estarán fijados a elementos fijos.
- Los empalmes entre mangueras se realizarán en cajas habilitadas para ello.
- Los hilos estarán recubiertos con fundas protectoras; prohibida la conexión de hilos desnudos sin clavija en los enchufes.
- Se evitarán tirones bruscos de los cables.
- En caso de un tendido eléctrico, el cableado tendrá una altura mínima de 2 m. en zonas de paso de personas y 5 m. para vehículos.
- Los cables enterrados estarán protegidos con tubos rígidos, señalizados y a una profundidad de 40 cm.
- Las tomas de corriente se realizarán con clavijas blindadas normalizadas.
- Cada toma de corriente suministrará energía a un solo aparato o herramienta, quedando prohibidas las conexiones triples.
- La tensión deberá permanecer en la clavija hembra, no en la macho en las tomas de corriente.
- Todo elemento metálico de la instalación eléctrico estará conectado a tierra, exceptuando aquellos que tengan doble aislamiento.
- En pequeña maquinaria utilizaremos un hilo neutro para la toma de tierra. El hilo estará protegido con un macarrón amarillo y verde.
- La arqueta donde se produzca la conexión de la pica de tierra deberá estar protegida.
- Los interruptores se colocarán en cajas normalizadas, blindadas y con cortacircuitos fusibles.
- Se instalarán interruptores en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y alimentación a toda herramienta o aparato eléctrico.
- Los interruptores automáticos protegerán los circuitos principales, así como los diferenciales las líneas y maquinaria.
- Prohibido el empleo de fusibles caseros.
- Las luminarias se instalarán a una altura mínima de 2,5 m. y permanecerán cubiertas.
- Se colocará un disyuntor diferencial de alta sensibilidad.
- Se colocarán interruptores automáticos magnetotérmicos.
- Las lámparas portátiles estarán constituidas por mangos aislantes, rejilla protectora de la bombilla con gancho, manguera antihumedad, y clavija de conexión normalizada alimentada a 24 voltios.
- Se evitará la existencia de líneas de alta tensión en la obra; Ante la imposibilidad de desviarlas, se protegerán con fundas aislantes y se realizará un apantallamiento.

EPCs

- Se colocará un extintor de polvo seco cerca del cuadro eléctrico.
- Los disyuntores diferenciales tendrán una sensibilidad de 300 mA. para alimentar a la maquinaria y de 30 mA. para instalaciones de alumbrado no portátiles.
- En grúas y hormigoneras las tomas de tierra serán independientes.
- Cada cuadro eléctrico general tendrá una toma de tierra independiente.

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Guantes aislantes dieléctricos*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos*
- *Chaleco reflectante*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*
- *Crema de protección solar*

Instalación Abastecimiento y Saneamiento Provisional

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Atrapamiento o atropello por vehículos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Pisadas sobre objetos punzantes*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Infecciones o afecciones cutáneas*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Inundaciones o infiltraciones de agua*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*
- *Exposición a clima extremo*
- *Enterramientos*

Med Preventivas

- *Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Iluminación suficiente en la zona de trabajo.*
- *Se cuidará la influencia de la red de saneamiento sobre otras conducciones (gas, electricidad...), el andamiaje y medios auxiliares.*
- *Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de herramientas eléctricas.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *Ningún operario permanecerá solo en el interior de una zanja mayor de 1,50 m. sin que nadie en el exterior de la excavación vigile permanentemente su presencia.*
- *El vertido del hormigón se realizará por tongadas desde una altura adecuada para que no*

se desprenda los laterales de la excavación.

- *El acopio de los tubos se realizará a distancia suficiente de la zona de excavación de zanjas y pozos observando que no se compromete la estabilidad de los mismos.*
- *Las tuberías se acopiarán sobre superficies horizontales impidiendo el contacto directo de las mismas con el terreno mediante la colocación de cuñas y topes que además evitarán el deslizamiento de los tubos.*
- *Está prohibido el uso de llamas para la detección de gas.*
- *Prohibido fumar en interior de pozos y galerías.*

EPCs

- *Se utilizarán escaleras normalizadas sujetas firmemente para ascender y descender a la excavación de zanjas o pozos.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Guantes de goma o PVC*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Botas de goma o PVC*
- *Chaleco reflectante*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*
- *Crema de protección solar*

Construcciones Provisionales: Vestuarios, comedores...

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Pisadas sobre objetos punzantes*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Exposición a clima extremo*

Med Preventivas

- *Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Dado que en la instalación de locales de obra pueden intervenir diversas operaciones todas ellas descritas en otras fases de obra de este mismo documento, se atenderá a lo dispuesto en las mismas.*
- *Se realizará un estudio previo del suelo para comprobar su estabilidad y, en su caso, calcular el talud necesario dependiendo del terreno.*
- *Durante su instalación quedará restringido el acceso a toda persona ajena a la obra.*

- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *El tránsito de vehículos pesados quedará limitado a más de 3 metros de las casetas.*
- *La elevación de casetas y otras cargas será realizada por personal cualificado, evitando el paso por encima de las personas.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Guantes de goma o PVC*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Chaleco reflectante*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*
- *Crema de protección solar*

Vallado de Obra

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento o atropello por vehículos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Pisadas sobre objetos punzantes*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*
- *Exposición a clima extremo*

Med Preventivas

- *Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Se retirarán clavos y materiales punzantes sobrantes de los encofrados u otros elementos del vallado.*
- *Para postes con cimentación subterránea, se realizarán catas previas que indique la resistencia del terreno con el fin de definir la profundidad de anclaje.*
- *Previo a realizar excavaciones de cimentación se localizará y señalar las conducciones que puedan existir en el terreno. El corte de suministro o desvío de las conducciones se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la misma.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *La manipulación del vallado o cargas pesadas se realizará por personal cualificado mediante medios mecánicos o palanca, evitando el paso por encima de las personas.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Cinturón de seguridad y puntos de amarre*
- *Chaleco reflectante*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*
- *Crema de protección solar*

1.4.4 Cimentación

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Atrapamiento o atropello por vehículos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Pisadas sobre objetos punzantes*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Ruido*
- *Vibraciones*
- *Infecciones o afecciones cutáneas*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Inundaciones o infiltraciones de agua*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*
- *Exposición a clima extremo*
- *Enterramientos*

Med Preventivas

- *Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Iluminación suficiente en la zona de trabajo.*
- *Se señalarán en obra y respetarán las zonas de circulación de vehículos, personas y el almacenamiento de acopios de materiales.*
- *Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de herramientas eléctricas.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *Se dispondrá de una bomba de achique cuando haya previsión de fuertes lluvias o inundaciones.*
- *El vertido del hormigón se realizará por tongadas desde una altura adecuada.*

- *Especial cuidado del vibrado del hormigón en zonas húmedas.*
- *Prohibido el atado de las armaduras en el interior de los pozos.*
- *Prohibido el ascenso por las armaduras, entibaciones o encofrados.*
- *Se emplearán los medios auxiliares para subir y bajar a las zanjas y pozos previstos en el apartado de movimiento de tierras.*
- *Los operarios no deberán permanecer en el radio de acción de máquinas o vehículos en movimientos.*
- *Los operarios no deberán permanecer debajo de cargas suspendidas.*
- *El ascenso o descenso de cargas se realizará lentamente, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída.*
- *Las cargas no serán superiores a las indicadas.*
- *La maquinaria a utilizar en la excavación cumplirá con las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de maquinaria.*
- *La maquinaria dispondrá de un sistema óptico-acústico para señalar la maniobra.*
- *Retirar clavos y materiales punzantes.*
- *Evitar la acumulación de polvo, gases nocivos o falta de oxígeno.*
- *Estudio para medir el nivel del ruido y del polvo al que se expondrá el operario.*
- *Prohibido trabajar en caso de hielo, nieve o vientos superiores a 70 km/h.*

EPCs

- *Para el cruce de operarios de zanjas de cimentación se dispondrán de plataformas de paso.*
- *Se dispondrán tapones protectores en todas las esperas de ferralla.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Protectores auditivos*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Gafas antipolvo*
- *Mascarillas contra partículas y polvo*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Guantes de goma o PVC*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Botas de goma o PVC*
- *Cinturón portaherramientas*
- *Mandil de protección*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*
- *Crema de protección solar*

1.4.5 Red de Saneamiento

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*

- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Atrapamiento o atropello por vehículos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Pisadas sobre objetos punzantes*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Ruido*
- *Infecciones o afecciones cutáneas*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Inundaciones o infiltraciones de agua*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*
- *Exposición a clima extremo*
- *Enterramientos*

Med Preventivas

- *Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Iluminación suficiente en la zona de trabajo.*
- *Se cuidará la influencia de la red de saneamiento sobre otras conducciones (gas, electricidad...), el andamiaje y medios auxiliares.*
- *Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de herramientas eléctricas.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *Ningún operario permanecerá solo en el interior de una zanja mayor de 1,50 m. sin que nadie en el exterior de la excavación vigile permanentemente su presencia.*
- *El vertido del hormigón se realizará por tongadas desde una altura adecuada para que no se desprenda los laterales de la excavación.*
- *El acopio de los tubos se realizará a distancia suficiente de la zona de excavación de zanjas y pozos observando que no se compromete la estabilidad de los mismos.*
- *Las tuberías se acopiarán sobre superficies horizontales impidiendo el contacto directo de las mismas con el terreno mediante la colocación de cuñas y topes que además evitarán el deslizamiento de los tubos.*
- *Está prohibido el uso de llamas para la detección de gas.*
- *Prohibido fumar en interior de pozos y galerías.*

EPCs

- *Se utilizarán escaleras normalizadas sujetas firmemente para ascender y descender a la excavación de zanjas o pozos.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Guantes de goma o PVC*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*

- *Botas de goma o PVC*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*
- *Crema de protección solar*

1.4.6 Estructuras

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Atrapamiento o atropello por vehículos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Pisadas sobre objetos punzantes*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Ruido*
- *Vibraciones*
- *Infecciones o afecciones cutáneas*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Incendios*
- *Explosiones*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*
- *Exposición a radiaciones*
- *Exposición a clima extremo*
- *Quemaduras*

Med Preventivas

- *Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Prohibido trabajar en caso de hielo, nieve o vientos superiores a 50 km/h.*
- *Iluminación suficiente en la zona de trabajo.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *Cuando las temperaturas sean extremas, especialmente en las conocidas «olas de calor» se podrán proponer horarios distintos que permitan evitar las horas de mayor insolación.*
- *Prohibido colgar conducciones eléctricas o focos de luz de armaduras, perfiles o elementos no dispuestos específicamente.*
- *Los materiales se acopiarán alejados de zonas de circulación, de manera que no provoquen sobrecargas en forjados, caídas o vuelcos.*
- *El almacenamiento de cargas en forjados se realizará lo más próximo a vigas o muros de carga.*

- *Los operarios no circularán sobre la estructura sin disponer de las medidas de seguridad.*
- *Los operarios no deberán permanecer debajo de cargas suspendidas.*
- *El ascenso o descenso de cargas se realizará por medios mecánicos, lentamente, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída.*
- *Los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección del personal competente.*
- *El transporte de los elementos se realizará mediante una sola grúa.*
- *Queda terminantemente prohibido trepar por la estructura.*

EPCs

- *El acceso de una planta a otra se realizará mediante escaleras de mano con zapatas antideslizantes, prohibiendo trepar por los encofrados.*
- *Los huecos interiores de forjados con peligro de caída (patios, ascensores...), quedarán protegidos con barandillas.*
- *Se utilizará tablado cuajado para proteger pequeños huecos de paso de instalaciones, chimeneas...*
- *Los bordes perimetrales de la estructura quedarán protegidos mediante barandillas.*
- *Tras la conformación de las escaleras definitivas, estas contarán con barandillas provisionales entre tanto no dispongan de las definitivas.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Protectores auditivos*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Gafas antipolvo*
- *Mascarillas contra partículas y polvo*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Guantes de goma o PVC*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Cinturón de seguridad, arnés y dispositivo anticaídas*
- *Cinturón portaherramientas*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*
- *Crema de protección solar*

Acero

Además de todo lo considerado en el nivel superior "Estructuras":

Med Preventivas

- *No se soltarán las cargas de la grúa sin fijarlos correctamente en su lugar.*
- *No se elevará una nueva planta sin terminar los cordones de soldadura en la planta inferior.*
- *Los trabajos en altura se reducirán al máximo realizando el montaje, en la medida de lo posible, en taller o a pie de obra.*

- *El acopio de estructuras metálicas, se realizará sobre una zona compactada, horizontalmente, sobre durmientes de madera.*
- *La altura del material acopiado será inferior a 1,5 m.*
- *Los acopios se realizarán lo más próximo posible a la zona de montaje y alejado de la circulación de la maquinaria.*
- *No sobrecargar o golpear los andamios y elementos punteados.*
- *El transporte y colocación de elementos estructurales se realizará por medios mecánicos, amarrado de 2 puntos y lentamente; Las vigas y pilares serán manipuladas por 3 operarios.*
- *En los trabajos de soldadura se atenderá a lo dispuesto en el apartado correspondiente de este mismo documento.*
- *Queda prohibido transitar encima de los perfiles sin sujeción y protecciones adecuada.*

EPCs

- *La estructura metálica quedará arriostrada y conectada a tierra.*
- *Si se colocan andamios metálicos modulares, barandillas perimetrales y redes, todos ellos quedarán conectados a tierra.*
- *Durante la ejecución de esta fase se dispondrá de extintores en obra.*
-

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Protectores auditivos*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Gafas antipolvo*
- *Pantalla protección para soldadura*
- *Mascarillas contra partículas y polvo*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Manguitos de cuero*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Mandil de protección*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*
- *Crema de protección solar*

1.4.7 Cubiertas

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*

- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Pisadas sobre objetos punzantes*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Infecciones o afecciones cutáneas*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*
- *Exposición a clima extremo*

Med Preventivas

- *Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Los operarios no deberán permanecer debajo de cargas suspendidas.*
- *El ascenso o descenso de cargas se realizará por medios mecánicos, lentamente, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída.*
- *Iluminación suficiente en la zona de trabajo.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *Prohibido trabajar en caso de hielo, nieve, lluvia o vientos superiores a 50 km/h.*
- *Cuando las temperaturas sean extremas, se podrán proponer horarios distintos que permitan evitar las horas de mayor insolación.*
- *El acopio de los materiales de cubierta se realizará alejado de las zonas de circulación y de los bordes de la cubierta.*
- *El almacenamiento de cargas en cubierta se realizará lo más próximo a vigas o muros de carga.*
- *Las chapas y paneles serán manipuladas por 2 personas como mínimo.*
- *El acceso a la cubierta se realizará a través de los huecos, con escaleras de mano peldañeadas, sobre superficies horizontales y que sobresalgan 1m. de la altura de la cubierta.*

EPCs

- *La cubierta quedará perimetralmente protegida mediante andamios modulares arriostrados, con las siguientes dimensiones: la altura superior del andamiaje estará a 1,2 m. del último entablado, la distancia hasta el último entablado bajo cornisa será inferior a 30 cm., la anchura a partir de la plomada será superior a 60 cm., la altura de detención inferior será hasta la prolongación de la línea de inclinación de la cubierta.*
- *Los huecos interiores de cubierta con peligro de caída (patios, lucernarios, ascensores...), quedarán protegidos con barandillas.*
- *Se utilizará tablado cuajado para proteger pequeños huecos de paso de instalaciones, chimeneas...*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Protectores auditivos*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*

- *Gafas antipolvo*
- *Mascarillas contra partículas y polvo*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Guantes de goma o PVC*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*
- *Crema de protección solar*

1.4.8 Acabados

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Pisadas sobre objetos punzantes*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Infecciones o afecciones cutáneas*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*

Med Preventivas

- *Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Los andamios se colocarán y utilizarán siguiendo las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de andamios y las indicaciones del fabricante y la normativa correspondiente.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *Los materiales se acopiarán sin invadir las zonas de circulación ni producir sobrecargas.*
- *Prohibido el acceso a toda planta no protegida en huecos y perímetro.*
- *El transporte de cargas se realizará por medios mecánicos.*
- *Prohibido el uso del montacargas para el transporte de personas.*
- *Se realizará la evacuación de escombros y cascotes mediante tubos de vertido, carretillas o bateas cerradas perimetralmente.*
- *Queda prohibido el lanzamiento de escombros a través de huecos de forjado o fachada.*
- *Iluminación mínima de 100 lux en la zona de trabajo.*
- *Las herramientas eléctricas cumplirán con las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de herramientas eléctricas.*

EPCs

- *Se utilizarán plataformas de descarga en altura.*

- *Los huecos horizontales de ascensor, escaleras o patios permanecerán protegidas mediante barandillas.*
- *Las aberturas perimetrales, los huecos de fachada (balcones o descansillos) y puertas de ascensor se protegerán mediante barandillas rígidas y resistentes.*
- *Durante la ejecución de esta fase se dispondrá de extintores en obra.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Protectores auditivos*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Gafas antipolvo*
- *Mascarillas contra partículas y polvo*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Calzado con suela anticlavo y puntera reforzada*
- *Ropa de trabajo adecuada*

Pintura

Además de todo lo considerado en el nivel superior "Acabados":

Riesgos

- *Exposición a sustancias nocivas o tóxicas*
- *Incendios*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*
- *Intoxicación*

Med Preventivas

- *Prohibido fumar, comer o usar maquinaria que produzca chispas, en lugares donde se manipulen pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos. La mezcla de aire y vapor del disolvente deberá permanecer por debajo de los límites de explosión.*
- *Las pinturas, disolventes y demás sustancias tóxicas o inflamables serán almacenadas y manipuladas según las indicaciones del fabricante; Se realizará en lugares ventilados y alejados del sol y el fuego.*
- *Las pinturas que contengan nitrocelulosa se almacenarán en lugares donde sea posible realizar el volteo de los recipientes.*
- *El vertido de pinturas, pigmentos, disolventes o similares se realizará desde la menor altura posible, para evitar salpicaduras o nubes de polvo.*
- *Prohibido realizar trabajos de soldadura u oxicorte próximos a pinturas inflamables.*
- *Prohibido probar el funcionamiento de las instalaciones mientras los trabajos de pintura de señalización.*
- *Prohibida la conexión de maquinaria de carga accionados eléctricamente, mientras se realizan trabajos de pintura en carriles.*
- *Prohibido el contacto del electrodo de la pistola con la piel.*
- *Prohibida la pulverización sobre elementos puntiagudos.*
- *Prohibido limpiar la pistola electrostática sin parar el funcionamiento del generador.*
- *Prohibido el uso de mangueras del compresor agrietadas o desgastadas, que puedan provocar un reventón. Para ello, se evitará su abandono sobre escombros o zonas sucias.*

- *Señales de peligro: Peligro de caída desde altura, Obligatorio utilizar el cinturón de seguridad, Peligro de incendio, Prohibido fumar...*
- *Queda prohibido pintar en el exterior con vientos superiores a 60 Km/h en lugares con riesgo de caída de altura.*
- *Las pistolas se utilizarán siguiendo las indicaciones del fabricante. En el caso de las electrostáticas, el elemento a pintar deberá permanecer conectado a tierra.*

EPCs

- *Los paramentos exteriores se pintarán mediante la disposición de andamios.*
- *Los paramentos interiores se pintarán desde andamios de borriquetas o doble pie derecho o andamios modulares, que se colocarán y utilizarán siguiendo las especificaciones contempladas en este documento dentro del apartado de andamios. También se utilizarán escaleras tijera como apoyo, para acceso a lugares puntuales.*

EPIs

- *Mascarillas contra gases y vapores*
- *Guantes de goma o PVC*

1.4.9 Urbanización

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Atrapamiento o atropello por vehículos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Pisadas sobre objetos punzantes*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Ruido*
- *Vibraciones*
- *Infecciones o afecciones cutáneas*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*
- *Exposición a clima extremo*

Med Preventivas

- *Durante la ejecución de esta fase los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Iluminación suficiente en la zona de trabajo.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*

- *Se señalizarán las zonas de circulación en obra para vehículos y personas y las zonas de acopio de materiales.*
- *Se señalará el acceso de la maquinaria y del personal a la obra, siendo estos diferenciados.*
- *Los materiales se acopiarán sin invadir las zonas de circulación ni producir sobrecargas.*
- *El transporte de cargas se realizará por medios mecánicos.*
- *Se utilizarán herramientas o maquinaria eléctrica para cortar las piezas, utilizando agua para evitar polvo. En su defecto, el operario se colocará a sotavento y se utilizarán mascarillas antipartículas y polvo.*
- *Prohibido trabajar en caso de hielo, nieve o vientos superiores a 50 km/h.*
- *Los operarios no deberán permanecer en el radio de acción de máquinas o vehículos en movimientos.*
- *Se trazarán y señalizarán los caminos de paso de la maquinaria que permanecerán en correctas condiciones, evitando la formación de baches, blandones y zonas de barro excesivo.*
- *Los operarios no deberán permanecer debajo de cargas suspendidas.*
- *Se circulará a una velocidad máxima de 20 Km/h dentro del recinto de la obra.*

EPCs

- *Se señalizará la zona y cerrará el ámbito de actuación mediante vallas de 2 m de altura como mínimo*
- *Durante la ejecución de esta fase se dispondrá de extintores en obra.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Protectores auditivos*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Gafas antipolvo*
- *Mascarillas contra partículas y polvo*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Guantes de goma o PVC*
- *Guantes aislantes dieléctricos*
- *Calzado con suela anticlavo y puntera reforzada*
- *Botas de goma o PVC*
- *Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos*
- *Fajas de protección dorso lumbar*
- *Chaleco reflectante*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*
- *Crema protección solar*

1.5 Medios Auxiliares

1.5.1 Andamios

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Derrumbamiento*

Med Preventivas

- *Durante el montaje, desmontaje y uso de este medio auxiliar los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados sustancialmente bajo la dirección de una persona cualificada según el R.D. 2177/2004.*
- *Todo andamio deberá cumplir las condiciones generales respecto a materiales, estabilidad, resistencia, seguridad en el trabajo y seguridad general, y las particulares referentes a la clase a la que el andamio corresponda, especificadas en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por lo que respecta a su utilización y a lo expuesto en el Convenio General del Sector de la Construcción.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *Los andamios se montarán y desmontarán, siguiendo las instrucciones del fabricante.*
- *Los andamios y sus alrededores deberán permanecer ordenados, libres de obstáculos y limpios de residuos.*
- *Los andamios deberán proyectarse, montarse y mantenerse, de manera que se evite el desplome o el desplazamiento.*
- *Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de andamios deberán construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos y se ajusten al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.*
- *Los apoyos del andamio dispondrán de medidas contra el deslizamiento, y la superficie portante tendrá capacidad para garantizar la estabilidad del andamio.*
- *Las dimensiones, forma y disposición de las plataformas de un andamio serán apropiadas al trabajo, cargas y permitirá la circulación con seguridad. Los elementos que formen las plataformas no se desplazarán. No existirán vacíos en las plataformas ni entre estas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.*
- *Cuando un andamio no esté listo para su utilización, contará con señales de advertencia de peligro (Real Decreto 485/1997) y se delimitará mediante elementos que impidan el acceso.*
- *El andamio contará con una nota de cálculo de resistencia y estabilidad y un plan de montaje, de utilización y de desmontaje del andamio, en los casos en que se establece en el R.D. 2177/2004. Los andamios tubulares que no hayan obtenido una certificación del producto por una entidad reconocida de normalización, sólo podrán utilizarse para*

aquellos supuestos en los que el Real Decreto 2177/2004, en su Anexo II apartado 4.3, no exige plan de montaje, esto es para alturas no superiores a 6 metros y que además no superen los 8 metros de distancia entre apoyos, y siempre que no estén situados sobre azoteas, cúpulas, tejados o balconadas a más de 24 metros desde el nivel del suelo.

- *No será obligatorio el plan cuando los andamios dispongan del marcado "CE", se seguirán las instrucciones del fabricante.*
- *Los andamios deberán ser inspeccionados por persona cualificada, antes de su puesta en servicio, periódicamente y tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o circunstancias que hubiera podido afectar su resistencia o estabilidad.*
- *Cuando el acceso al andamio o la ejecución de una tarea particular exija la retirada temporal de un dispositivo de protección colectiva contra caídas, deberán preverse medidas compensatorias y eficaces de seguridad, que contarán con la aprobación previa del coordinador de seguridad.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Cinturón de seguridad, arnés y dispositivo anticaídas*
- *Ropa de trabajo adecuada*

Andamio de Borriquetas

Además de todo lo considerado en el nivel superior "Andamios":

Med Preventivas

- *Los andamios se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas.*
- *Andamios de tres a seis metros de altura, se arriostrarán mediante "Cruces de San Andrés".*
- *Tres metros, es la máxima altura para andamios de borriquetas.*
- *Las borriquetas metálicas dispondrán de una cadenilla limitadora de la apertura máxima.*
- *Las borriquetas de madera deberán estar en perfectas condiciones, sin deformaciones ni roturas...*
- *Se utilizará un mínimo de 2 borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido el uso de bidones, bovedillas, pilas de materiales...como sustitución a ellos.*
- *La separación entre borriquetas dependerá de las cargas y el espesor de los tablones. Cuando sea superior a 3,5 m., se colocará otro caballete intermedio.*
- *Prohibida la colocación de las borriquetas sobre cables eléctricos, aprisionándolos, de tal manera que aumente el riesgo de contactos eléctricos.*
- *Prohibido instalar un andamio encima de otro.*
- *Las tablas que conformen la plataforma, no tendrán nudos, ni deformaciones y estarán sin pintar.*
- *Las plataformas, estarán ancladas a las borriquetas.*
- *Las plataformas de trabajo, tendrán una anchura mínima de 60 u 80 cm. y espesor o estructura suficiente en función de los trabajadores y elementos que vayan a sustentar,*

según el cálculo de resistencia y estabilidad realizado.

EPCs

- *Aquellos andamios de borriquetas superior a dos metros de altura, estarán provistos de barandilla resistentes de 90 cm., pasamanos, listón intermedio y rodapié.*
- *Cuando se realicen trabajos en bordes de forjados, balcones se instalarán puntos fijos donde amarrar el cinturón de seguridad de los trabajadores que eviten su caída.*

Andamio Tubular

Además de todo lo considerado en el nivel superior "Andamios":

Med Preventivas

- *Los andamios se colocarán apoyados sobre superficies firmes, estables y niveladas.*
- *Los andamios permanecerán arriostrados a la estructura para garantizar su estabilidad.*
- *No se montará un nivel superior sin haber terminado el inferior.*
- *Se colocará una diagonal horizontal en el módulo base y otra cada 5 m.*
- *Se mantendrán las distancias mínimas a líneas eléctricas aéreas según lo establecido en la guía para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico.*
- *La altura libre entre plataformas será de 1,90 metros como mínimo.*
- *En plataformas metálicas, estarán formadas por planchas de acero estriado.*
- *El acceso a la plataforma se realizará desde el edificio. En ningún caso está permitido trepar por los travesaños de la estructura del andamio.*
- *Trabajar en plataformas inferiores a otras que se está trabajando, si no se han tomado las medidas de protección adecuadas.*
- *Los elementos deformados o deteriorados del andamio serán sustituidos.*
- *El acceso a las plataformas de los andamios deberá realizarse normalmente a través de módulos de escaleras de servicio adosadas a los laterales, o bien estando las escaleras integradas en el propio andamio, o desde otras plataformas seguras de la obra. En ningún caso está permitido trepar por los travesaños de la estructura del andamio.*
- *Los elementos del andamio se izarán con medios mecánicos mediante eslingas.*
- *Las plataformas de trabajo, tendrán una anchura mínima de 60 cm. y espesor o estructura suficiente en función de los trabajadores y elementos que vayan a sustentar, según el cálculo de resistencia y estabilidad realizado.*

EPCs

- *El andamio se protegerá perimetralmente con barandilla rígida y resistente a 100 cm. de altura, pasamanos, listón intermedio de 45 cm. y rodapié de 15 cm. en todos los lados de su contorno, con excepción de los lados que disten de la fachada menos de 20 centímetros.*
- *Los huecos y aperturas para ascender o descender del andamio, se protegerán mediante barandillas y tapas.*
- *El andamio se protegerá de impactos de vehículos, mediante vallas y señalización de la zona la afectada.*
- *El montaje y desmontaje del andamio se realizará con cinturón de seguridad amarrado a un punto fuerte de seguridad, en sentido descendente.*
- *Módulo de escalera de acceso para subir al andamio.*

1.5.2 Escaleras de Mano

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*

Med Preventivas

- *Durante el uso de este medio auxiliar los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Se revisará el estado de conservación y formas de uso de las escaleras periódicamente. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *Las escaleras se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otras personas u objetos. Si la longitud es excesiva, será transportada por 2 operarios.*
- *Las escaleras se apoyarán sobre superficies horizontales, con dimensiones adecuadas, estables, resistentes e inmóviles, quedando prohibido el uso de ladrillos, bovedillas o similares con este fin. Los travesaños quedarán en posición horizontal.*
- *La inclinación de la escalera será inferior al 75 ° con el plano horizontal. La distancia del apoyo inferior al paramento vertical será $l/4$, siendo l la distancia entre apoyos.*
- *El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1 m. del apoyo superior, medido en el plano vertical.*
- *El operario se colocará en posición frontal, es decir, mirando hacia los peldaños, para realizar el ascenso y descenso por la escalera, agarrándose con las 2 manos en los peldaños, y no en los largueros.*
- *Los operarios utilizarán las escaleras, de uno en uno, evitando el ascenso o descenso de la escalera por 2 o más personas a la vez.*
- *Los trabajos que requieran el uso de las 2 manos o transmitan vibraciones, no podrán ser realizados desde la escalera.*
- *No colocar escaleras aprisionando cables o apoyados sobre cuadros eléctricos.*
- *Las puertas estarán abiertas cuando se coloquen escaleras cerca de estas o en pasillos.*
- *Escaleras compuestas de varios elementos adaptables o extensibles se utilizarán de forma que la inmovilización recíproca de los elementos esté asegurada.*
- *Los trabajos que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos, solo se podrán realizar desde una escalera, si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas.*
- *Prohibido el uso de escaleras de construcción improvisada o cuya resistencia no ofrezca*

garantías. No se emplearán escaleras de madera pintadas.

- *Las escaleras dispondrán de zapatas antideslizante, o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros, que impidan su desplazamiento.*
- *Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad con dispositivo anticaída para trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m.*
- *Las escaleras suspendidas, se fijarán de manera que no puedan desplazarse y se eviten movimientos de balanceo.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Ropa de trabajo adecuada*

Escaleras Metálicas

Además de todo lo considerado en el nivel superior "Escaleras de mano":

Med Preventivas

- *Los largueros de la escalera serán de una sola pieza, sin deformaciones, golpes o abolladuras. Se utilizarán elementos prefabricados para realizar los empalmes de escaleras, evitando las uniones soldadas entre elementos.*
- *Los peldaños tendrán el mismo espacio entre ellos, evitando elementos flojos, rotos o peldaños sustituidos por barras o cuerdas.*
- *Prohibido el uso de escaleras metálicas para realizar trabajos de instalación eléctrica o en zonas próximas a instalaciones eléctricas.*

Escaleras de Tijera

Además de todo lo considerado en el nivel superior "Escaleras de mano":

Med Preventivas

- *Dispondrán de una cadenilla limitadora de apertura máxima en la mitad de su altura, y un tope de seguridad en la articulación superior.*
- *La escalera se colocará siempre en posición horizontal y de máxima de apertura.*
- *Prohibido su utilización como borriquetas o caballetes para el apoyo de plataformas.*
- *No se utilizarán en la realización de trabajos en alturas que obliguen al operario colocarse en los 3 últimos peldaños de la escalera.*

1.5.3 Puntales

Riesgos

- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*

- *Sobreesfuerzos*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*

Med Preventivas

- *Se prohíbe la retirada de puntales o corrección de la disposición de los mismos, una vez han entrado en carga, sin que haya transcurrido el periodo suficiente para el desapuntalamiento.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *El acopio de puntales se realizará en una superficie sensiblemente horizontal, sobre durmientes de madera nivelados, por capas horizontales que se dispondrán perpendiculares a la capa inferior sobre la que se asientan. En caso de acopios con alturas que comprometan la estabilidad de los mismos, se dispondrán pies derechos que limiten el desmoronamiento del acopio.*
- *Los puntales se encontrarán acopiados siempre que no estén siendo utilizados en labores concretas, evitando que queden dispersos por la obra especialmente en posición vertical apoyados en paramentos o similar.*
- *El transporte de los puntales se realizará por medios mecánicos, en paquetes flejados, asegurando que no se producirá el deslizamiento de ningún elemento durante el transporte.*
- *Se prohíbe el transporte de más de dos puntales a hombro de ningún operario.*
- *Los puntales telescópicos, se transportarán con los mecanismos de extensión bloqueados.*
- *Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda en el momento en que sean colocados.*
- *Los puntales apoyarán toda la cabeza de los mismos a la cara del tablón. En caso de puntales que se han de disponer inclinados respecto a la carga, se acuñarán perfectamente, de manera que la cabeza apoye totalmente.*
- *Los puntales tendrán la dimensión suficiente para cubrir el trabajo a realizar, quedando totalmente prohibido el apoyo de estos sobre cualquier material o elemento de obra para alcanzar la altura necesaria.*
- *Se prohíben las sobrecargas puntuales de los puntales.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Ropa de trabajo adecuada*

1.6 Maquinaria

Med Preventivas

- *Dispondrán de «marcado CE» y manual de instrucciones. Aquella maquinaria que por su fecha de comercialización o de puesta en servicio por primera vez no les sea de aplicación el marcado CE, deberán someterse a la puesta en conformidad de acuerdo con lo establecido en el R.D. 1215/1997.*
- *La maquinaria puesta en servicio al amparo de lo dispuesto en el R.D.1644/2008 que*

establece las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas cumplirá con los requisitos de seguridad establecidos en su anexo I.

1.6.1 Maquinaria de Movimiento de Tierra y Demolición

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Atrapamiento o atropello por vehículos*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Ruido*
- *Vibraciones*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*

Med Preventivas

- *Durante la utilización de maquinaria de movimiento de tierras, los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Tendrán luces, bocina de retroceso y de limitador de velocidad.*
- *El personal que utilice la maquinaria dispondrá de la formación adecuada.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos, limpia de residuos y suficientemente iluminada y no se permitirá el paso de peatones u operarios.*
- *Se trazarán y señalizarán los caminos de paso de la maquinaria que permanecerán en correctas condiciones, evitando la formación de baches, blandones y zonas de barro excesivo.*
- *El ascenso y descenso del operador a la máquina se realizará en posición frontal, haciendo uso de los peldaños y asideros, evitando saltar al suelo, y con el motor apagado.*
- *La cabina deberá permanecer limpia de trapos sucios y combustible.*
- *Los terrenos secos serán regados para disminuir la concentración de polvo originado por la maquinaria.*
- *Se colocarán "topes de final de recorrido" a 2 m. de los bordes de excavación, para evitar una aproximación excesiva a los mismos.*
- *No se acopiarán pilas de tierra a distancias inferiores a 2 m. del borde de la excavación.*
- *Se colocarán tacos de inmovilización en las ruedas, antes de soltar los frenos cuando la máquina se encuentre en posición de parada.*
- *Se circulará a una velocidad máxima de 20 Km/h dentro del recinto de la obra.*
- *Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante.*
- *Se impedirá la entrada de gases en la cabina del conductor, mediante la inspección periódica de los puntos de escape del motor.*
- *Se mantendrá una distancia superior a 3 m. de líneas eléctricas inferiores a 66.000 V. y a 5 m. de líneas superiores a 66.000 V.*
- *Las operaciones de mantenimiento se realizarán con el motor apagado.*
- *El cambio de aceite se realizará en frío.*
- *En maquinaria de neumáticos, la presión de estos será la indicada por el fabricante y se revisará semanalmente.*

- *No se abrirá la tapa del radiador cuando se produzca un calentamiento excesivo del motor, ya que los vapores provocarían quemaduras graves.*
- *Apagar el motor y sacar la llave para realizar operaciones en el sistema eléctrico.*
- *Se comprobará el funcionamiento de los frenos si se ha trabajado en terrenos inundados.*
- *Se realizará comprobación diaria del funcionamiento del motor, frenos, niveles de aceite, luces y dispositivos acústicos.*
- *No se trabajará con vientos fuertes o condiciones climatológicas adversas.*
- *Dispondrán de cabinas de seguridad antivuelco (ROPS) y antiimpacto (FOPS).*
- *Antes de empezar a trabajar: Ajustar el asiento, comprobación del funcionamiento de los mandos y puesta en marcha de los apoyos hidráulicos de inmovilización.*
- *No se trabajará sobre terrenos con inclinación superior al 50 %.*
- *El valor de exposición diaria normalizado a vibraciones mecánicas de cuerpo entero para un período de referencia de ocho horas para operadores de maquinaria pesada no superará 0,5 m/s², siendo el valor límite de 1,15 m/s².*
- *Se utilizarán guantes de goma o PVC para la manipulación del electrolito de la batería.*
- *Se utilizarán guantes y gafas antiproyección para la manipulación del líquido anticorrosión.*
- *Dispondrán de botiquín de primeros auxilios y extintor timbrado revisado al día.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Protectores auditivos*
- *Mascarillas contra partículas y polvo*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Chaleco reflectante*

Bulldozer

Además de todo lo considerado en el nivel superior "Maquinaria de Movimiento de Tierra y Demolición":

Med Preventivas

- *En pendiente no se realizarán cambios de marcha.*
- *Se subirán las pendientes marcha atrás.*
- *El bulldozer será de cadenas en trabajos de ripado o desgarre, en desbroces, terrenos rocosos y derribo de árboles.*

Retroexcavadora

Además de todo lo considerado en el nivel superior "Maquinaria de Movimiento de Tierra y Demolición":

Med Preventivas

- *Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el*

motor, freno de mano y bloqueo de máquina.

- *Queda prohibido el uso de la cuchara como medio de transporte de personas, como grúa o como andamio desde el que realizar trabajos en altura.*
- *Señalizar con cal o yeso la zona de alcance máximo de la cuchara, para impedir la realización de tareas o permanencia dentro de la misma.*
- *Los desplazamientos de la retro se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha. Excepto el descenso de pendientes, que se realizará con la cuchara apoyada en la parte trasera de la máquina.*
- *Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas, se realizarán por la zona de mayor altura.*
- *Estará prohibido realizar trabajos en el interior de zanjas, cuando estas se encuentren dentro del radio de acción de la máquina.*

1.6.2 Maquinaria de Transporte

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Atrapamiento o atropello por vehículos*
- *Ruido*
- *Vibraciones*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*

Med Preventivas

- *Durante la utilización de maquinaria de transporte, los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Se realizará comprobación diaria del funcionamiento del motor, frenos, niveles de aceite, luces y dispositivos acústicos.*
- *Incluso para circulación por el interior de la obra, los conductores dispondrán del correspondiente permiso y la formación específica adecuada.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos, limpia de residuos y suficientemente iluminada y no se permitirá el paso de peatones u operarios.*
- *Se trazarán y señalarán los caminos de paso de vehículos que permanecerán en correctas condiciones, evitando la formación de baches, blandones y zonas de barro excesivo.*
- *El ascenso y descenso del conductor al vehículo se realizará en posición frontal, haciendo uso de los peldaños y asideros, evitando saltar al suelo, y con el motor apagado.*
- *La cabina deberá permanecer limpia de trapos sucios y combustible.*
- *Los terrenos secos serán regados para disminuir la concentración de polvo originado por los vehículos*
- *Se circulará a una velocidad máxima de 20 Km/h dentro del recinto de la obra.*
- *Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante.*

- Las operaciones de mantenimiento se realizarán con el motor apagado.
- El cambio de aceite se realizará en frío.
- Los neumáticos tendrán la presión indicada por el fabricante y se revisará semanalmente.
- No se abrirá la tapa del radiador cuando se produzca un calentamiento excesivo del motor, ya que los vapores provocarían quemaduras graves.
- Se comprobará el funcionamiento de los frenos si se ha trabajado en terrenos inundados.
- Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso.
- El valor de exposición diaria normalizado a vibraciones mecánicas de cuerpo entero para un período de referencia de ocho horas para operadores de maquinaria pesada no superará 0,5 m/s², siendo el valor límite de 1,15 m/s².
- Dispondrán de botiquín de primeros auxilios y extintor timbrado y revisado.

EPIs

- Casco de seguridad
- Protectores auditivos
- Guantes contra cortes y vibraciones
- Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada
- Chaleco reflectante
- Ropa de trabajo impermeable

Camión Transporte

Además de todo lo considerado en el nivel superior "Maquinaria de Transporte":

Med Preventivas

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.
- Las cargas se repartirán uniformemente en la caja; En caso de materiales sueltos, serán cubiertos mediante una lona y formarán una pendiente máxima del 5 %.
- Prohibido el transporte de personas fuera de la cabina.
- Se colocará el freno en posición de frenado y calzos de inmovilización debajo de las ruedas en caso de estar situado en pendientes antes de proceder a las operaciones de carga y descarga.
- Para la realización de la carga y descarga, el conductor permanecerá fuera de la cabina.
- La carga y descarga se realizará evitando operaciones bruscas, que provoquen la pérdida de estabilidad de la carga.
- Se utilizarán escaleras metálicas con ganchos de inmovilización y seguridad para ascender o descender a la caja. Evitando subir trepando sobre la caja o bajar saltando directamente al suelo.
- Se evitará subir trepando sobre la caja o bajar saltando directamente al suelo.

EPCs

- Se utilizarán escaleras metálicas con ganchos de inmovilización y seguridad para ascender o descender a la caja.

Camión Hormigonera

Además de todo lo considerado en el nivel superior "Maquinaria de Transporte":

Med Preventivas

- *Las maniobras del camión hormigonera durante el vertido serán dirigidas por un señalista.*
- *No se transitará sobre taludes, rampas de acceso y superficies con pendientes superiores al 20%*
- *La hormigonera se limpiará en los lugares indicados tras la realización de los trabajos.*
- *Los operarios no deberán permanecer en el radio de acción del camión hormigonera cuando la cuba esté girando en operaciones de amasado y vertido.*
- *La salida del conductor de la cabina sólo podrá realizarse cuando se proceda al vertido del hormigón de su cuba.*
- *Prohibido el transporte de personas fuera de la cabina del camión hormigonera.*
- *Se colocarán "topes de final de recorrido" a 2 m. de los bordes de excavación, para evitar una aproximación excesiva a los mismos.*

EPCs

- *Se utilizarán las escaleras incorporadas al camión para el acceso a la tolva. Evitando subir trepando o bajar saltando directamente al suelo.*

1.6.3 Maquinaria de Elevación

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Atrapamiento o atropello por vehículos*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*

Med Preventivas

- *Tanto en el montaje como desmontaje y uso de los medios de elevación, los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Se indicará la carga máxima admisible capaz de soportar y se prohíbe terminantemente sobrepasarla.*
- *Prohibido el balanceo de las cargas y el transporte de estas por encima de personas.*
- *Los aparatos de elevación serán examinados y probados antes de su puesta en servicio. Ambos aspectos quedarán debidamente documentados.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos, limpia de residuos y suficientemente iluminada y no se permitirá el paso de peatones u operarios.*
- *Prohibido el transporte de personas o la utilización como andamio para realizar trabajos en altura. No obstante, con carácter excepcional pueden utilizarse para tal fin como alternativa más segura que otros medios de acceso (tal como una escalera, montajes improvisados), si se realiza según lo especificado en la guía técnica del R.D. 1215/1997 publicada por el INSHT, se les dota de un habitáculo o de una plataforma de trabajo adecuadamente diseñados, se toman las medidas pertinentes para garantizar la seguridad*

de los trabajadores, se dispone de una vigilancia adecuada y se cuenta con la aprobación previa por escrito del coordinador de seguridad y salud.

- *Todos los equipos de elevación cuidarán un mantenimiento según sus instrucciones de uso realizadas por profesionales especializados. Además de esto, semanalmente serán revisadas por personal encargado de obra que comprobará su estado de conservación y funcionamiento.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Ropa de trabajo adecuada*

Camión grúa autopropulsado

Además de todo lo considerado en el nivel superior "Maquinaria de Elevación":

Med Preventivas

- *El gruista estará en posesión de un carnet en vigor de operador de grúa móvil autopropulsada expedido por órgano competente de la comunidad autónoma según el RD 837/2003.*
- *Se trazarán y señalizarán los caminos de paso de vehículos que permanecerán en correctas condiciones, evitando la formación de baches, blandones y zonas de barro excesivo.*
- *El ascenso y descenso del conductor al vehículo se realizará en posición frontal, haciendo uso de los peldaños y asideros, evitando saltar al suelo, y con el motor apagado.*
- *Se circulará a una velocidad máxima de 20 Km/h dentro del recinto de la obra.*
- *Se realizará comprobación diaria del funcionamiento del motor, frenos, niveles de aceite, luces y dispositivos acústicos.*
- *Los neumáticos tendrán la presión indicada por el fabricante y se revisará semanalmente.*
- *Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso.*
- *Comprobar que el freno de mano está en posición de frenado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de elevación.*
- *Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.*
- *Se colocará accionará el bloqueo de frenado, se colocarán calzos de inmovilización debajo de las ruedas y se bloqueará la suspensión antes de proceder a las operaciones de elevación.*
- *El terreno sobre el que estacione la grúa y se sitúen los estabilizadores, habrá de permitir que quede perfectamente nivelada y deberá tener la resistencia necesaria. El operario vigilará que durante el funcionamiento no se produce el hundimiento de ningún apoyo.*
- *Preferiblemente se extenderán los estabilizadores y, en todo caso, se atenderán las limitaciones de la grúa según instrucciones del fabricante.*
- *Los cables se encontrarán perfectamente tensados y en posición vertical, prohibiéndose el uso de eslingas rotas o deterioradas.*
- *Los gruistas se ubicarán en lugares seguros donde tengan una visibilidad continua de la carga. Cuando la carga no se encuentre dentro del campo de visión del gruista pedirá ayuda a un señalista.*
- *La elevación se realizará evitando operaciones bruscas, que provoquen la pérdida de*

estabilidad de la carga.

- *Prohibido trabajar con vientos superiores a 60 Km/h o tormenta eléctrica.*
- *La cabina dispondrá de botiquín de primeros auxilios y extintor timbrado y revisado.*
- *El gancho, estará dotados de pestillo de seguridad. Su rotura precisa una reparación inmediata.*

1.6.4 Martillo Compresor

Riesgos

- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Ruido*
- *Vibraciones*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*

Med Preventivas

- *Durante el uso del martillo compresor, los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *El personal que utilice el martillo compresor estará aleccionado en su manejo y conocerá todas las medidas preventivas y EPIs necesarias.*
- *Según el manual de uso y mantenimiento del equipo se realizarán las revisiones periódicas correspondientes. Además de esto, antes de cada uso se comprobará que el equipo no ha sufrido daños aparentes y se encuentra en buen estado sin pérdidas de aceite, con el depósito de lubricante en cantidad óptima y que la manguera no presenta desperfectos visibles.*
- *Se impedirá el tránsito peatonal de viandantes u operarios de otros tajos en el entorno de trabajo del martillo compresor.*
- *Una vez finalizado el uso del equipo, se apagará el compresor previo al desmontado.*
- *La manguera estará totalmente desenrollada durante el uso, evitando las pisadas de personal o maquinaria y alejándola de fuentes de calor.*
- *El operario ha de conocer las instalaciones que puede encontrar en su trabajo debiendo utilizar medios manuales de picado en la proximidad de instalaciones.*
- *El operario ha de trabajar en superficies estables y con el martillo apoyado en posición vertical.*

EPCs

- *Siempre habrá un extintor de polvo químico accesible durante los trabajos de soldadura.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Protectores auditivos*

- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Gafas antipolvo*
- *Mascarillas contra partículas y polvo*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Ropa de trabajo adecuada*

1.6.5 Vibrador

Riesgos

- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Choques contra objetos móviles o inmóviles*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Ruido*
- *Vibraciones*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*

Med Preventivas

- *Durante el uso del vibrador, los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *En los casos en se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 5.1 del Real Decreto 286/2006 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas como el empleo de protectores auditivos.*
- *La alimentación eléctrica de la herramienta permanecerá siempre aislada.*
- *Prohibido el abandono del vibrador en funcionamiento o desplazarlo tirando de los cables.*
- *El valor de exposición diaria normalizado a vibraciones mecánicas al sistema manobrazo para un período de referencia de ocho horas para operadores de vibradores no superará 2,5 m/s², siendo el valor límite de 5 m/s².*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*

EPCs

- *El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras. En ningún momento el operario permanecerá sobre el encofrado.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Protectores auditivos*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Guantes de goma o PVC*

- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Botas de goma o PVC*
- *Ropa de trabajo adecuada*

1.6.6 Sierra Circular de Mesa

Riesgos

- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Ruido*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*

Med Preventivas

- *Durante el uso de la sierra circular de mesa, los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *El operario se colocará a sotavento del disco, evitando la inhalación de polvo.*
- *La sierra circular de mesa se ubicará en un lugar apropiado, sobre superficies firmes, secas y a una distancia mínima de 3 m. a bordes de forjado.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *Por la parte inferior de la mesa la sierra estará totalmente protegida de manera que no se pueda acceder al disco.*
- *Por la parte superior se instalará una protección que impida acceder a la sierra excepto por donde se introduce la madera, el resto será una carcasa metálica que protegerá del acceso al disco y de la proyección de partículas.*
- *Es necesario utilizar empujador para guiar la madera, de manera que la mano no pueda pasar cerca de la sierra en ningún momento.*
- *La máquina contará con un cuchillo divisor en la parte trasera del disco y lo más próxima a ella para evitar que la pieza salga despedida.*
- *El disco de sierra ha de estar en perfectas condiciones de afilado y de planeidad.*
- *La sierra contará con un dispositivo que en el caso de faltar el fluido eléctrico mientras se utiliza, la sierra no entre en funcionamiento al retornar la corriente.*
- *La instalación eléctrica de la máquina estará siempre en perfecto estado para lo que se comprobará periódicamente el cableado, las clavijas, la toma de tierra...*
- *El personal que utilice la sierra estará aleccionado en su manejo y conocerá todas las medidas preventivas y EPIs necesarias.*
- *Las piezas aserradas no tendrán clavos ni otros elementos metálicos.*

EPIs

- *Casco de seguridad*

- *Protectores auditivos*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Gafas antipolvo*
- *Mascarillas contra partículas y polvo*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Ropa de trabajo adecuada*

1.6.7 Equipos de Soldadura y Oxicorte

Riesgos

- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Exposición a sustancias nocivas o tóxicas*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Incendios*
- *Explosiones*
- *Exposición a radiaciones*
- *Quemaduras*
- *Intoxicación*

Med Preventivas

- *Durante el uso de los equipos de soldadura, los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *No podrá haber materiales inflamables o explosivos a menos de 10 metros de la soldadura. Especial cuidado con los materiales aislantes inflamables habitualmente presentes en obra.*
- *Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones han de disponer de protección visual adecuada no mirando en ningún caso con los ojos al descubierto.*
- *Previo al soldeo se eliminarán las pinturas u otros recubrimientos de que disponga el soporte.*
- *Es especialmente importante el empleo de protecciones individuales por lo que los operarios dispondrán de la formación adecuada para el empleo de los mismos.*
- *En locales cerrados en que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores y preferiblemente se colocarán sistemas de aspiración localizada.*
- *En trabajos en altura, no podrán encontrarse personas debajo de los trabajos de soldadura.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*

EPCs

- *Siempre habrá un extintor de polvo químico accesible durante los trabajos de soldadura.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Pantalla protección para soldadura*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Manguitos de cuero*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Mandil de protección*

Soldadura con Soplete y Oxicorte

Además de todo lo considerado en el nivel superior "Equipos de Soldadura y Oxicorte":

Med Preventivas

- *Se colocarán pantallas para evitar que caigan partículas de metal incandescente sobre los operarios o las mangueras de gas.*
- *No se soldarán superficies manchadas de grasas o aceites.*
- *No se fumará en las inmediaciones de los trabajos de soldadura.*
- *Las botellas quedarán en posición vertical o en cualquier caso con la válvula más elevada que el resto.*
- *Una vez finalizados los trabajos se colocará el capuchón de la botella.*
- *Las botellas se mantendrán alejadas del calor y del soleamiento directo.*
- *Las botellas se trasportarán en jaulas en posición vertical.*
- *Todas las botellas estarán correctamente etiquetadas y cumplirán con los requisitos impuestos por el Reglamento de Aparatos a presión.*
- *Siempre se abrirá primero la llave del oxígeno y luego la de acetileno y durante el cierre se seguirá el proceso inverso.*
- *El soplete se refrigerará sumergiéndolo en agua y durante las paradas dispondrá de su propio soporte.*
- *El mechero que genere la chispa ha de disponer de mango que permita mantener la mano alejada de la llama al encender.*
- *Las mangueras se revisarán periódicamente comprobándolas con agua jabonosa y se protegerán durante la soldadura.*

1.6.8 Herramientas Eléctricas Ligeras

Riesgos

- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Ruido*

- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*
- *Quemaduras*

Med Preventivas

- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*
- *El uso de las herramientas estará restringido solo a personas autorizadas.*
- *Se emplearán herramientas adecuadas para cada trabajo.*
- *No retirar las protecciones de las partes móviles de la herramienta diseñadas por el fabricante.*
- *Prohibido dejarlas abandonadas por el suelo.*
- *Evitar el uso de cadenas, pulseras o similares para trabajar con herramientas.*
- *Cuando se averíe la herramienta, se colocará la señal "No conectar, máquina averiada" y será retirada por la misma persona que la instaló.*
- *Las transmisiones se protegerán con un bastidor soporte de un cerramiento con malla metálica.*
- *En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa antiproyección.*
- *Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anticontactos eléctricos.*
- *Las herramientas se mantendrán en buenas condiciones*
- *Mangos sin grietas, limpios de residuos y aislantes para los trabajos eléctricos.*
- *Las clavijas y los cables eléctricos estarán en perfecto estado y serán adecuados.*
- *Las herramientas eléctricas no se podrán usar con manos o pies mojados.*
- *Estarán apagadas mientras no se estén utilizando.*
- *Las operaciones de limpieza manual se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica.*
- *En los casos en se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 5.1 del Real Decreto 286/2006 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas como el empleo de protectores auditivos.*

EPCs

- *La alimentación de las herramientas que no dispongan de doble aislamiento y se ubiquen en ambientes húmedos, se realizará conectándola a transformadores a 24 v.*
- *Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra.*
- *Dispondrán de toma de tierra, excepto las herramientas portátiles con doble aislamiento.*
- *La instalación dispondrá de interruptor diferencial de 0,03 A. de sensibilidad.*

EPIs

- *Casco de seguridad*
- *Protectores auditivos*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Gafas antipolvo*
- *Mascarillas contra partículas y polvo*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Cinturón portaherramientas*
- *Ropa de trabajo adecuada*

1.7 Manipulación sustancias peligrosas

Riesgos

- *Exposición a sustancias nocivas o tóxicas*
- *Infecciones o afecciones cutáneas*
- *Incendios*
- *Explosiones*
- *Quemaduras*
- *Intoxicación*

Med Preventivas

- *Durante la manipulación de sustancias peligrosas, los RECURSOS PREVENTIVOS tendrán presencia permanente en obra ya que concurren alguno de los supuestos por los que el Real Decreto 604/2006 exige su presencia.*
- *Los sustancias catalogadas como peligrosas, bien sean residuos o acopios de material de construcción, deberán almacenarse en un sitio especial que evite que se mezclen entre sí o con otras sustancias no peligrosas manteniendo la distancia de seguridad entre sustancias que sean sinérgicas entre sí o incompatibles. Así mismo, se dispondrán alejadas de tránsito de personas o maquinaria, convenientemente señalizadas y en zonas de acceso restringido.*
- *Las casetas que almacenen sustancias peligrosas dispondrán ventilación e iluminación adecuadas, estarán cubiertas, cerradas con llave y se mantendrán ordenadas. En caso de almacenar sustancias que puedan emitir vapores inflamables, dispondrán de luminaria antideflagrante.*
- *Las sustancias sensibles a las temperaturas, como las inflamables, se mantendrán en sitio aislado térmicamente y protegido de fuentes de calor o frío.*
- *Los lugares de almacenaje de sustancias líquidas peligrosas carecerán de sumideros por los que puedan evacuarse eventuales fugas o derrames.*
- *Las sustancias peligrosas se almacenarán en envases adecuados, siempre cerrados y bien etiquetados con referencia expresa a: identificación de producto, composición, datos responsable comercialización, pictograma que indique peligrosidad, frases R que describen los riesgos del producto, frases S que aconsejan como manipular el producto e información toxicológica. El almacenaje se realizará lo más próximo al suelo posible para evitar caídas, se mantendrán con un stock mínimo y si fuera necesario contarán con cubeta de retención.*
- *En los puntos de almacenaje de sustancias peligrosas líquidas se dispondrá de arena u otro absorbente para caso de derrame.*
- *Los trabajadores que manipulen sustancias peligrosas contarán con la necesaria formación e información.*
- *La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.*

EPCs

- *En los puntos de almacenaje de sustancias peligrosas se dispondrá de extintor químico y de CO₂.*

EPIs

- Casco de seguridad
- Gafas antipolvo
- Mascarillas contra gases y vapores
- Mascarillas contra partículas y polvo
- Guantes contra cortes y vibraciones
- Guantes de goma o PVC
- Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada
- Botas de goma o PVC
- Ropa de trabajo adecuada

1.8 Coronavirus SARS-CoV-2

- *Ante la presencia y expansión del nuevo virus SARS-CoV-2, las medidas excepcionales impuestas por las autoridades sanitarias y organismos gubernamentales y las recomendaciones emanadas desde los distintos ámbitos sanitarios, se incorpora este apartado específico en relación con esta cuestión.*

Riesgos

- *Riesgos Exposición a agentes biológicos.*

Med Preventivas

- *Corresponde a las empresas contratistas y subcontratistas, y a sus servicios de prevención de riesgos, evaluar el riesgo de exposición al coronavirus y el seguimiento de las indicaciones que sobre el particular emita su servicio de prevención, siguiendo en todo caso las instrucciones formuladas por las autoridades sanitarias.*
- *Se instalarán paneles informativos con las medidas preventivas básicas establecidas por las autoridades sanitarias en general y por los empresarios para la obra en particular.*
- *Se evitarán las aglomeraciones de trabajadores tanto en obra como en las dependencias auxiliares.*
- *Los EPIs no pueden compartirse y han de ser personales e intransferibles.*
- *Se mantendrán las medidas sanitarias recomendadas por las autoridades.*

EPIs

- Mascarillas.
- Guantes.
- Gafas.

1.9 Autoprotección y Emergencia

De acuerdo con las obligaciones establecidas en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales el contratista deberá adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente su correcto funcionamiento. El citado personal deberá poseer la formación necesaria, ser suficiente en número y disponer del material adecuado.

Evacuación

- *En todo momento estará presente en obra un responsable de emergencias que será encargado de dar la alarma, asegurarse de la correcta evacuación de la obra para lo que*

tendrá conocimiento del personal presente en obra, dar aviso a los servicios de emergencia y prestar en su caso los primeros auxilios a los heridos. También asumirá la revisión periódica de las vías de evacuación asegurando que se mantengan expeditas. Dicho responsable contará con formación suficiente en primeros auxilios e instrucción en emergencias.

- *Existirá en obra un punto de reunión al que acudirán todos los trabajadores en caso de emergencia. Dicho punto quedará suficientemente señalizado y será conocido por todos los trabajadores.*
- *En lugar destacado de la obra se dispondrá señalización en que se indiquen las medidas que han de adoptar los trabajadores en caso de emergencia.*
- *Las vías de evacuación y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas, debidamente señalizadas y desembocarán en sitio seguro, siendo el responsable de emergencias responsable de su estado.*

Protección contra incendios

- *La obra dispondrá de tomas de agua con mangueras para la extinción de pequeños conatos de incendio en la obra. Tendrán fácil y rápido acceso a una de estas tomas la zona de acopios, de almacenaje residuos, los locales de obra y en las proximidades de los trabajos con especial riesgo de incendios según lo especificado en la identificación de riesgos de este mismo documento.*
- *Queda expresamente prohibido la realización de hogueras en la obra cualquiera que sea su fin.*
- *En los puntos de trabajo con riesgo de incendios se instalarán extintores portátiles con agente extintor acorde con el tipo de fuego previsible. En la especificación de medidas preventivas de este mismo documento se señalan las circunstancias que requieren de extintor.*
- *En los locales o entornos de trabajo en que existan productos inflamables quedará prohibido fumar. Para evitarlo se instalarán carteles de advertencia en los accesos.*
- *Se dispondrán extintores de polvo químico en cada una de las casetas de obra y próximo a las zonas de acopio. También se contará con un extintor de CO2 en la proximidad del cuadro eléctrico de obra.*

Primeros auxilios

En lugar visible de la obra se dispondrá el cartel con los teléfonos de urgencias.

El centro sanitario más próximo a la obra al que se evacuarán los heridos es: HOSPITAL DE MATARÓ

- *La evacuación de heridos a los centros sanitarios se realizará exclusivamente en ambulancia y será llevado a cabo por personal especializado. Tan sólo heridos leves podrán trasladarse por otros medios siempre que así lo disponga el responsable de emergencias de la obra.*
- *La obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente equipado para la realización de los primeros auxilios que contenga como mínimo desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.*
- *El material de primeros auxilios se revisará periódicamente por el responsable de emergencias y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.*

1.10 Procedimientos coordinación de actividades empresariales

Tal y como establece el Real Decreto 171/2004, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales, se requiere un sistema eficaz de coordinación empresarial en materia de prevención de riesgos laborales en los supuestos de concurrencia de actividades empresariales en un mismo centro de trabajo.

Para satisfacer las necesidades de coordinación antes expuestas se plantean las siguientes medidas:

- *Los recursos preventivos de la obra asumirán la responsabilidad de garantizar el eficaz funcionamiento de la coordinación de actividades empresariales entre las distintas empresas concurrentes en la obra.*
- *Antes del comienzo de la actividad en obra de cualquier empresa concurrente en la misma, el contratista principal pondrá en su conocimiento lo dispuesto en la documentación preventiva de la obra y las medidas de coordinación empresarial.*
- *El contratista principal asumirá la responsabilidad de mantener informados a los responsables preventivos de las empresas concurrentes de la información en materia preventiva y de coordinación de actividades que sean de su incumbencia.*
- *Previo al comienzo de trabajos del personal de las diferentes empresas concurrentes, se habrán difundido de manera suficiente las instrucciones de carácter preventivo y de coordinación empresarial, procedimientos y protocolos de actuación a todos los trabajadores intervinientes. Esta responsabilidad recae en los responsables preventivos de las diferentes empresas y en última instancia en el contratista principal.*

1.11 Control de Accesos a la Obra

El contratista principal pondrá en práctica un procedimiento de control de accesos tanto de vehículos como de personas a la obra de manera que quede garantizado que sólo personas autorizadas puedan acceder a la misma.

Será el coordinador en la aprobación preceptiva del plan quien valide el control diseñado.

A continuación se establecen los principios básicos de control entre los que se contemplan las siguientes medidas:

- *El contratista designará a una persona del nivel de mando para responsabilizarse del correcto funcionamiento del procedimiento de control de accesos. Ante su ausencia en la obra, se designará sustituto competente de manera que en ningún momento quede desatendido este control.*
- *El vallado perimetral de la obra garantizará que el acceso tanto de vehículos como peatonal a la obra queda restringido a los puntos controlados de acceso.*
- *Cuando por motivos derivados de los propios trabajos de la obra sea preciso retirar parte de los vallados de acceso a la obra dejando expedito el mismo por puntos no controlados, será necesario que se disponga personal de control en dichos lugares.*
- *En los accesos a la obra se situarán carteles señalizadores, conforme al Real Decreto 485/1997 señalización de lugares de trabajo, que informen sobre la prohibición de acceso de personas no autorizadas y de las condiciones establecidas para la obra para la obtención de autorización.*
- *Durante las horas en las que en la obra no han de permanecer trabajadores, la obra quedará totalmente cerrada, bloqueando los accesos habitualmente operativos en horario de trabajo.*
- *El contratista garantizará, documentalmente si fuera preciso, que todo el personal que*

accede a la obra se encuentra al tanto en sus obligaciones con la administración social y sanitaria y dispone de la formación apropiada derivada de la Ley de Prevención de Riesgos, Convenio de aplicación y resto de normativa del sector.

1.12 Condiciones Legales

Tanto la Contrata como la Propiedad, asumen someterse al arbitrio de los tribunales con jurisdicción en el lugar de la obra.

Es obligación de la contrata, así como del resto de agentes intervinientes en la obra el conocimiento del presente pliego y el cumplimiento de todos sus puntos.

Durante la totalidad de la obra se estará a lo dispuesto en la normativa vigente, especialmente la de obligado cumplimiento entre las que cabe destacar:

Real Decreto 2291/1985 de 8 de Noviembre Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos.

Ley 31/1995 Prevención de riesgos laborales

Real Decreto 1627/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

Real Decreto 39/1997 Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 485/1997 Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 486/1997 Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 487/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Real Decreto 488/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativos al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

Real Decreto 665/1997 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Real Decreto 664/1997 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Real Decreto 773/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los EPI.

Real Decreto 1215/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 614/2001 Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 374/2001 Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores contra los Riesgos relacionados con los Agentes Químicos durante el Trabajo.

Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones complementarias.

Real Decreto 836/2003 de 27 de junio Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a grúas torre para obra u otras aplicaciones.

Ley 54/2003 Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Real Decreto 171/2004 Desarrolla L.P.R.L. en materia de coordinación de actividades empresariales.

Real Decreto 2177/2004 Modifica R.D. 1215/1997 que establece disposiciones mínimas de seguridad y salud para el uso de equipos en trabajos temporales de altura.

Real Decreto 1311/2005, protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 396/2006, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

Real Decreto 604/2006, que modifica el Real Decreto 39/1997 y el Real Decreto 1627/1997 antes mencionados.

Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y Real Decreto 1109/2007 que la desarrolla.

Real Decreto 1.644/2008, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a los equipos de protección individual y por el que se deroga la Directiva 89/686/CEE del Consejo.

Real Decreto 513/2017, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

Resolución de 21 de septiembre de 2017, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el VI Convenio colectivo general del sector de la construcción 2017-2021.

Real Decreto 809/2021, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.

En todas las normas citadas anteriormente que con posterioridad a su publicación y entrada en vigor hayan sufrido modificaciones, corrección de errores o actualizaciones por disposiciones más recientes, se quedará a lo dispuesto en estas últimas.

1.13 Agentes Intervinientes

Son agentes todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones vendrán determinadas por lo dispuesto en esta Ley y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención con especial referencia a la L.O.E. y el R.D.1627/97.

Promotor

Será considerado promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Cuando el promotor realice directamente con medios humanos y materiales propios la totalidad o determinadas partes de la obra, tendrá también la consideración de contratista a los efectos de la Ley 32/2006

A los efectos del RD 1627/97 cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en dicho Real Decreto.

Es el promotor quien encargará la redacción del Estudio (Básico) de Seguridad y Salud y ha de contratar a los técnicos coordinadores en Seguridad y Salud tanto en proyecto como en ejecución. Para ello se firmará contrato con los técnicos que defina la duración del mismo, dedicación del coordinador, sistemas de contratación previstos por el promotor y sus

limitaciones, forma de pago, motivos de rescisión, sistemas de prórroga y de comunicación entre coordinador y promotor.

Facilitará copia del Estudio (Básico) de Seguridad y Salud a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados por directamente por el promotor, exigiendo la presentación de Plan de Seguridad y Salud previo al comienzo de las obras.

Velará por que el/los contratista/s presenten ante la autoridad laboral la comunicación de apertura del centro de trabajo y sus posibles actualizaciones y velará para que la prevención de riesgos laborales se integre en la planificación de los trabajos de la obra.

Proyectista

El proyectista es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Deberá tomar en consideración, de conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra.

Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución

Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra es el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para llevar a cabo las siguientes tareas:

- *Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.*
- *Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva.*
- *Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista.*
- *Organizar la coordinación de actividades empresariales.*
- *Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.*
- *Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.*
- *Asegurarse de que las empresas subcontratistas han sido informadas del Plan de Seguridad y Salud y están en condiciones de cumplirlo.*

El Coordinador en materia de seguridad podrá paralizar los tajos o la totalidad de la obra, en su caso, cuando observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud establecidas, dejándolo por escrito en el libro de incidencias. Además, se deberá comunicar la paralización al Contratista, Subcontratistas afectados, Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente y representantes de los trabajadores.

Dirección Facultativa

Dirección facultativa: el técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Asumirá las funciones del Coordinador de Seguridad y Salud en el caso de que no sea necesaria su contratación dadas las características de la obra y lo dispuesto en el R.D. 1627/97.

En ningún caso las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

Contratistas y Subcontratistas

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

Cuando el promotor realice directamente con medios humanos y materiales propios la totalidad o determinadas partes de la obra, tendrá también la consideración de contratista a los efectos de la Ley 32/2006

A los efectos del RD 1627/97 cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en dicho Real Decreto.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista u otro subcontratista comitente el compromiso de realizar determinadas partes o unidades de obra.

Son responsabilidades del Contratistas y Subcontratistas:

- *La entrega al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra de documentación clara y suficiente en que se determine: la estructura organizativa de la empresa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos de los que se dispone para la realización de la acción preventiva de riesgos en la empresa.*
- *Redactar un Plan de Seguridad y Salud según lo dispuesto en el apartado correspondiente del Estudio (Básico) de Seguridad y Salud y el R.D. 1627/1997 firmado por persona física.*
- *Los Contratistas han de presentar ante la autoridad laboral la comunicación de apertura del centro de trabajo y sus posibles actualizaciones.*
- *Aplicar los principios de la acción preventiva según Ley de Prevención de Riesgos Laborales.*
- *Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud. El contratista deberá hacer entrega de una copia del plan de seguridad y salud a sus empresas subcontratistas y trabajadores autónomos (en concreto, de la parte que corresponda de acuerdo con las actividades que cada uno de ellos vaya a ejecutar en la obra). Se dejará constancia de ello en el libro de subcontratación.*
- *Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales.*
- *Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra. Vigilarán el cumplimiento de estas medidas por parte de los trabajadores autónomos en el caso que estos realicen obras o servicios correspondientes a la propia actividad de la empresa contratista y se desarrollen en sus centros de trabajos.*
- *Informar por escrito al resto de empresas concurrentes en la obra y al coordinador de seguridad y salud en la obra de los riesgos específicos que puedan afectar a otros trabajadores de la obra según lo dispuesto en el Real Decreto 171/2004.*
- *Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.*
- *Los Contratistas y Subcontratistas son los responsables de que la ejecución de las medidas preventivas correspondan con las fijadas en el Plan de Seguridad y Salud.*
- *Designar los recursos preventivos asignando uno o varios trabajadores o en su caso uno o varios miembros del servicio de prevención propio o ajeno de la empresa. Así mismo ha de garantizar la presencia de dichos recursos en la obra en los casos especificados en la Ley 54/2003 y dichos recursos contarán con capacidad suficiente y dispondrán de medios*

necesarios para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas. El plan de seguridad y salud identificará los recursos con declaración de formación y funciones.

- Vigilar el cumplimiento de la Ley 32/2006 por las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos con que contraten; en particular, en lo que se refiere a las obligaciones de acreditación e inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas, contar con el porcentaje de trabajadores contratados con carácter indefinido aspectos regulados en el artículo 4 de dicha Ley y al régimen de la subcontratación que se regula en el artículo 5.
- Informar a los representantes de los trabajadores de las empresas que intervengan en la ejecución de la obra de las contrataciones y subcontrataciones que se hagan en la misma.
- Garantizar la formación adecuada a todos los trabajadores de nivel productivo, de acuerdo con lo que dispone el artículo 19 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales y lo dispuesto en los convenios colectivos de aplicación en los que se establezcan programas formativos y contenidos específicos necesarios en materia de PRL.

Trabajadores Autónomos

Trabajador autónomo: la persona física distinta del contratista y del subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra. Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista a los efectos de la Ley 32/2006 y del RD 1627/97.

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones de la empresa que le haya contratado así como las dadas por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.
- Informar por escrito al resto de empresas concurrentes en la obra y al coordinador de seguridad y salud en la obra de los riesgos específicos que puedan afectar a otros trabajadores de la obra según lo dispuesto en el Real Decreto 171/2004.
- Deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

Fabricantes y Suministradores de Equipos de Protección y Materiales de Construcción

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo están obligados a asegurar que éstos no constituyan una fuente de peligro para

el trabajador, siempre que sean instalados y utilizados en las condiciones, forma y para los fines recomendados por ellos.

Los fabricantes, importadores y suministradores de productos y sustancias químicas de utilización en el trabajo están obligados a envasar y etiquetar los mismos de forma que se permita su conservación y manipulación en condiciones de seguridad y se identifique claramente su contenido y los riesgos para la seguridad o la salud de los trabajadores que su almacenamiento o utilización comporten.

Deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal, como su manipulación o empleo inadecuado.

Los fabricantes, importadores y suministradores de elementos para la protección de los trabajadores están obligados a asegurar la efectividad de los mismos, siempre que sean instalados y usados en las condiciones y de la forma recomendada por ellos. A tal efecto, deberán suministrar la información que indique el tipo de riesgo al que van dirigidos, el nivel de protección frente al mismo y la forma correcta de su uso y mantenimiento.

Los fabricantes, importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios la información necesaria para que la utilización y manipulación de la maquinaria, equipos, productos, materias primas y útiles de trabajo se produzca sin riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Recursos Preventivos

Con el fin de ejercer las labores de recurso preventivo según lo establecido en la Ley 31/1995, Ley 54/2003 y Real Decreto 604/2006 el empresario designará para la obra los recursos preventivos que podrán ser:

- a. Uno o varios trabajadores designados de la empresa.*
- b. Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa*
- c. Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos.*

La empresa contratista garantizará la presencia de dichos recursos preventivos en obra en los siguientes casos:

a. Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados, en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

b. Cuando se realicen las siguientes actividades o procesos peligrosos o con riesgos especiales:

- 1.º Trabajos con riesgos especialmente graves de caída desde altura.*
- 2.º Trabajos con riesgo de sepultamiento o hundimiento.*
- 3.º Actividades en las que se utilicen máquinas que carezcan de declaración CE de conformidad, que sean del mismo tipo que aquellas para las que la normativa sobre comercialización de máquinas requiere la intervención de un organismo notificado en el procedimiento de certificación, cuando la protección del trabajador no esté suficientemente garantizada no obstante haberse adoptado las medidas reglamentarias de aplicación.*
- 4.º Trabajos en espacios confinados.*
- 5.º Trabajos con riesgo de ahogamiento por inmersión.*

c. Cuando sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

También será precisa su presencia, en base a los criterios técnicos publicados por el Ministerio, cuando en la obra se empleen menores de 18 años, trabajadores especialmente

sensibles, trabajadores de reciente incorporación en fase inicial de adiestramiento o cedidos por ETT.

En el apartado correspondiente de la memoria se especifica cuando esta presencia es necesaria en función de la concurrencia de los casos antes señalados en las fases de obra y en el montaje, desmontaje y utilización de medios auxiliares y maquinaria empleada.

Ante la ausencia del mismo, o de un sustituto debidamente cualificado y nombrado por escrito, se paralizarán los trabajos incluyendo los de las empresas subcontratadas o posible personal autónomo.

Las personas a las que se asigne esta vigilancia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, en caso de observar un deficiente cumplimiento de las mismas o una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las mismas, se informará al empresario para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas y al coordinador de seguridad y salud y resto de la dirección facultativa.

El Plan de Seguridad y Salud especificará expresamente el nombre de la persona o personas designadas para tal fin y se detallarán las tareas que inicialmente se prevé necesaria su presencia por concurrir alguno de los casos especificados anteriormente.

1.14 Riesgos Eliminables

No se han identificado riesgos totalmente eliminables.

Entendemos que ninguna medida preventiva adoptada frente a un riesgo lo elimina por completo dado que siempre podrá localizarse una situación por mal uso del sistema, actitudes imprudentes de los operarios u otras en que dicho riesgo no sea eliminado.

Por tanto se considera que los únicos riesgos eliminables totalmente son aquellos que no existen al haber sido eliminados desde la propia concepción del edificio, por el empleo de procesos constructivos, maquinaria, medios auxiliares o incluso medidas del propio diseño del proyecto que no generen riesgos y sin duda estos riesgos no merecen de un desarrollo detenido en este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

1.15 Valoración Medidas Preventivas

Dadas las características de la obra, los procesos constructivos, medios y maquinaria prevista para la ejecución de la misma, se consideran las medidas preventivas, medios de protección colectiva y equipos de protección individual previstos en este Estudio Básico de Seguridad y Salud, los más convenientes para conseguir un nivel de riesgo en el peor de los casos tolerable.

1.16 Mantenimiento

Para la ejecución de las tareas de mantenimiento y conservación necesarias tras la construcción y puesta en servicio del edificio se han de contemplar medidas preventivas que garanticen la ejecución de las mismas con las preceptivas condiciones de seguridad.

Se incorporan en este punto una serie de medidas preventivas y equipos necesarios propios de las tareas de mantenimiento. Se estudian solo tareas propias de mantenimiento preventivo, aquellas intervenciones de reparación de envergadura que requieran de proyecto, contarán con un documento específico de seguridad y salud.

Para los casos en los que surgieran durante la vida útil del edificio tareas de mantenimiento en que intervengan procesos, equipos o medios no dispuestos en este estudio, se realizará

por parte de la propiedad anexo a este mismo documento.

Riesgos

- *Caída de personas a distinto nivel*
- *Caída de personas al mismo nivel*
- *Caída a distinto nivel de objetos*
- *Caída al mismo nivel de objetos*
- *Golpes o cortes por objetos*
- *Atrapamiento por o entre objetos*
- *Sobreesfuerzos*
- *Proyección de fragmentos o partículas*
- *Ruido*
- *Exposición a sustancias nocivas o tóxicas*
- *Infecciones o afecciones cutáneas*
- *Contactos eléctricos directos o indirectos*
- *Incendios*
- *Explosiones*
- *Inundaciones o infiltraciones de agua*
- *Emisión de polvo. Inhalación o molestias en los ojos*
- *Intoxicación*
- *Asfixia*

Med Preventivas

- *La iluminación en la zona de trabajo será siempre suficiente y en ningún caso inferior a 150 lux.*
- *En la utilización de medios auxiliares como andamios o escaleras se atenderá a lo especificado para estos equipos en el apartado correspondiente de este mismo documento.*
- *Para la utilización de maquinaria, pequeña herramienta y equipos eléctricos se atenderá a lo dispuesto en el apartado correspondiente de este mismo documento.*
- *Previo a los trabajos en la envolvente del edificio: cubiertas o fachadas, se acotarán espacios para el acopio de materiales, para proteger a los viandantes de la caída de materiales, herramientas o polvo o escombros.*
- *En los trabajos en fachada o cubierta queda prohibido trabajar en caso de hielo, nieve o vientos superiores a 50 km/h.*
- *El acopio de los materiales de cubierta se realizará alejado de las zonas de circulación y de los bordes de la cubierta.*
- *Queda prohibido el lanzamiento de residuos de limpieza, escombros u otros desde cubierta o fachada.*
- *En el mantenimiento de redes de saneamiento, quedará prohibido fumar en interior de pozos y galerías y previo al acceso a los mismos se comprobará si existe peligro de explosión o asfixia dotando al personal, que siempre será especializado y en número mayor de uno, de los equipos de protección individual adecuados.*
- *El acceso a los pozos se realizará utilizando los propios pates del mismo si reúnen las condiciones o ayudándose de escaleras según lo dispuesto en el apartado correspondiente a escaleras de este mismo documento.*
- *Prohibido fumar, comer o usar maquinaria que produzca chispas, en lugares donde se manipulen pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos. La mezcla*

de aire y vapor del disolvente deberá permanecer por debajo de los límites de explosión.

- *Las pinturas, disolventes y demás sustancias tóxicas o inflamables serán almacenadas y manipuladas según las indicaciones del fabricante. Se realizará en lugares ventilados y alejados del sol y el fuego.*
- *El vertido de pinturas, pigmentos, disolventes o similares se realizará desde la menor altura posible, para evitar salpicaduras o nubes de polvo.*
- *Los vidrios se transportarán en posición vertical utilizando EPIs apropiados. Si se trata de grandes dimensiones, se utilizarán ventosas.*
- *Los operarios no deberán permanecer debajo de aquellos tajos donde se esté instalando vidrio.*
- *Todas las instalaciones de servicios comunes deberán estar debidamente rotuladas, y dispondrán en el mismo local de emplazamiento de esquemas de montaje, funcionamiento y manual de instrucciones.*
- *Las tareas de mantenimiento de la instalación eléctrica serán realizadas por técnicos especialistas.*
- *Ante cualquier operación que se realice en la red se cortará el suministro de energía por el interruptor principal.*
- *Se prohibirá fumar en los trabajos de instalaciones de gas. Estos trabajos serán realizados por instaladores especialistas y autorizados.*
- *El mantenimiento de los ascensores será realizado por técnicos especialistas y empresa acreditada.*
- *Queda prohibida la sobrecarga del ascensor. Se colocará una señal de carga máxima admisible en un lugar bien visible.*
- *Las cabinas de ascensores contarán con un sistema de comunicación conectado a un lugar de asistencia permanente.*

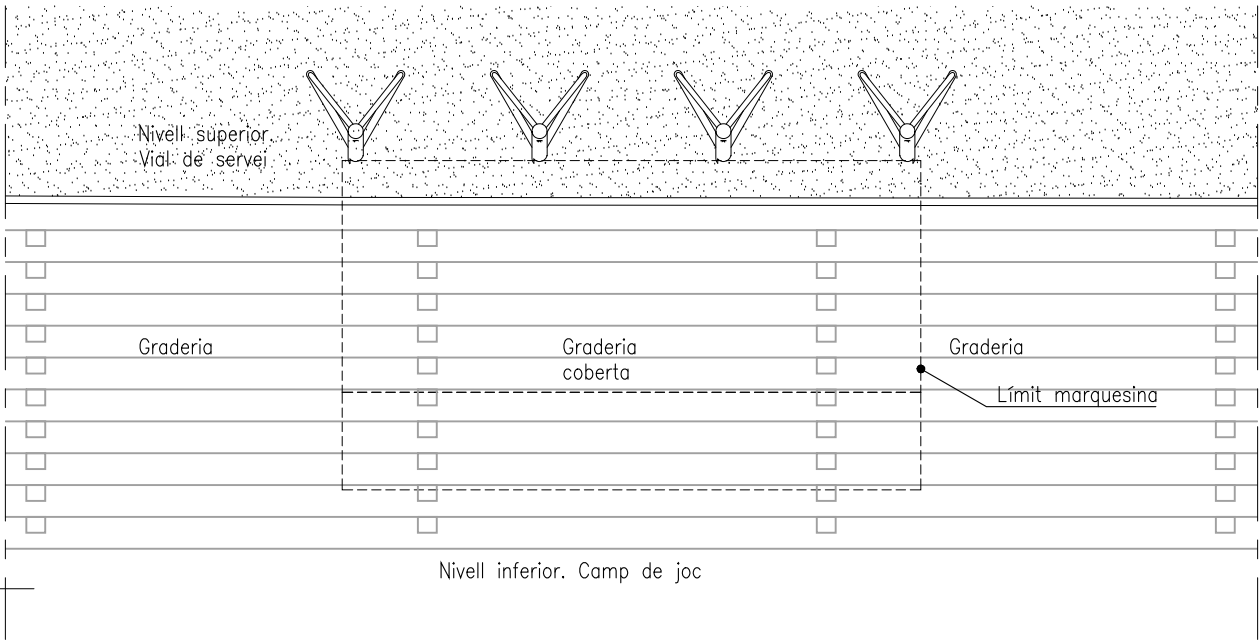
EPCs

- *Se dispondrán extintores homologados y convenientemente revisados en las zonas de acopio y almacenamiento de material de limpieza, mantenimiento o pinturas.*
- *Durante los trabajos de mantenimiento tanto en cubierta como en fachada, los operarios dispondrán de medios de seguridad estables y con barandillas de protección, pudiendo sustituirse en trabajos puntuales de pequeña duración por arnés de seguridad con absorbedor de energía amarrado a cables fiadores anclados a líneas de vida o elementos estables que impidan la caída.*
- *Los huecos de la cubierta estarán protegidos con barandillas, tablas o redes.*
- *El acceso a la cubierta se realizará a través de los huecos, con escaleras de mano peldañeadas, sobre superficies horizontales y que sobresalgan 1m. de la altura de la cubierta.*
- *Los marcos exteriores de puertas y ventanas, terrazas... se pintarán desde el interior del edificio, donde el operario quedará unido del cinturón de seguridad al cable fiador amarrado a un punto fijo.*
- *Los huecos de las puertas del ascensor que queden abiertos serán protegidos mediante barandillas de 90 cm., pasamanos, listón intermedio y rodapié de 20 cm.. Se colocará la señal de "Peligro hueco de ascensor".*

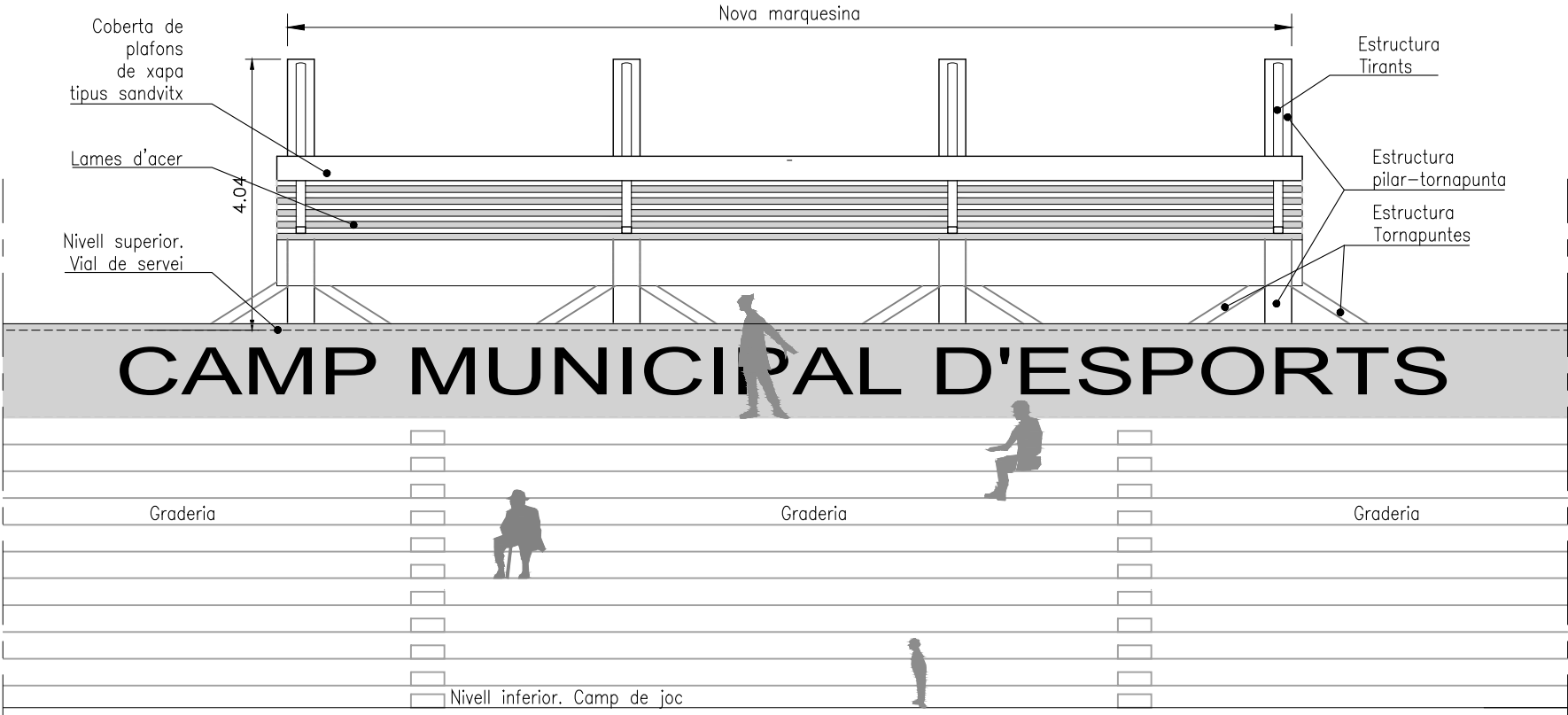
EPIs

- *Casco de seguridad*

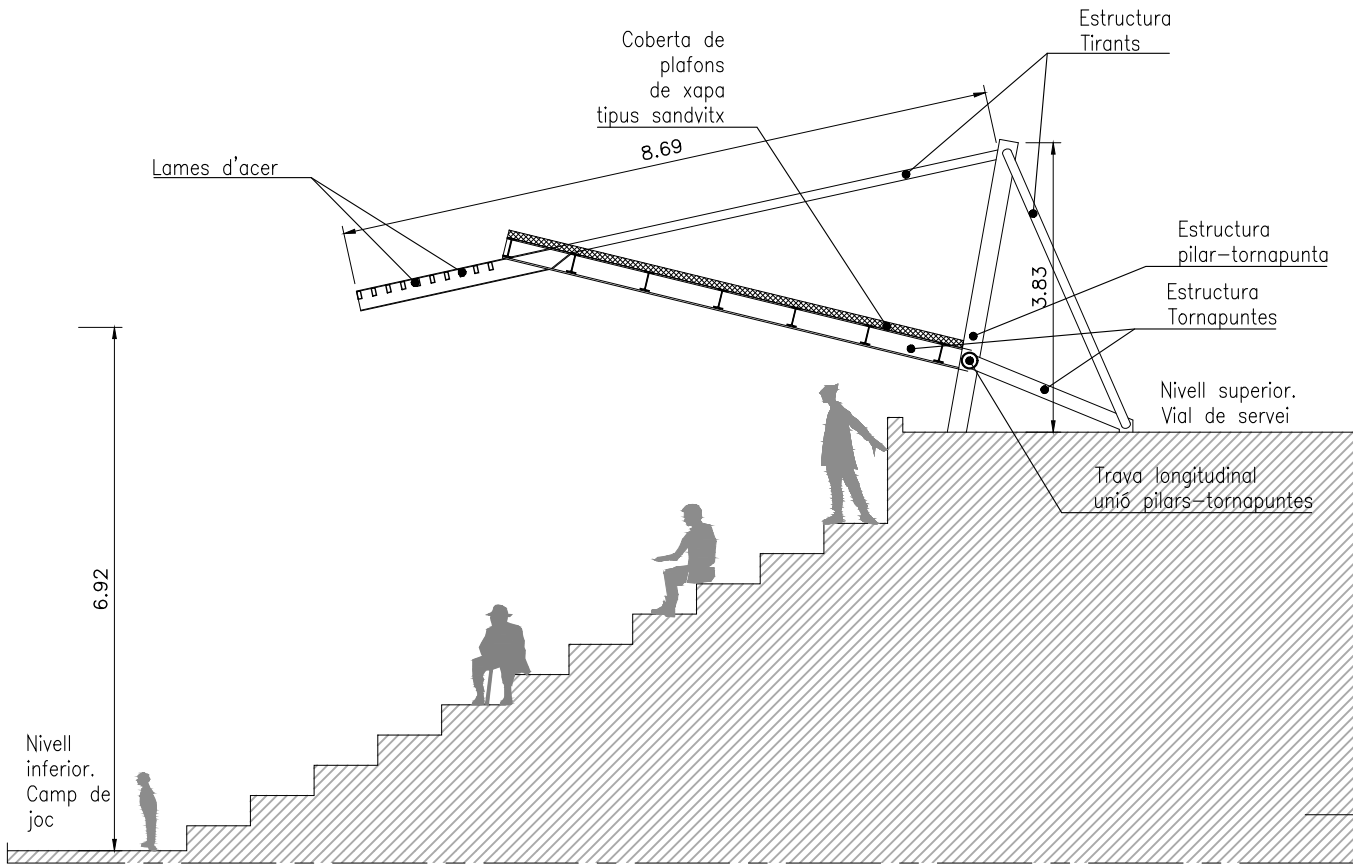
- *Protectores auditivos*
- *Gafas de seguridad antiimpactos*
- *Gafas antipolvo*
- *Mascarillas contra gases y vapores*
- *Mascarillas contra partículas y polvo*
- *Guantes contra cortes y vibraciones*
- *Guantes de goma o PVC*
- *Guantes aislantes dieléctricos*
- *Calzado con suela anticlavos y puntera reforzada*
- *Botas de goma o PVC*
- *Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos*
- *Rodilleras*
- *Cinturón portaherramientas*
- *Ropa de trabajo adecuada*
- *Ropa de trabajo impermeable*



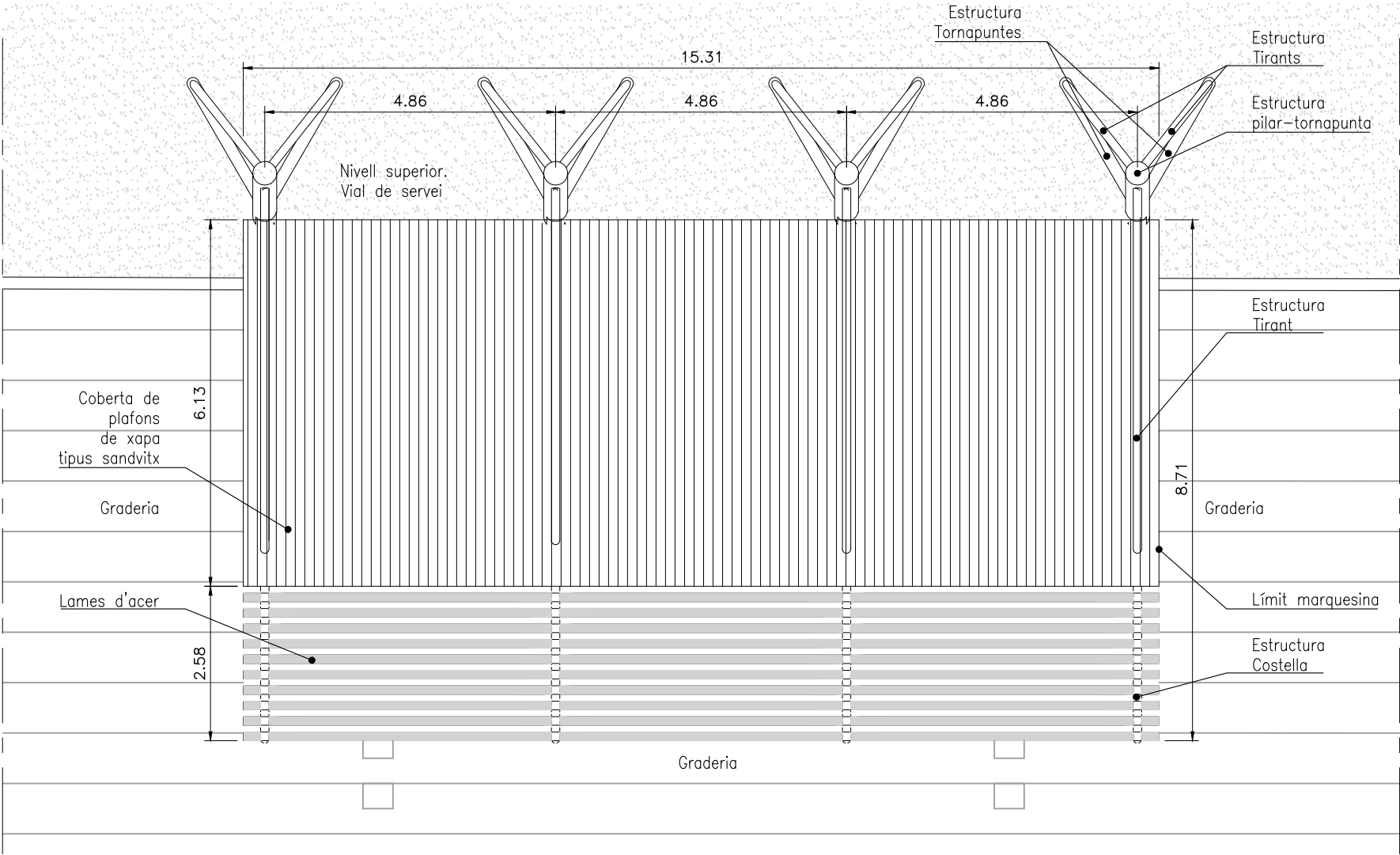
PLANTA GRADERIA
Esc. 1:200



ALÇAT FRONTAL MARQUESINA
Esc. 1:100



SECCIÓ TRANSVERSAL MARQUESINA
Esc. 1:100



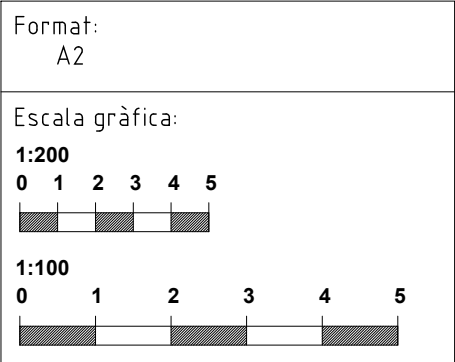
PLANTA COBERTA MARQUESINA
Esc. 1:100



FOTOMUNTATGE
VISTA LATERAL



FOTOMUNTATGE
VISTA FRONTAL



PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL.

ZONA ESPORTIVA MUNICIPAL.
CARRETERA DE MATARÓ A ARENYS DE MUNT - BV-5031.
ARENYS DE MUNT.

Promotor: **AJUNTAMENT D'ARENYS DE MUNT.**



Arquitectura
Instal·lacions
Eficiència energètica
Medi Ambient

L'Enginyer Industrial
en Xavier Brullet i Coll
Col·legiat núm. 12.902

Plànol: **PLANTA, SECCIÓ,
ALÇAT I FOTOMUNTATGES**

Èscales: 1:100 i 1:200

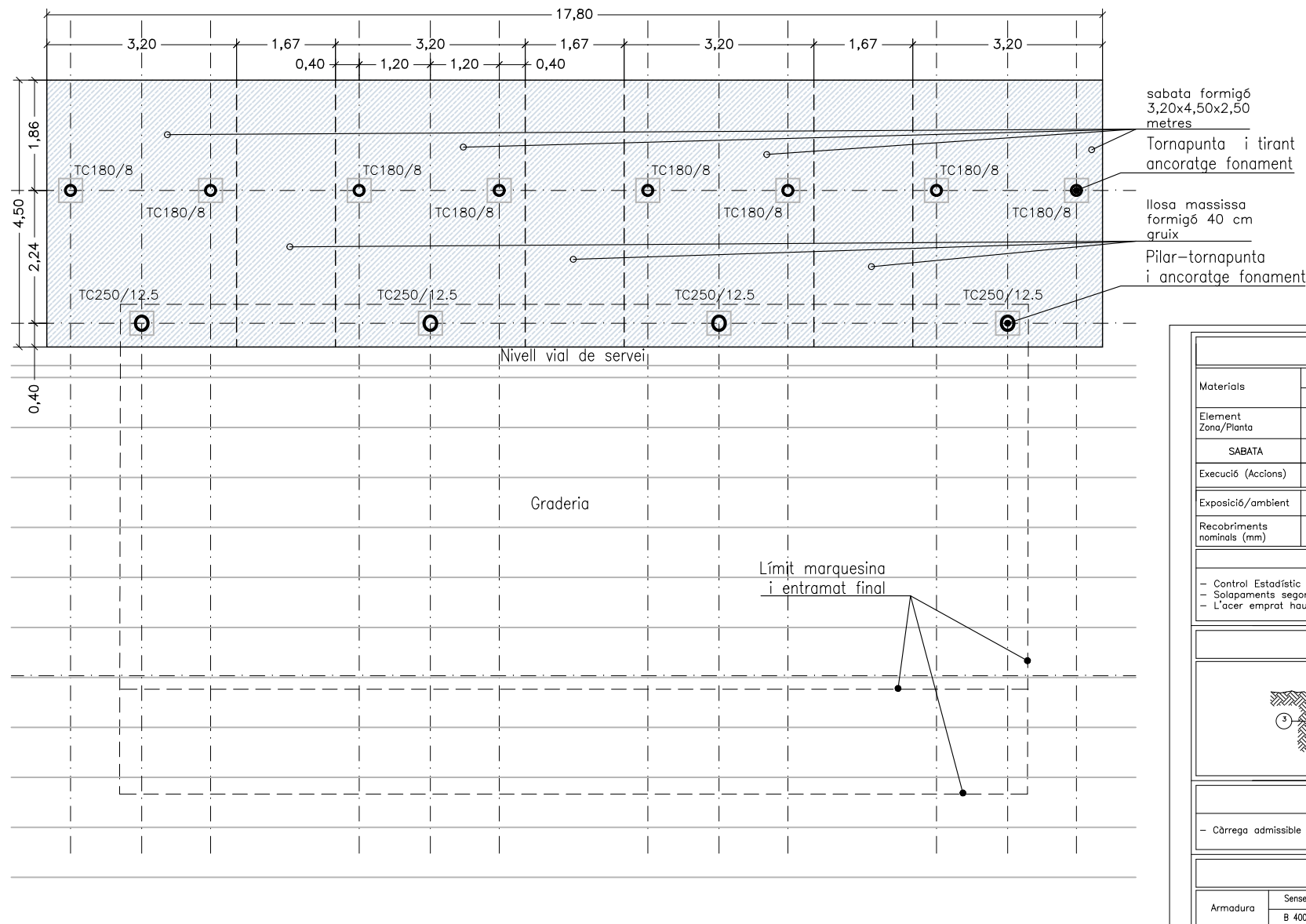
Dibuixat: novembre 2022

Modificat: --

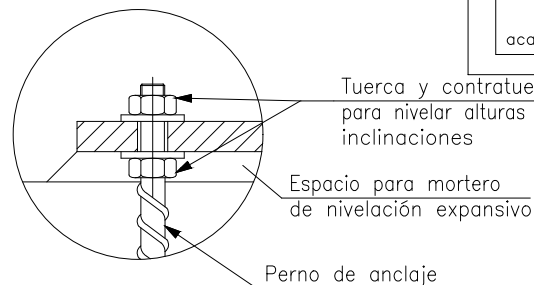
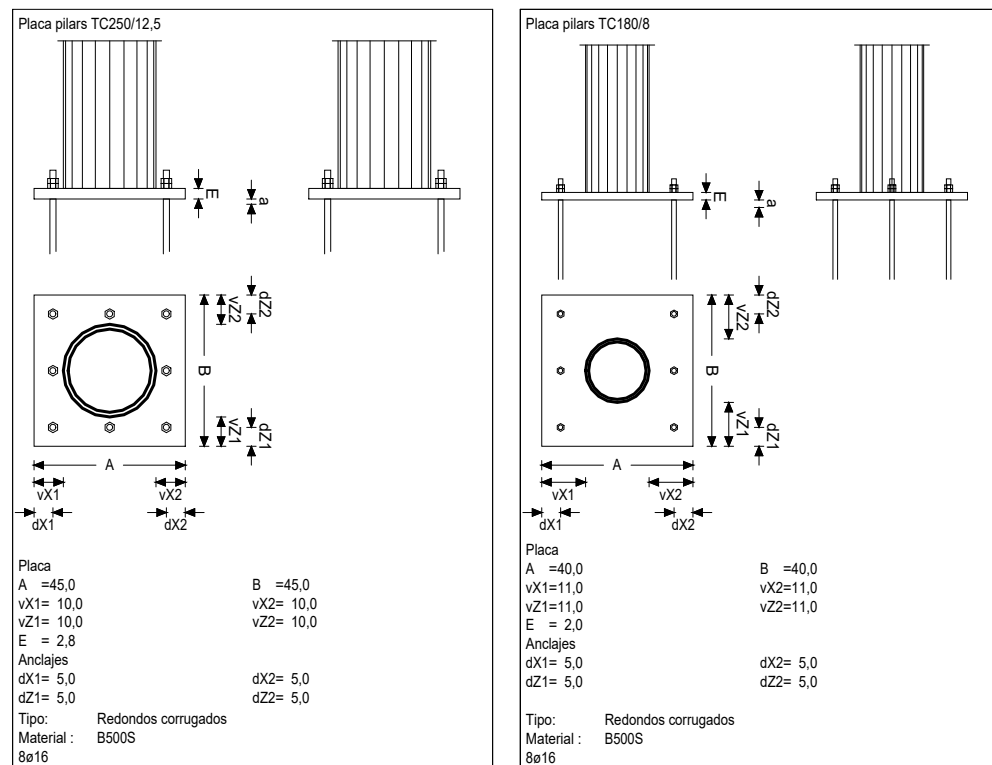
Nom fitxer: \7257-21\2022-11-Projacte
V02-Pl-sec-alcat.dwg

02

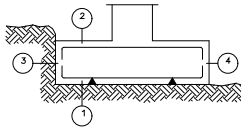
R.-7257/21



DETALL PLAQUES ANCORATGE PILARS E: 1/20



MOLT IMPORTANT:
—Entre les plaques d'ancoratge i els enceps es col·locarà una capa de morter d'alta resistència i sense retracció

Característiques dels materials – Sabates de fonamentació									
Materials		Formigó					Acer		
		Control		Característiques			Control		Característiques
Element Zona/Planta	Nivell Control	Coef. Ponde.	Tipus	Consistència	Tamanyfí max. àrid	Exposició Ambient	Nivell Control	Coef. Ponde.	Tipus
SABATA	Estadístic	$\gamma_c=1,50$	HA-25	Tava (8-9 cm)	20/30 mm	XC2	Normal	$\gamma_s=1,15$	B500SD
Execució (Accions)	Normal	$\gamma_c=1,35$ $\gamma_c=1,50$	Adaptat al Còdigo Estructural						
Exposició/ambient	Terreny		Terreny protegit o formigó de neteja			XC2			
Recobriments nominals (mm)	70		Veure Exposició/Ambient			30			
Notes									
– Control Estadístic en Còdigo estructural, equival a control normal – Solapaments segons Còdigo estructural – L'acer emprat haurà d'estar garantit amb un distintiu reconegut: Segell CIETSID, CC-CE, ...									
Recobriments nominals									
									
Dades geotècnics									
– Càrrega admissible del terreny considerada = 0,3 MPa (3,00 Kg/cm2) SAULÓ ALTERAT									
Longituds solapament arrencada pilars. Lb									
Armadura	Sense accions dinàmiques		Amb accions dinàmiques		Nota: Vàlid per a formigó $f_{ck} \geq 25$ N/mm2 Si $f_{ck} \geq 30$ N/mm2 podran reduir-se dites longituds, d'acord al Art. 13 del Còdigo Estructural				
	B 400 S	B 500 S	B 400 S	B 500 S					
ø12	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm					
ø14	40 cm	45 cm	50 cm	60 cm					
ø16	45 cm	50 cm	60 cm	70 cm					
ø20	60 cm	65 cm	80 cm	100 cm					
ø25	80 cm	100 cm	110 cm	130 cm					
NOTES FONAMENTACIÓ: –Sota tots els elements de fonamentació es disposarà una capa de formigó de neteja HL-150/B/20, de 10 cm de gruix.									
NOTES ESTRUCTURA: –L'acer dels perfils, rigiditzadors i plaques serà S275JR –L'acer dels pern d'ancoratge de les plaques de pilars serà B500SD –Totes les soldadures seràn a topall i amb penetració complerta, i amb un ample de gorja no inferior a 5 mm y amb preparació de vores a 45° –Es protegirà l'estructura d'acer amb pintura, amb una imprimació i acabat apte per un ambient front la corrosió C5, segons Còdigo Estructural									



PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL.

ZONA ESPORTIVA MUNICIPAL.
CARRETERA DE MATARÓ A ARENYS DE MUNT - BV-5031.
ARENYS DE MUNT.

Promotor:

AJUNTAMENT
D'ARENYS DE MUNT.



L'Enginyer Industrial
en Xavier Brullet i Coll
Col·legiat núm. 12.902

Plànol: PLANTA FONAMENTS
I DETALL ANCORATGES PILARS

Escala:
1:100 i 1:20

Dibuixat:
novembre 2022

Modificat:
--

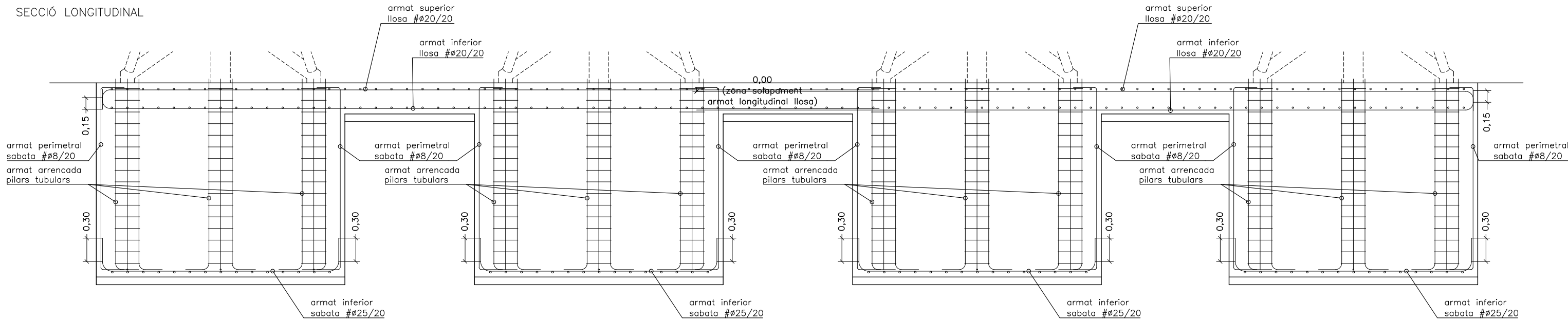
Nom fitxer: \7257-21\2022-11-Projecte
\Estructura\01-02-03-Estructura.dwg (01E)

R.-7257/21

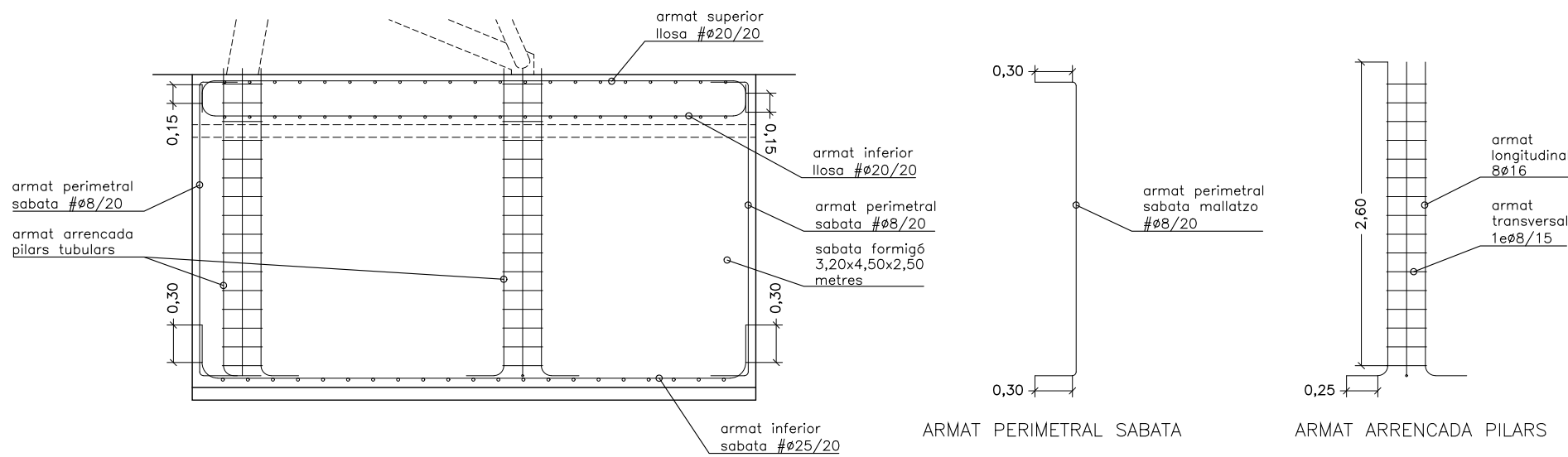
01E

ARMAT ELEMENTS FONAMENTACIÓ E: 1/50

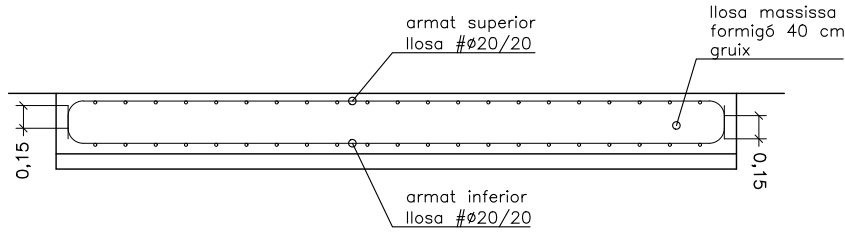
SECCIÓ LONGITUDINAL

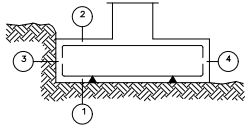


SECCIÓ TRANSVERSAL PER SABATA



SECCIÓ TRANSVERSAL PER LLOSA



Característiques dels materials – Sabates de fonamentació									
Materials	Formigó					Acer			
	Control			Característiques		Control		Característiques	
Element	Nivell	Coef. Ponde.	Tipus	Consistència	Tamanyf. máx. brd	Exposició Ambient	Nivell	Coef. Ponde.	Tipus
Zona/Planta	Control	Ponde.					Control	Ponde.	
SABATA	Estadístic	$\gamma = 1,50$	H=25	Tova (3-5 cm)	20/20 mm	XC2	Normal	$\gamma = 1,15$	B500SD
Execució (Accions)	Normal	$\gamma = 1,35$ $\gamma = 1,50$	Adaptat al Còdigo Estructural						
Exposició/ambient	Terreny		Terreny protegit o formigó de neteja			XC2			
Recobriments nominals (mm)	70		Veure Exposició/Ambient			30			
Notes									
– Control Estadístic en Còdigo estructural, equival a control normal									
– Solapaments segons Còdigo estructural									
– L'acer emprat haurà d'estar garantit amb un distintiu reconegut: Segell CIETSID, CC–CE, ...									
Recobriments nominals									
					1a.– Recobriments inferior contacte terreny ≥ 7 cm. 1b.– Recobriments amb formigó de neteja 5 cm. 2.– Recobriments superior lliure 4/5 cm. 3.– Recobriments lateral contacte terreny ≥ 8 cm. 4.– Recobriments lateral lliure 4/5 cm.				
Dades geotècnics									
– Càrrega admissible del terreny considerada = 0,3 MPa (3,00 Kg/cm ²) SAU LÓ ALTERAT									
Longituds solapament arrencada pilars, Lb									
Armadura	Sense accions dinàmiques		Amb accions dinàmiques						
	B 400 S	B 500 S	B 400 S	B 500 S					
ø12	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm					
ø14	40 cm	45 cm	50 cm	60 cm					
ø16	45 cm	50 cm	60 cm	70 cm					
ø20	60 cm	65 cm	80 cm	100 cm					
ø25	80 cm	100 cm	110 cm	130 cm					
Nota: Vàlid per a formigó Fck ≥ 25 N/mm ² SI Fck ≥ 30 N/mm ² podràn reduir-se dies longituds, d'acord al Art. 13 del Còdigo Estructural									

NOTES FONAMENTACIÓ:
– Sota tots els elements de fonamentació es disposarà una capa de formigó de neteja HL–150/B/20, de 10 cm de gruix.



PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL.

ZONA ESPORTIVA MUNICIPAL.
CARRETERA DE MATARÓ A ARENYS DE MUNT – BV-5031.
ARENYS DE MUNT.

Promotor:
AJUNTAMENT D'ARENYS DE MUNT.



L'Enginyer Industrial en Xavier Brullet i Coll Col·legiat núm. 12.902

Plànol: **ARMADURES FONAMENTS**

Escales: 1:50	02E
Dibuixat: novembre 2022	
Modificat: --	
Nom fitxer: \7257-21\2022-11-Projete \Estructura\01-02-03-Estructura.dwg	R.-7257/21

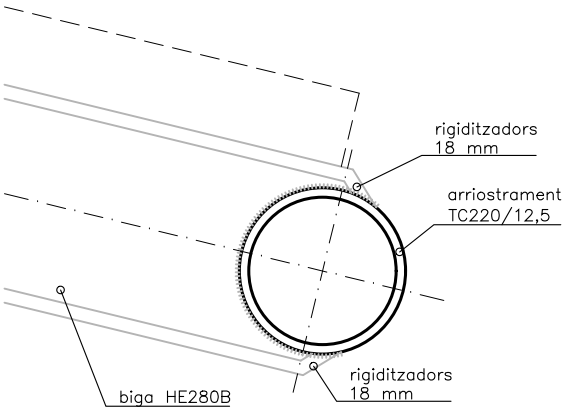
NOTES FONAMENTACIÓ:
-Sota tots els elements de fonamentació es disposarà una capa de formigó de neteja HL-150/B/20, de 10 cm de gruix.

NOTES ESTRUCTURA:
-L'acer dels perfils, rigiditzadors i plaques serà S275JR
-L'acer dels pernys d'ancoratge de les plaques de pilars serà B500SD

-Totes les soldadures seràn a topall i amb penetració completa, i amb un ample de gorja no inferior a 5 mm y amb preparació de vores a 45°

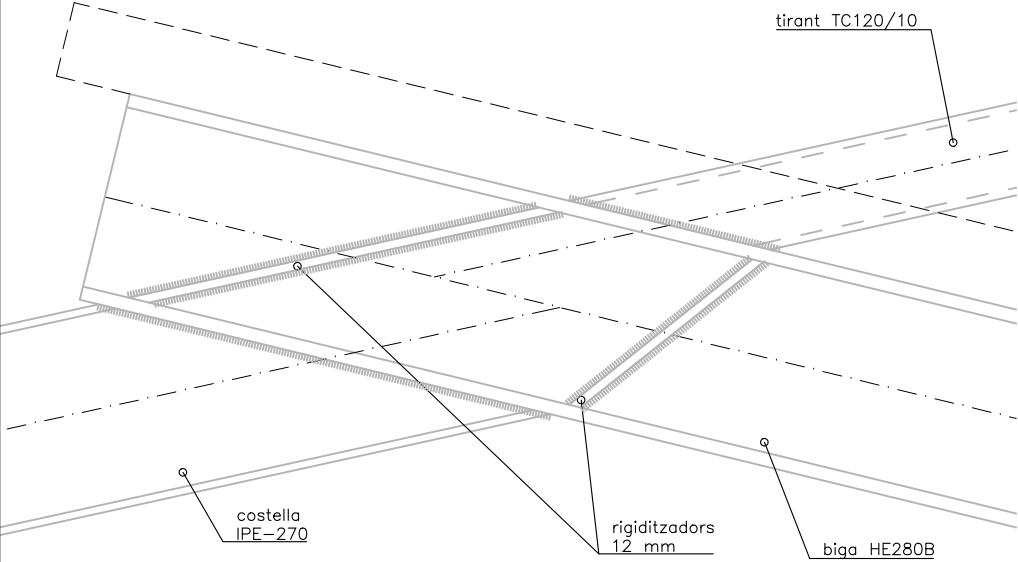
-Es protegirà l'estructura d'acer amb pintura, amb una imprimació i acabat apte per un ambient front la corrosió C5, segons C6digo Estructural

DETALL D02

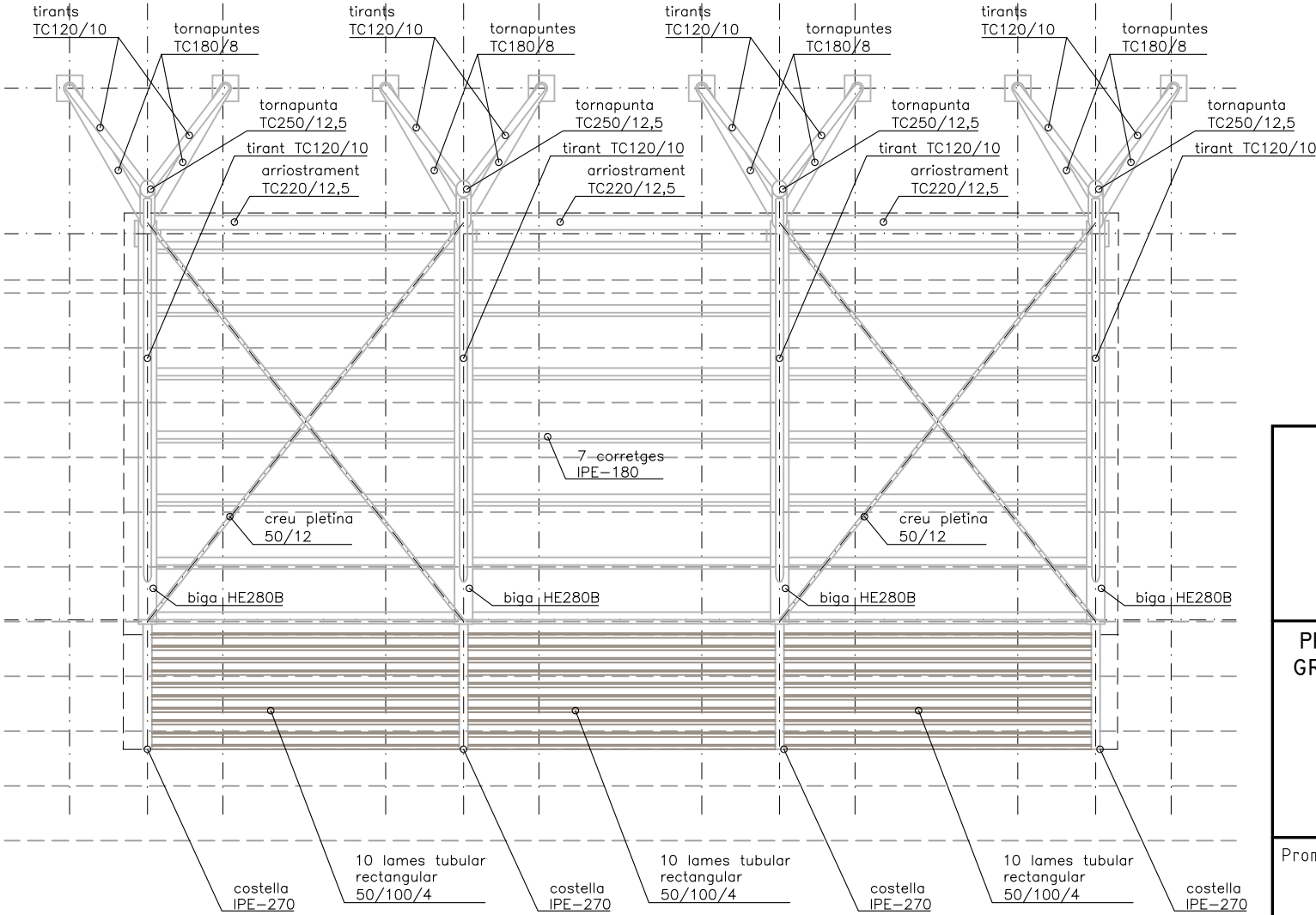


DETALLS ESTRUCTURA METAL·LICA E: 1/10

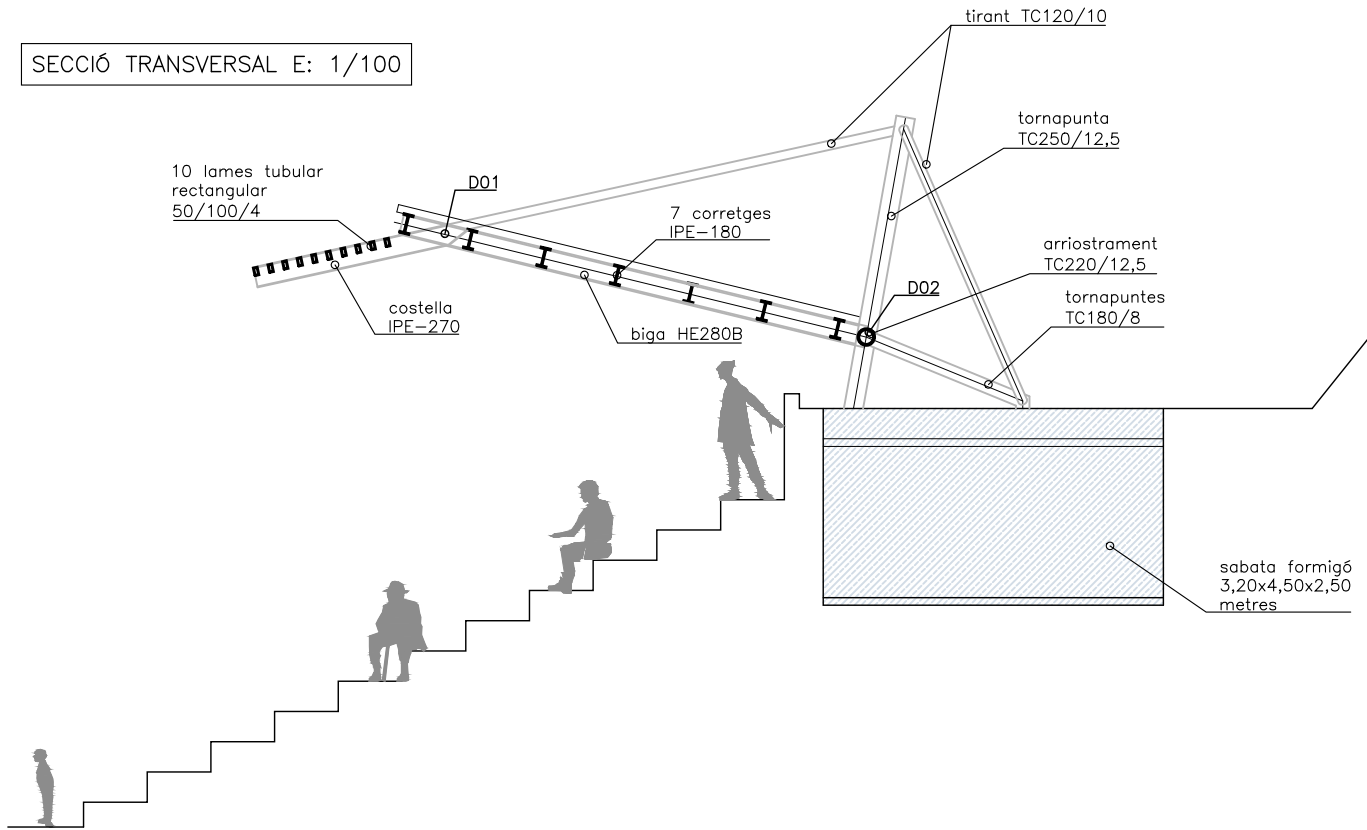
DETALL D01



PLANTA COBERTA (BIGUES) E: 1/100



SECCIÓ TRANSVERSAL E: 1/100



PROJECTE DE MARQUESINA PER COBRIR LA GRADERIA DEL CAMP DE FUTBOL MUNICIPAL.

ZONA ESPORTIVA MUNICIPAL.
CARRETERA DE MATARÓ A ARENYS DE MUNT - BV-5031.
ARENYS DE MUNT.

Promotor:

AJUNTAMENT
D'ARENYS DE MUNT.



BRULLET
enginyeria

Arquitectura
Instal·lacions
Eficiència energètica
Medi Ambient



L'Enginyer Industrial
en Xavier Brullet i Coll
Col·legiat núm. 12.902

Plànol: PLANTA I SECCIÓ TRANSVERSAL
ESTRUCTURA COBERTA

Escala: 1:100 i 1:10

Dibuixat:
novembre 2022

Modificat:
--

Nom fitxer: \7257-21\2022-11-Projete
\Estructura\01-02-03-Estructura.dwg

03E

R.-7257/21