



PROJECTE CONSTRUCTIU PER A L'AMPLIACIÓ DE LA PLANTA MECÀNIC BIOLÒGICA DEL CENTRE COMARCAL DE GESTIÓ DE RESIDUS DEL BAIX CAMP (BOTARELL).FASE 1: PRETRACTAMENT MECÀNIC

DOCUMENT 1. ANNEX 10: CÀLCULS ESTRUCTURALS

ÍNDEX

1	OBJECTE	4
2	DESCRIPCIÓ DE LES ESTRUCTURES	4
2.1.	CINTA PER TRANSPORTAR LA MOR SEPARADA EN LA NAU DE PRETRACTAMENT FINS A L'ACTUAL SITJA AL COSTAT DELS TÚNELS DE BIOASSECATGE (TRANSPORTADOR TB).....	4
2.2.	CINTA PER TRANSPORTAR LA MOR BIOASSECADA DESPRÉS DEL GARBEJAT PRIMARI FINS A LES SITGES AIREJADES DE BIOESTABILIZACIÓ-1 (TRANSPORTADOR TB-MB).....	5
2.3.	CINTA PER TRANSPORTAR EL DIGEST DES DE LA NAU DE DESHIDRATACIÓ FINS A LA NAU DE VOLTEIG I AIREACIÓ 2 (TRANSPORTADOR TB-D).....	5
3	BASES DEL PROJECTE	5
4	DESCRIPCIÓ DEL MÈTODE DE CÀLCUL	6
5	MATERIALS I COEFICIENTS DE SEGURETAT ADOPTATS	6
5.1.	FORMIGONS	6
5.2.	ACERS CORRUGATS	6
5.3.	ACER EN XAPES I PERFILS	6
6	DURABILITAT	7
6.1.	VIDA ÚTIL	7
6.2.	FISSURACIÓ	7
6.3.	RECUBRIMENT D'ARMADURES	7
7	ACCIONS	7
7.1.	CÀRREGUES PERMANENTS	7
7.1.1.	PESOS PROPIS	7
7.1.2.	CÀRREGUES MORTES	8
7.2.	SOBRECÀRREGUES D'US	8
7.3.	SOBRECÀRREGA DE NEU	8
7.4.	ACCIONS DEL VENT	8
7.5.	ACCIONS SÍSMIQUES	10
7.6.	PRESSIONS SOBRE EL TERRENY	10
8	CÀLCUL DE LES ESTRUCTURES	10
8.1.	TRANSPORTADOR TB-MB	13
8.1.1.	MODEL DE CYPE 3D	13
8.1.2.	CÀRREGUES CONSIDERADES	13
8.1.3.	COMPROVACIONS RELATIVES als E.L.U.	13
8.1.4.	COMPROVACIONS RELATIVES als E.L.S.	13
8.2.	TRANSPORTADOR TB-D	14
8.2.1.	MODEL DE CYPE 3D	14
8.2.2.	CÀRREGUES CONSIDERADES	14
8.2.3.	COMPROVACIONS RELATIVES als E.L.U.	15
8.2.4.	COMPROVACIONS RELATIVES als E.L.S.	15

CONTROL DE REVISIONS

AUTOR	APROVACIÓ	DATA	REVISIÓ	EDICIÓ
C.Bermúdez/J.Serra		03/06/24	1	

1. OBJECTE

L'objecte del present document és el de definir i justificar les estructures incloses a la part corresponent a la CONSTRUCCIÓ DE LA NOVA LÍNIA DE PRETRACTAMENT DE RESTA, dintre del projecte per a l'ampliació de la PLANTA MECÀNIC-BIOLÒGICA DEL CENTRE COMARCAL DE GESTIÓ DE RESIDUS DEL BAIX CAMP a Botarell.

S'inclou en aquest annex la descripció dels elements estructurals necessaris per al desenvolupament d'aquest projecte, així com la metodologia de càlcul emprada i la justificació estructural de tots els elements.

2. DESCRIPCIÓ DE LES ESTRUCTURES

Al projecte s'inclouen tres cintes transportadores noves de transport entres naus:

- Cinta per transportar la MOR separada en la Nau de Pretractament fins a una sitja al costat dels nous túnels de Bioassecatge. (Transportador TB).
- Cinta per transportar el digest des de la nau de deshidratació fins a la Nau de Volteig i Aeració-2. (Transportador TB-D).
- Cinta per transportar la MOR bioassecada després del garbejat primari fins a les sitges airejades de Bioestabilització-1 (Transportador TB-MB).

Actualment existeix un transportador de banda TB-XX (antiga CT-501) que dirigeix el digestat de MOR des de la sala de deshidratació fins als túnels. El transportador TB-XX s'ha de dividir en dues parts i obtenir dos transportadors de banda independents: el TB-XX1 i el TB-XX2.

TB-XX2 està en bon estat i pot ser utilitzat com a part del nou transportador.

TB-XX1 està molt corroït i s'ha de substituir per un nou transportador que es muntarà a l'altura de la sortida dels deshidratadors.

Totes les cintes aniran capotades amb xapa d'acer prelacat i protecció anticorrosiva HPS200. Aniran sobre una estructura metàl·lica d'una altura mínima lliure de 5 m quan creuen un vial i amb plataformes d'accés amb línia de vida de 80 cm als dos costat.

2.1. CINTA PER TRANSPORTAR LA MOR SEPARADA EN LA NAU DE PRETRACTAMENT FINS A L'ACTUAL SITJA AL COSTAT DELS TÚNELS DE BIOASSECATGE (TRANSPORTADOR TB)

Actualment la MOR separada en la Nau de Pretractament va als digestors.

La MOR procedent de les línies de pretractament descarrega sobre el transportador de banda reversible CT-712 (A o B segons la línia) i des d'aquestes a l'alimentador vibrant AV-301 actual

i després a l'entrada del separador densimètric (inici de la línia de digestió anaeròbia) o bé descarregarà sobre la cinta CT-713 que va al transportador de banda TB-M01 que connectarà amb la línia de tractament dels túnels mitjançant els transportadors de banda TB-M02, TB-M03, TB-M04 i TB-XX2.

El transportador de banda TB-XX2 és una part de l'actual transportador de banda TB-XX.

Les longituds estimades en metres d'aquestes noves cintes son:

TBM-01	20,0 m
TBM-02	9,1 m
TBM-03	25,8 m
TBM-04	26,8 m
TB-XX2	39,0 m

Amplada de cinta: 800 mm

Capacitat de transport: 35 t/h; 87 m³/h

El tram TBM-01 necessitarà d'un pas a través de la façana de xapa la Nau de Càrrega.

2.2. CINTA PER TRANSPORTAR LA MOR BIOASSECADA DESPRÉS DEL GARBEJAT PRIMARI FINS A LES SITGES AIREJADES DE BIOESTABILIZACIÓ-1 (TRANSPORTADOR TB-MB)

La MOR bioassecada als túnels es processarà a través d'un garbell vibrant que serà alimentat mitjançant pala carregadora. La fracció passant es recollirà en el contenidor de rebuig CO-M01. La fracció enfonsada descarregarà sobre el transportador de banda TB-MB-01, que connectarà amb la línia de tractament de les sitges mitjançant el transportadors de banda TB-MB-01, TB-MB-02, TB-MB-03 i TB-MB-04 Tripper. Aquest darrer distribuirà el material al llarg de la sitja de regulació.

Les longituds estimades en metres d'aquestes noves cintes son:

TB-MB-01	20,4 m
TB-MB-02	30,7 m
TB-MB-03	24,0 m
TB-MB-04 Tripper	20 m

Amplada de cinta: 1.200 mm

Capacitat de transport: 150 t/h; 375 m³/h

2.3. CINTA PER TRANSPORTAR EL DIGEST DES DE LA NAU DE DESHIDRATACIÓ FINS A LA NAU DE VOLTEIG I AIREACIÓ 2 (TRANSPORTADOR TB-D)

El transportador de banda TB-D01 recull el digest de TB-XX1 i el dirigeix fins a l'actual Nau de Volteig i Aeració-2 mitjançant els transportadors de banda TB-D02, TB-D03 i TB-D04.

Dins de la Nau de Volteig i Aeració-2, el transportador TB-D04 descarregarà el digest a sobre del transportador de banda TB-D05 Tripper que distribuirà el material al llarg de la sitja DIGEST-FORM.

Les longituds estimades en metres d'aquestes noves cintes son:

TB-XX1	20,6 m
TB-D01	18,5 m
TB-D02	42 m
TB-D03	41,8 m
TB-D04	23,2 m
TB-D05 Tripper	24 m

Amplada de cinta: 650 mm

Capacitat de transport: 10 t/h; 15 m³/h

La cinta TB-XX1 substitueix el tram actual de la CT-501 que està molt corroït i s'eleva a l'altura de la sortida dels garbells deshidratadors per poder sortir a 5 m de l terra per la façana de xapa de la Nau de deshidratació.

Per a poder entrar a la Nau d'Aeració i Volteig, serà necessari construir un pas a la actual panell alveolar de formigó HORMIPRESA 120/16 que fa de tancament de façana.

3. BASES DEL PROJECTE

Per a la redacció i posterior execució de les estructures d'aquest projecte es pren com a bases les següents Instruccions i Normatives:

- "Código Estructural.Real Decreto 470/2021"
- "Documento Básico de Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación. DB SE-AE"
- "Documento Básico de Seguridad Estructural. Cimentaciones. DB SE-C"
- "Documento Básico de Seguridad Estructural. Acero. DB SE-A"
- "Documento Básico de Seguridad Estructural. Seguridad en caso de incendio. DB SI"
- "Norma de Construcción Sismorresistente. Part general i d'edificació. NCSE-02"
- "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera. IAP-11"

4. DESCRIPCIÓ DEL MÈTODE DE CÀLCUL

Per a la realització del càlcul de les estructures, tant les existents com les executades in situ, s'utilitza el programa CYPE, concebut per a realitzar el càlcul i dimensionament d'estructures de formigó armat i d'acer, sotmeses a accions horitzontals i verticals per a projectes d'edificació i d'obra civil.

Es realitza un càlcul lineal de primer ordre, admetent-ne localment plastificacions d'acord al que s'indica a la norma.

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

Per el càlcul dels elements comprimits es té en compte el pandeig per compressió, i per els flectats el pandeig lateral, d'acord a les indicacions de la norma.

5. MATERIALS I COEFICIENTS DE SEGURETAT ADOPTATS

5.1. FORMIGONS

Els formigons utilitzats en la confecció dels elements estructurals, així com els seus components, fabricació, subministrament i posada en obra s'ajustaran a les especificacions del Código Estructural, capítol 8, sobre propietats tecnològiques dels materials.

Les característiques mecàniques dels formigons utilitzats, així com el coeficient de seguretat reductor de la resistència característica i el nivell de control exigít, seran iguals o superiors als següents valors:

Lloc utilització	Tipus	Nivell de Control	Coeficient de Seguretat
Anivellació i neteja	HL-150/B/20	estadístic	1,50
Cimentacions	HA-30/B/20/XD2+XA2	estadístic	1,50

Les característiques de composició, dosificació, fabricació i subministrament s'ajustaran a les especificacions de l'article 43 del Código Estructural, així com a les condicions de materials indicades en les plànols de projecte.

5.2. ACERS CORRUGATS

Les armadures per el formigó seran d'acer i estaran constituïdes per barres corrugades, de diàmetres normalitzats amb les característiques mecàniques següents:

Designació	B-500-S
Límit Elàstic (N/mm ²)	500
Càrrega de Rotura (N/mm ²)	500
Allargament mínim en Rotura (%)	12
Nivell de Control Previst	Normal
Coeficient de Minoració	1.15
Resistència de càlcul de l'acer (barres): f_{yd} (N/mm ²)	434.78

Tots els acers utilitzats a l'armat de les seccions de formigó compliran les especificacions indicades als articles 34 i 35 del Código Estructural.

En el cas del formigó armat, els coeficients parcials de seguretat per els materials en Estats Límits Últims són els següents, d'acord amb la taula A19.2.1 del Código Estructural:

Situació de càlcul	γ_c formigó	γ_s armadures passives	γ_s armadures actives
Permanent o transitòria	1,50	1,15	1,15
Accidental	1,30	1,0	1,0

El nivell de control de l'execució serà normal, i per tant, els coeficients de seguretat de les accions són de 1,35 per a les càrregues permanents i de 1,50 per a les sobrecàrregues.

5.3. ACER EN XAPES I PERFILS

Els elements metàl·lics es dimensionen d'acord a la norma CTE SE-A (Seguretat estructural: Acer), determinant-se coeficients d'aprofitament i deformacions, així com l'estabilitat, d'acord als principis de la Mecànica Racional i la Resistència de Materials.

Les característiques mecàniques dels acers utilitzats seran iguals o superiors als següents valors:

Tipus d'acer	Classe i Designació	Límit elàstic (N/mm ²)	Mòdul d'elasticitat (N/mm ²)
Acer laminat	S275JR	275	210000

Acer conformat	S235JR	235	210000
----------------	--------	-----	--------

Els elements d'unió entre les peces d'acer seran de la següent designació:

Tipus d'unió	Classe i Designació
Cargols ordinaris	A-5t
Cargols calibrats	A-5t
Cargols d'Alta Resistència	A-10t
Reblons	S235JR
Perns o Cargols d'Ancoratge	B-500-S

6. DURABILITAT

La durabilitat de l'estructura es la capacitat que presenta per suportar, durant la vida útil per la que ha estat projectada, les condicions físiques i químiques a les que està exposada, i que podria provocar la seva degradació com a conseqüència d'efectes diferents a les càrregues i sol·licitacions considerades en l'anàlisi estructural.

D'acord amb el Capítol 9 del "Código Estructural" fixem a continuació, en funció de la vida útil i de la classe d'exposició de les diferents estructures d'aquest projecte, els aspectes mes importants per la durabilitat i funcionalitat de les mateixes.

6.1. VIDA ÚTIL

La vida útil de les estructures d'aquest projecte es fixa en 100 anys.

6.2. FISSURACIÓ

Per a les diferents classes d'exposició tenim la següent obertura màxima de la fissura (art. 27.2 del "Código Estructural"):

Classe d'exposició	Ample de fissura (mm)
X0	0,4

XC3	0,3
XD2	0,2
XA2	0,1

6.3. RECUBRIMENT D'ARMADURES

Per a les diferents classes d'exposició i vida útil tenim els següents recobriments mínims (art. 44.2.1 del "Código Estructural"):

Classe d'exposició	Vida útil (anys)	Recobriment (mm)
X0	100	30
XC3	100	30
XD2	100	45
XA2	100	55

El recobriment del formigonat dels fonaments en contacte directe amb el terreny serà de 70 mm.

7. ACCIONS

Les accions que s'han tingut en compte són les de les següents Instruccions:

- "Documento Básico de Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación. DB SE-AE"
- "Norma de Construcción Sismoresistente. Part general i d'edificació. NCSE-02"

7.1. CÀRREGUES PERMANENTS

Les càrregues permanents són les constituïdes pels pesos dels diferents elements que formen l'obra. Per tant, actuaran en tot moment i seran constants en posició i magnitud.

7.1.1. PESOS PROPIS

Es refereix al pes dels elements resistents, que en aquest projecte són els següents:

- Formigó armat amb un pes específic de 25 kN/m³
- Formigó en massa amb un pes específic de 24kN/m³

- Acer, amb un pes específic de 78,5 kN/m³

7.1.2. CÀRREGUES MORTES

Són les degudes a elements no resistents i que carreguen sobre els resistents. En aquest cas no s'ha tingut en compte cap càrrega d'aquestes característiques, ja que s'han considerat les estructures com a esquelets d'acer i totes les instal·lacions i materials que aniran sobre elles s'han considerat dintre de l'apartat de sobrecàrregues d'ús.

7.2. SOBRECÀRREGUES D'US

Les sobrecàrregues d'ús estan formades per aquelles accions derivades de la utilització de l'estructura, i que per tant poden actuar tant en posició com en magnitud variable.

Les sobrecàrregues que s'han considerat a cada una de les cintes son les següents:

Per el transportador TB-MB:

- Càrrega de cinta (1200 mm d'ample de banda): 2,30 kN/m
- Càrrega de residu (MOR bioassecada): 4,20 kN/m

Per el transportador TB:

- Càrrega de cinta (800mm d'ample de banda): 2,10 kN/m
- Càrrega de residu (MOR): 0,10 kN/m

Per el transportador TB-D:

- Càrrega de cinta (650 mm d'ample de banda): 2,10 kN/m
- Càrrega de residu (digest): 0,04 kN/m

A mes a mes es considera per a totes les cintes una sobrecàrrega de 2,00 kN/m², per a pas d'operaris a una banda de 80 cm als dos costats de les plataformes.

7.3. SOBRECÀRREGA DE NEU

L'altura topogràfica a efectes de l'acció de la neu és de 220 metres, amb una zona climàtica tipus 2, d'acord amb la figura i la taula E.2 del DB SE-AE. Per tant, la sobrecàrrega de neu a considerar serà de 0,5 kN/m².

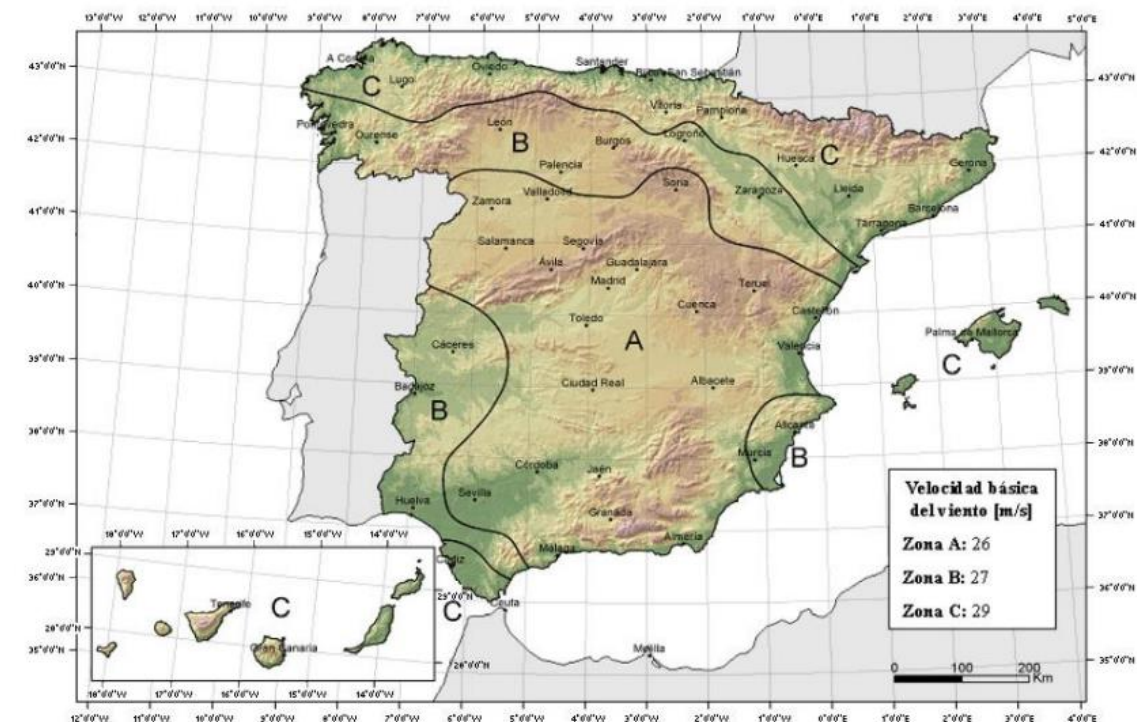
7.4. ACCIONS DEL VENT

Per la determinació de las càrregues de vent s'han tingut en compte el mètode recollit a la "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera" (IAP-11).

A efectes de càlcul l'acció de vent s'assimila a una acció estàtica amb un valor que s'obté com es descriu a continuació:

- Velocitat bàsica fonamental del vent.

Es defineix la velocitat bàsica fonamental del vent $V_{b,0}$, com la velocitat mitja al llarg de un període de deu (10) minuts, mesurada en una zona plana i desprotegida en front al vent equivalent a un entorn de pont tipus II segons es defineixen posteriorment, a una altura mitja de deu metres (10 m), i amb un període de retorn de cinquanta (50) anys. En el nostre cas i segons lo disposat en la Instrucció IAP-11 es considera una velocitat bàsica fonamental $V_{b,0} = 29$ m/s.



- Velocitat bàsica del vent.

La velocitat bàsica del vent V_b s'obté mitjançant la següent expressió:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

on:

- $v_{b,0}$ es la velocitat bàsica fonamental del vent
- c_{dir} es el factor direccional, que es pot prendre igual a 1,0
- c_{season} es el factor estacional, que es pot prendre igual a 1,0

- Velocitat mitja del vent.

La velocitat mitja del vent a una alçada z per damunt del terreny, depèn de la rugositat del terreny, de la topografia i de la velocitat bàsica del vent i es determina segons la següent expressió:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$$

on:

- $c_0(z)$ es el factor de topografia, que es pot prendre igual a 1,0
- $c_r(z)$ es el factor de rugositat obtingut de la següent fórmula:

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}) \quad \text{para } z \leq z_{\min}$$

essent:

- z l'alçada del punt d'aplicació de la empenta del vent respecte del terreny o respecte del nivell mínim de l'aigua del mar sota el pont.
- z_0 la longitud de la rugositat
- $z_{\min}$ l'alçada
- k_r el factor del terreny, que es calcula com:

$$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0.07} \quad \text{con } z_{0,II} = 0.05 \text{ m}$$

En el cas de l'encavallada, i considerant un terreny de categoria II (àrees amb vegetació baixa, com herba, i obstacles aïllats (arbres, edificacions) amb separacions de al menys 20 vegades l'alçada dels obstacles), els paràmetres anteriorment mencionats son els següents (taula 4.2-b IAP-11):

$v_b \left(\frac{m}{s}\right)$	29,00
z_0	0,005
$z_{\min} (m)$	2,00
$z_{0,II}$	0,05
k_r	0,19
$z (m)$	9,00

c_r	0,987
$v_m \left(\frac{m}{s}\right)$	29,7

- Pressió de la velocitat punta del vent.

La pressió corresponent a la velocitat punta del vent a una determinada alçada z , s'obté mitjançant la expressió:

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot l_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

on:

- ρ es la densitat de l'aire, que agafa un valor de 1,25 kg/m³
- $l_v(z)$ es la intensitat de turbulència i es calcula mitjançant la expressió:

$$l_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad \text{para } z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad \text{con } k_1 = 1.0$$

$$l_v(z) = l_v(z_{\min})$$

A l'encavallada s'obtenen els següents valors:

I_v	0,193
$q_p \left(\frac{kg}{m^2}\right)$	130,00

- Empenta del vent.

L'empenta del vent sobre qualsevol element es calcula multiplicant la pressió de la velocitat punta del vent per el coeficient de força de l'element considerat, c_f , i per l'àrea de referència, A_{ref} , que s'obté com la projecció de l'àrea sòlida exposada sobre el pla perpendicular a l'acció del vent.

Els coeficients de força considerats en els càlculs son los següents:

- Vent transversal
 - En els perfils de les encavallades: $c_f = 1,8$ (segons l'apartat 4.2.5.1.1 b de la IAP-11, per perfils de gelosia amb cares planes).
- Vent vertical
 - En tots els perfils: $c_f = 0,9$ (segons l'apartat 4.2.5.1.2 de la IAP-11).

A mes a mes, segons l'article 4.2.3 de la IAP-11, s'ha considerat l'efecte de l'ocultament en els elements que es situen ocults rere l'ombra o projecció d'altres situat immediatament a barlovent d'aquest. Així, segons la taula 4.2-c de la IAP-11, s'han tingut en compte els següents coeficients de ocultament, η , en funció de la relació de solidesa, λ , i l'espaiament relatiu, sr :

- Vent transversal: $\eta = 0,50$
- Vent vertical cap amunt: $\eta = 0,50$
- Vent vertical cap a baix: $\eta = 0,50$

Per altra banda, segons l'article 4.2.5.1.3 de la IAP-11, s'ha considerat que l'empenta transversal del vent està aplicat en la mitja ponderada de les alçades dels centres de gravetat de les diferents àrees que componen el primer front i que l'empenta vertical està aplicada a una distància de la vora de barlovent igual a un quart de l'amplada de la passarel·la.

L'empenta del vent longitudinal s'ha considerat com un percentatge (el 50%) de la empenta del vent transversal, segons l'apartat 4.2.5.2 de la IAP-11.

Finalment s'ha d'assenyalar que, segons l'apartat 4.2.4 de la IAP-11, l'acció del vent en les direccions transversal i longitudinal no és concomitant, i que la component vertical del vent es considera concomitant només amb la direcció transversal del vent.

7.5. ACCIONS SÍSMIQUES

Es segueixen els criteris establerts a la norma de construcció sismoresistent NCSE-02.

CLASSIFICACIÓ DE LA CONSTRUCCIÓ

Es considera una construcció d'importància normal.

COEFICIENT ADIMENSIONAL DE RISC

Com que es considera una construcció d'importància normal, el coeficient de risc serà $p = 1,0$.

ACCELERACIÓ SÍSMICA BÀSICA

D'acord amb el mapa de Perillositat Sísmica establert per la norma NCSE-02, en el terme municipal de Botarell, província de Tarragona, l'acceleració sísmica bàsica és:

$a_b = 0,04g$. Coeficient de contribució **$K = 1,0$.**

Per tot això, i d'acord amb les especificacions establertes per la norma NCSE-02, han de ser considerades les accions sísmiques en el càlcul estructural.

En els llistats de càlculs inclosos al capítol 9 del present annex s'especifiquen les dades per l'anàlisi sísmic considerades per a cada una de les estructures del projecte.

7.6. PRESSIONS SOBRE EL TERRENY

D'acord amb les recomanacions exposades a l'estudi geotècnic del solar, es preveu per la transmissió de càrregues al terreny una fonamentació superficial mitjançant sabates aïllades corresponents als suports d'acer laminat. La fonamentació es realitzarà empotrada sobre el nivell A, format per sorres de gra mitjà a groller amb graves de composicions variables, per transmetre al terreny unes tensions inferiors a:

$$Q_{adm} = 1.50 \text{ kg/cm}^2$$

Aquest es un valor que ens deixa molt del costat de la seguretat però que caldrà verificar en obra.

Durant l'execució dels treballs corresponents a la campanya geotècnica no s'ha detectat la presència del nivell freàtic fins la fondària màxima assolida. Per tant, la construcció de les estructures del projecte no s'ha de veure afectada per la presència d'aigua.

8. CÀLCUL DE LES ESTRUCTURES

Com ja s'ha comentat en apartats anteriors, el càlcul de les encavallades del present projecte s'ha realitzat amb el programa CYPE 3D.

ÍNDEX

1. DADES D'OBRA.....	2
1.1. Normes considerades.....	2
1.2. Estats límit.....	2
1.2.1. Situacions de projecte.....	2
1.3. Sisme.....	5
1.3.1. Dades generals de sisme.....	5



Llistats

CINTA TRANSPORTADORA A LA PLANTA DE BOTARELL

Data: 31/05/24

1. DADES D'OBRA

1.1. Normes considerades

Fonamentació: Codi Estructural

Acers laminats i armats: CTE DB SE-A

Categoria d'ús: G2. Cobertes accessibles únicament per a manteniment

1.2. Estats límit

E.L.U. de ruptura. Formigó en fonamentacions	CTE
E.L.U. de ruptura. Acer laminat	Cota de neu: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensions sobre el terreny Desplaçaments	Accions característiques

1.2.1. Situacions de projecte

Per a les diferents situacions de projecte, les combinacions d'accions es definiran d'acord amb els següents criteris:

- Situacions persistents o transitòries

- Amb coeficients de combinació

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sense coeficients de combinació

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situacions sísmiques

- Amb coeficients de combinació

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sense coeficients de combinació

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{A_E} A_E + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- On:



Llistats

CINTA TRANSPORTADORA A LA PLANTA DE BOTARELL

Data: 31/05/24

G_k	Acció permanent
P_k	Acció de pretesat
Q_k	Acció variable
A_E	Acció sísmica
γ_G	Coefficient parcial de seguretat de les accions permanents
γ_P	Coefficient parcial de seguretat de l'acció de pretesat
$\gamma_{Q,1}$	Coefficient parcial de seguretat de l'acció variable principal
$\gamma_{Q,i}$	Coefficient parcial de seguretat de les accions variables d'acompanyament
γ_{A_E}	Coefficient parcial de seguretat de l'acció sísmica
$\psi_{p,1}$	Coefficient de combinació de l'acció variable principal
$\psi_{i,i}$	Coefficient de combinació de les accions variables d'acompanyament

Per a cada situació de projecte i estat límit els coeficients a utilitzar seran:

E.L.U. de ruptura. Formigó en fonamentacions: Codi Estructural / CTE DB-SE C

Persistent o transitòria				
	Coeficients parcials de seguretat (γ)		Coeficients de combinació (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompanyament (ψ_s)
Càrrega permanent (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecàrrega (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Vent (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Neu (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Sísmica				
	Coeficients parcials de seguretat (γ)		Coeficients de combinació (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompanyament (ψ_s)
Càrrega permanent (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecàrrega (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Vent (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Neu (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sisme (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300 ⁽¹⁾

Notes:
⁽¹⁾ Fracció de les sol·licitacions sísmiques a considerar en la direcció ortogonal: Les sol·licitacions obtingudes dels resultats de l'anàlisi en cadascuna de les adreces ortogonals es combinaran amb el 30 % dels de l'altra.

E.L.U. de ruptura. Acer laminat: CTE DB SE-A

Persistent o transitòria				
	Coeficients parcials de seguretat (γ)		Coeficients de combinació (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompanyament (ψ_s)
Càrrega permanent (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecàrrega (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Vent (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Neu (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500



Llistats

CINTA TRANSPORTADORA A LA PLANTA DE BOTARELL

Data: 31/05/24

Sísmica				
	Coeficients parcials de seguretat ($\neq$)		Coeficients de combinació ($\clubsuit$)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ($\clubsuit_p$)	Acompanyament ($\clubsuit_a$)
Càrrega permanent (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecàrrega (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Vent (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Neu (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sisme (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300 ⁽¹⁾
<i>Notes:</i> ⁽¹⁾ Fracció de les sol·licitacions sísmiques a considerar en la direcció ortogonal: Les sol·licitacions obtingudes dels resultats de l'anàlisi en cadascuna de les adreces ortogonals es combinaran amb el 30 % dels de l'altra.				

Tensions sobre el terreny

Característica				
	Coeficients parcials de seguretat ($\neq$)		Coeficients de combinació ($\clubsuit$)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ($\clubsuit_p$)	Acompanyament ($\clubsuit_a$)
Càrrega permanent (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecàrrega (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Vent (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Neu (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Sísmica				
	Coeficients parcials de seguretat ($\neq$)		Coeficients de combinació ($\clubsuit$)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ($\clubsuit_p$)	Acompanyament ($\clubsuit_a$)
Càrrega permanent (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecàrrega (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Vent (Q)				
Neu (Q)				
Sisme (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Desplaçaments

Característica				
	Coeficients parcials de seguretat ($\neq$)		Coeficients de combinació ($\clubsuit$)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ($\clubsuit_p$)	Acompanyament ($\clubsuit_a$)
Càrrega permanent (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecàrrega (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Vent (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Neu (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000



Llistats

CINTA TRANSPORTADORA A LA PLANTA DE BOTARELL

Data: 31/05/24

Sísmica				
	Coeficients parcials de seguretat ($\neq$)		Coeficients de combinació ($\clubsuit$)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ($\clubsuit_p$)	Acompanyament ($\clubsuit_a$)
Càrrega permanent (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecàrrega (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Vent (Q)				
Neu (Q)				
Sisme (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

1.3. Sisme

Norma utilitzada: NCSE-02

Norma de Construcció Sismoresistent NCSE-02

Mètode de càlcul: Anàlisi mitjançant espectres de resposta (NCSE-02, 3.6.2)

1.3.1. Dades generals de sisme

Caracterització de l'emplaçament

a_b: Acceleració bàsica (NCSE-02, 2.1 i Annex 1)

a_b : 0.040 g

K: Coeficient de contribució (NCSE-02, 2.1 i Annex 1)

K : 1.00

Tipus de sòl (NCSE-02, 2.4): Tipus III

Sistema estructural

Ductilitat (NCSE-02, Taula 3.1): Ductilitat baixa

Ω: Esmorteïment (NCSE-02, Taula 3.1)

Ω : 5.00 %

Tipus de construcció (NCSE-02, 2.2): Construccions d'importància normal

Paràmetres de càlcul

Nombre de modes de vibració que intervenen a l'anàlisi: Segons norma

Fracció de sobrecàrrega d'ús

: 0.50

Fracció de sobrecàrrega de neu

: 0.50

Efectes de la component sísmica vertical

No és consideren

No es realitza l'anàlisi dels efectes de 2n ordre

Direccions d'anàlisi

Acció sísmica segons X

Acció sísmica segons Y

8.1. TRANSPORTADOR TB-MB

8.1.1. MODEL DE CYPE 3D

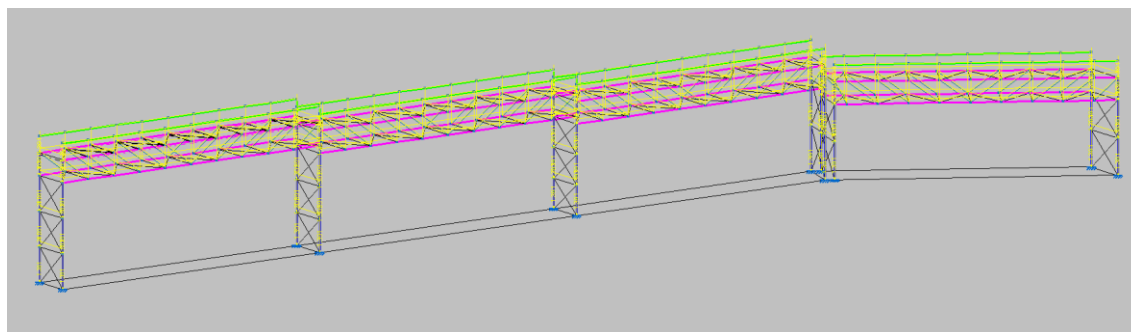
A continuació s'inclou una imatge del model de CYPE 3D utilitzat per l'encavallada:



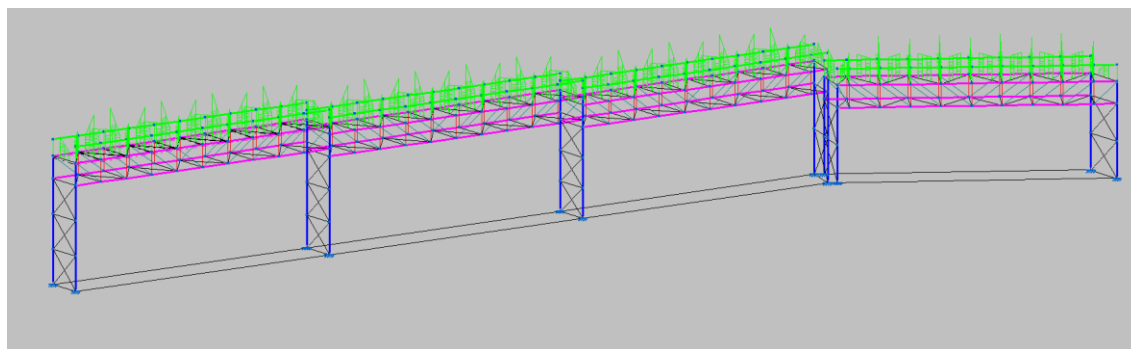
8.1.2. CÀRREGUES CONSIDERADES

S'inclouen a continuació imatges sobre els model de càlcul de les carregues considerades:

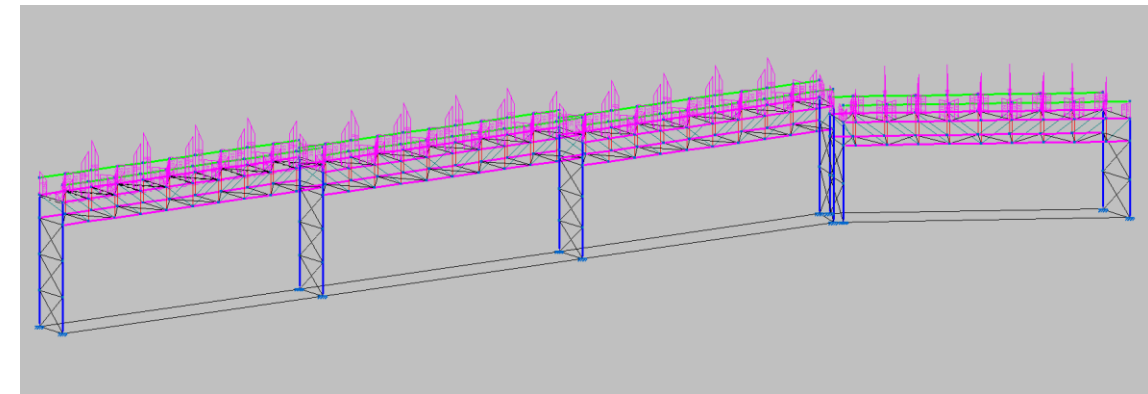
Pes propi:



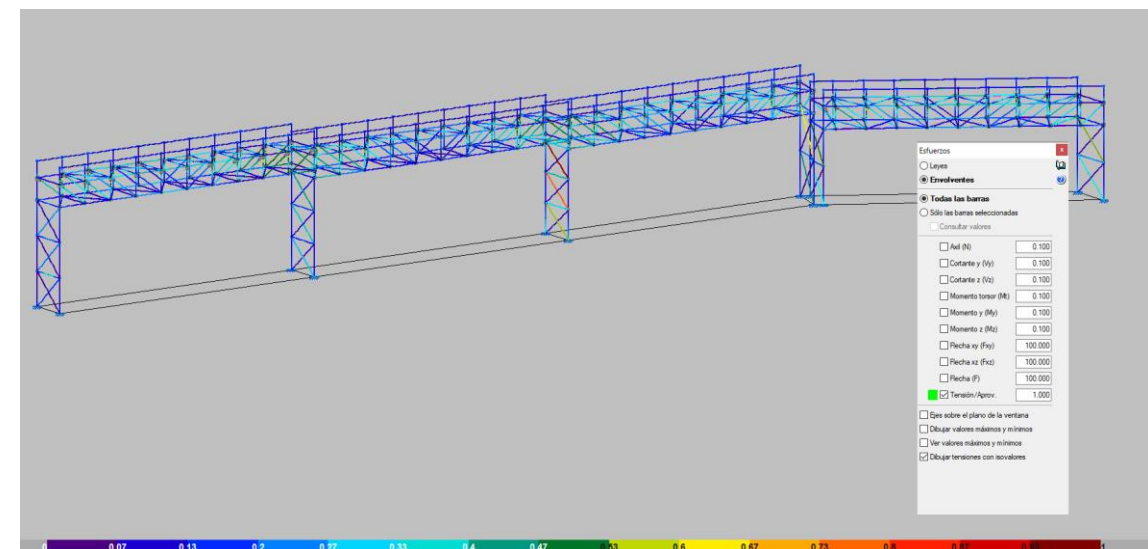
Cinta:



Passarel·la:



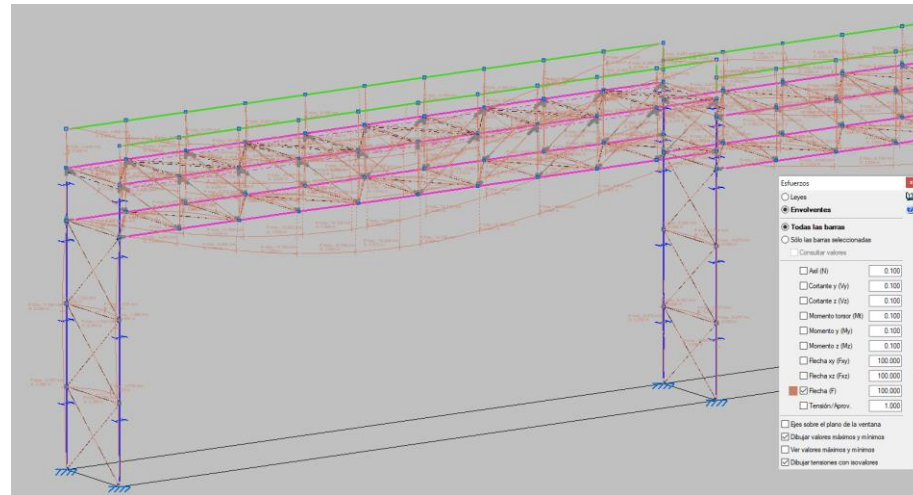
8.1.3. COMPROVACIONS RELATIVES ALS E.L.U.



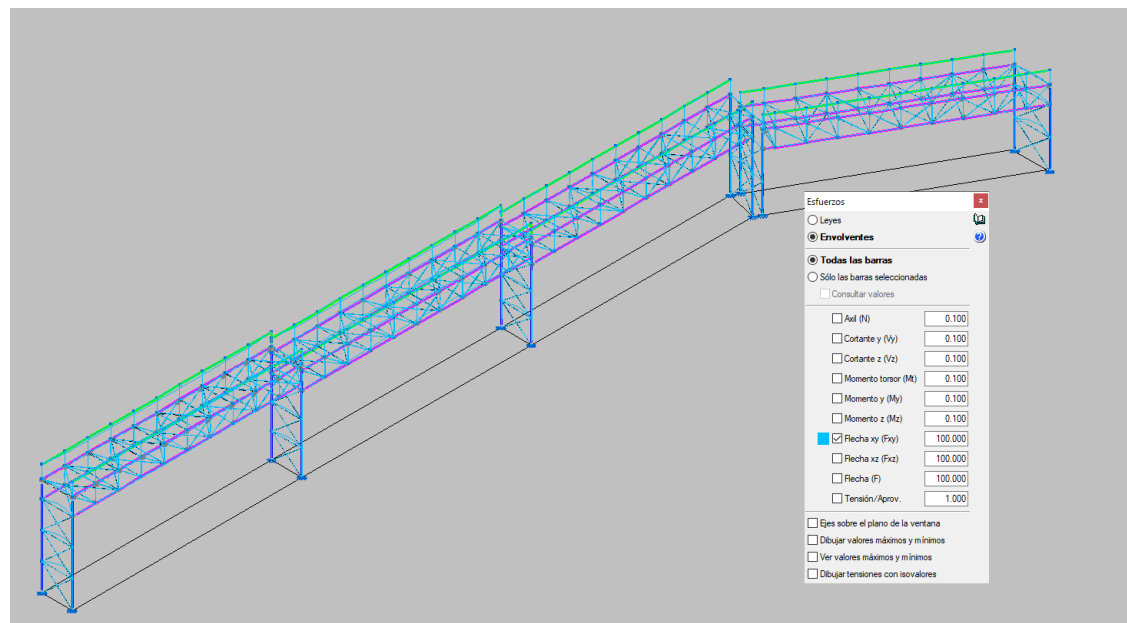
8.1.4. COMPROVACIONS RELATIVES ALS E.L.S.

Segons l'apartat 7.0 de l'IAP-11, es deu verificar que la fletxa vertical màxima corresponent al valor freqüent de la sobrecarrega d'us no supera $L/1200$ en passarel·les o en ponts amb zones peatonals, essent L la llum del vano.

- La fletxa vertical màxima corresponent al valor freqüent de la sobrecarrega de manteniment es: $14,20 \text{ mm} < L/1200$



- Per la seva banda, la fletxa horitzontal màxima es:



8.2. TRANSPORTADOR TB-D

8.2.1. MODEL DE CYPE 3D

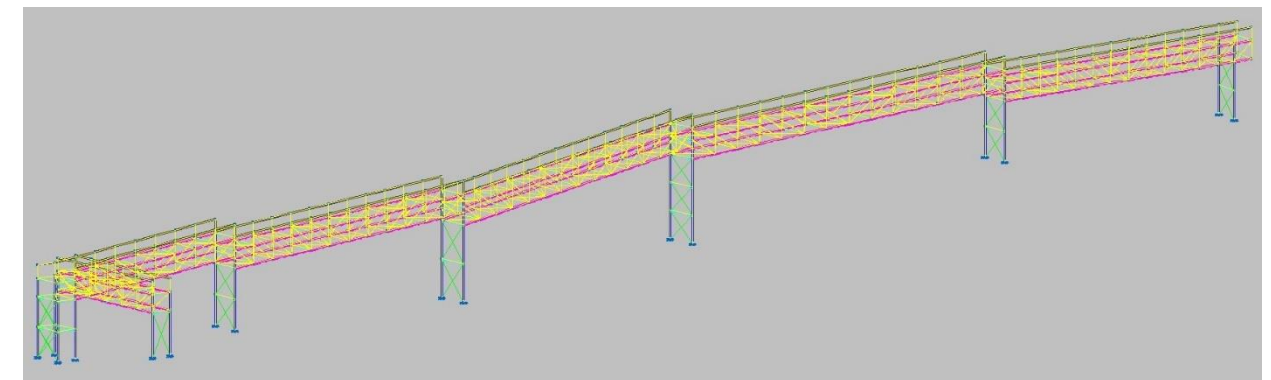
A continuació s'inclou una imatge del model de CYPE 3D utilitzat per l'encavallada:



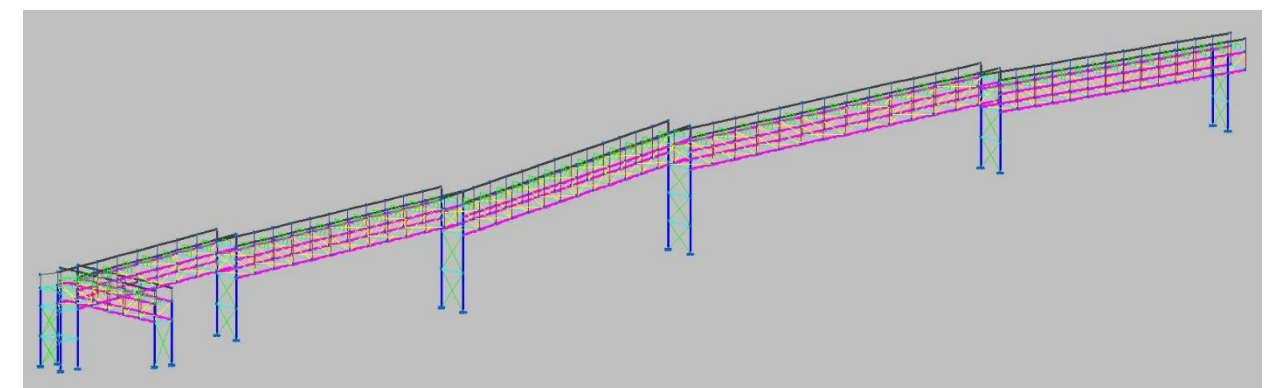
8.2.2. CÀRREGUES CONSIDERADES

S'inclouen a continuació imatges sobre els model de càlcul de les carregues considerades:

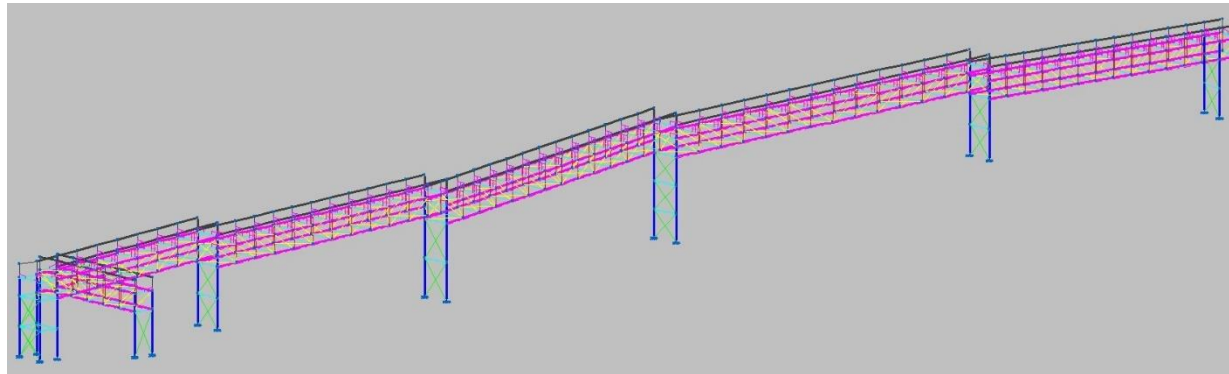
Pes propi:



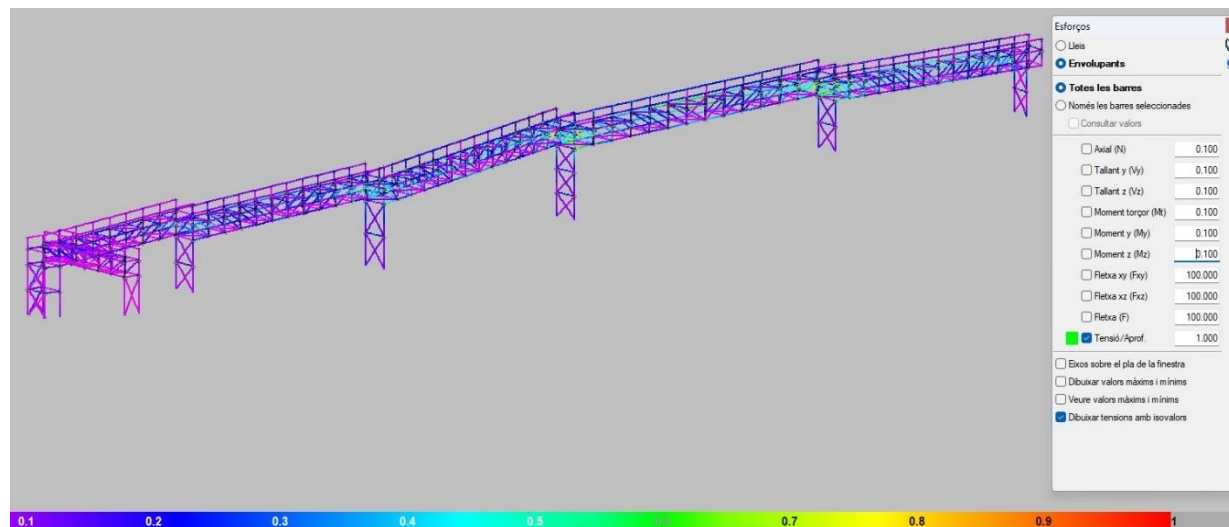
Cinta:



Passarel·la:



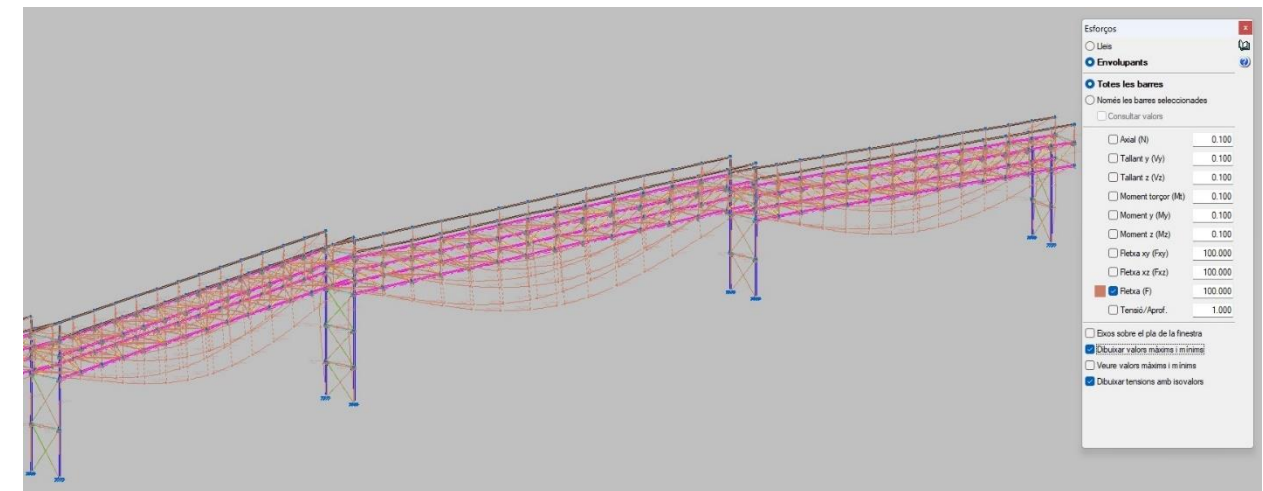
8.2.3. COMPROVACIONS RELATIVES ALS E.L.U.



8.2.4. COMPROVACIONS RELATIVES ALS E.L.S.

Segons l'apartat 7.0 de l'IAP-11, es deu verificar que la fletxa vertical màxima corresponent al valor freqüent de la sobrecarrega d'us no supera $L/1200$ en passarel·les o en ponts amb zones peatonals, essent L la llum del vano.

- La fletxa vertical màxima corresponent al valor freqüent de la sobrecarrega de manteniment es: $36,58 \text{ mm} < L/1200$



- Per la seva banda, la fletxa horitzontal màxima es:

