



En dono fe,  
El secretari general de l'Ajuntament de Lleida

◦  
  
Promotor

---

**La Paeria. Ajuntament de Lleida**

Document    Abril 2025

---

**Estudi de viabilitat estructural**

ED2510083\_Estudiviabilitat.Docx

Expedient                      ED2510083

**Estudi de viabilitat estructural en relació amb noves  
càrregues derivades de la substitució i millora de la  
impermeabilització de la coberta del Pavelló Juanjo  
Garra al municipi de Lleida.**

# Índex

1	Objecte de l'estudi .....	3
2	Documentació Aportada .....	3
3	Descripció general .....	3
3.1	Descripció general de l'edifici .....	3
3.2	Descripció de l'estructura existent.....	6
4	Anàlisi qualitativa de l'estructura de coberta .....	13
5	Anàlisi quantitativa.....	19
5.1	Bases de càlcul .....	19
5.2	Determinació de la càrrega màxima admissible en la fonamentació existent .....	34
5.3	Viabilitat d'augment de la càrrega permanent en la coberta superior.....	35
6	Conclusions .....	61
7	Recomanacions.....	63

## **1 Objecte de l'estudi**

El mes de febrer del present any, l'Ajuntament de Lleida va encarregar a Socotec España la redacció d'un informe per a determinar la viabilitat d'incrementar les càrregues permanents definides per a l'estructura principal de la coberta del Pavelló Juanjo Garra al municipi de Lleida.

L'encàrrec es fonamenta en la necessitat de resoldre el problemes derivats de la filtració d'aigua de pluja a l'interior de l'edifici i garantir l'estanqueïtat de la coberta, modificant la solució adoptada en el projecte original de coberta lleugera per una solució de coberta pesant.

L'objecte del present document és l'estudi de viabilitat de l'estructura de coberta del Pavelló Juanjo Garra al municipi de Lleida, en relació a la possibilitat d'incrementar la càrrega permanent d'una zona concreta de la coberta general situada en el pla superior, derivada de la substitució i millora de la seva impermeabilització.

## **2 Documentació Aportada**

Per a la redacció del present dictamen s'ha pogut comptar amb la següent documentació extreta de l'execució del mateix projecte:

- Plànols del projecte original, BOMA 2008, Ex. 11540.
- Memòria tècnica original, BOMA 2008, Ex. 11540
- Estudi geotècnic, Consorci lleidatà de control 2008
- Fotografies de l'estat actual
- Fotografies del procés executiu de l'edifici
- Plànols de taller de l'estructura metàl·lica, Monvaga

## **3 Descripció general**

### **3.1 Descripció general de l'edifici**

La construcció data de l'any 2010 i va ser inaugurat l'any 2011. L'edifici va ser dissenyat pel despatx d'arquitectura Mejón Arquitectura, dirigit per Julio Mejón Artigas, amb la col·laboració del tècnic en arquitectura José Luís Pargaña. La construcció va ser executada per l'empresa Benito Arnó e Hijos, SA; ACSA Sorigüé; Romero Polo UTE, i la direcció d'obra va estar a càrrec de Mejón Arquitectura. El càlcul estructural es va dur a terme per BAC Engineering Consultancy Group .

El pavelló es localitza en un solar de forma triangular, situat en un terreny amb pendent est-Oest entre els carrers de Jordi Solé Tura i del Camí de Marimunt.



Figura 1: Imatge actual exterior del pavelló Juanjo Garra (orientació sud-est)

El programa propi de l'edifici amb ús esportiu es distribueix en tres nivells:

- Planta soterrani, on es situen els vestuaris i les pistes poliesportives

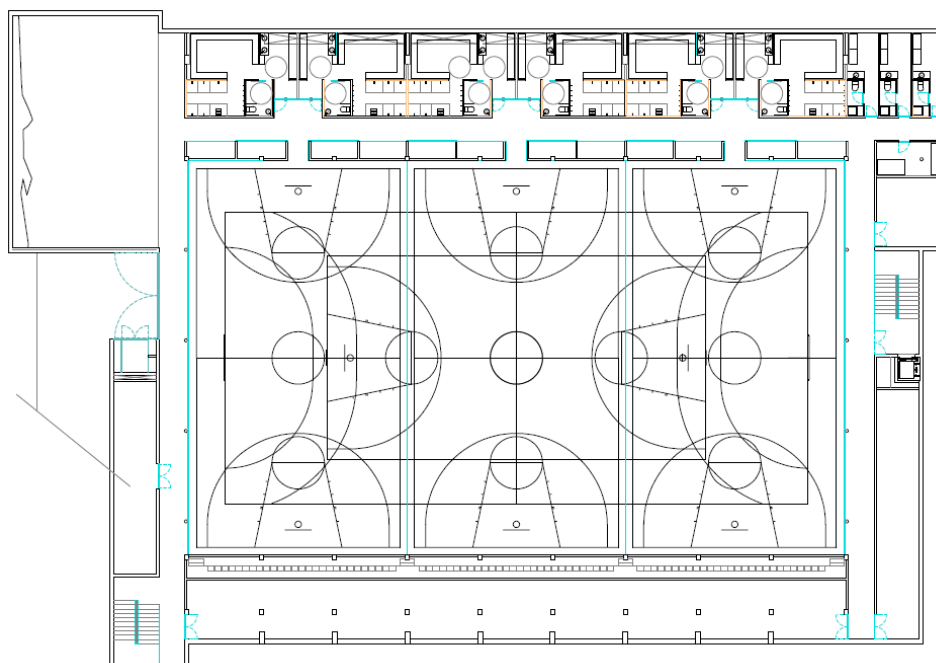
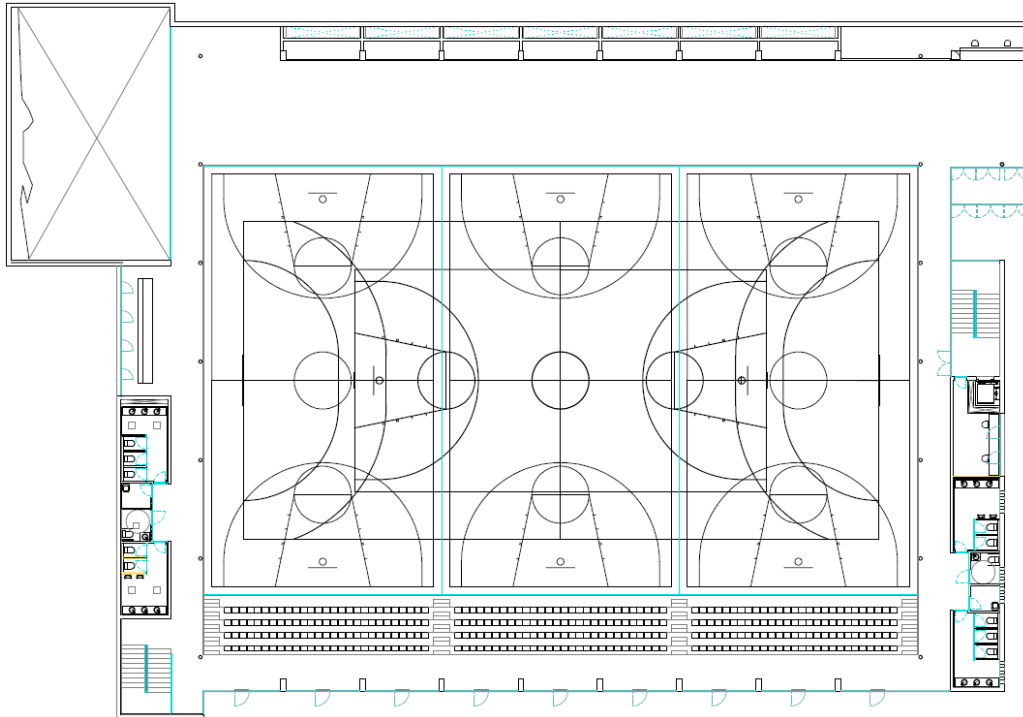


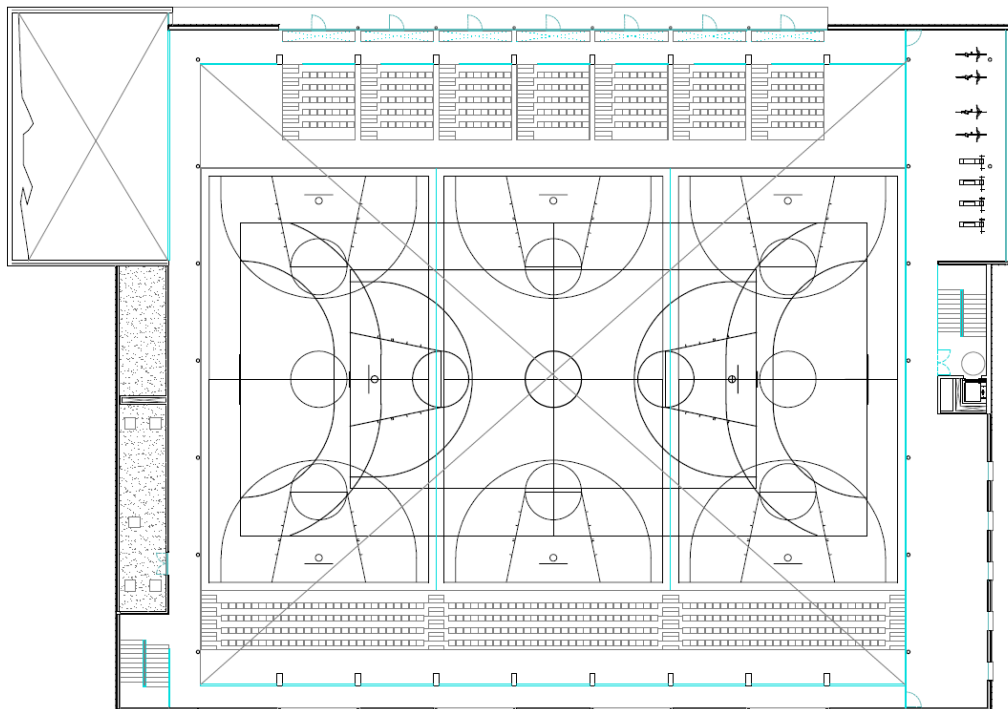
Figura 2: Arquitectura. Planta soterrani

- Planta baixa, que acull les grades, lavabos, vestidors i sales auxiliars.



*Figura 3: Arquitectura. Planta Baixa*

- Planta primera destinada a usos específics com oficines, magatzems i espais esportius.



*Figura 4.: Arquitectura. Planta Primera*

- Planta coberta a 2 nivells

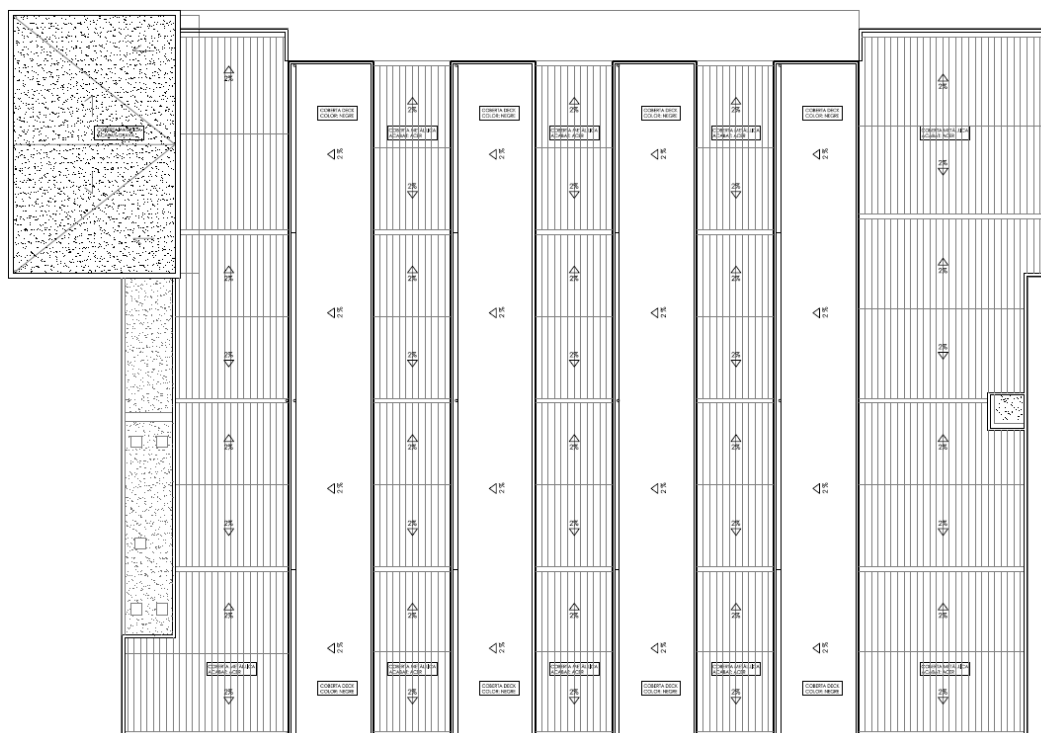


Figura 5: Arquitectura. Planta coberta

### 3.2 Descripció de l'estructura existent

Es descriu a continuació l'estructura de l'edifici existent d'acord amb les dades del projecte executiu.

La planta soterrani ocupa una superfície de 62,90x43,40 metres. El perímetre son murs de contenció de formigó armat, sobre sabata correguda amb puntera i taló. Resolen dues alçades de contenció a la façana est, i una única planta de desnivell en façana oest donat que existeix una diferència de cota entre els dos carres paral·lels a les façanes longitudinals de l'edifici.

La fonamentació d'aquets murs, així com dels pilars i murs interiors, es realitza mitjançant sabates recolzades en el nivell 2 considerat l'estrat resistent segons les dades de l'estudi geotècnic i situat a uns 3 metres respecte a la secció natural del terreny natural en pendent en el moment de la redacció del projecte.

En l'estudi geotècnic, redactat per Consorci Lleidatà de control en data de visat el 16 de desembre del 2008, i número de referència L08X7219, es defineixen els nivell 1 i 2 d'acord amb les següents característiques.

Nivell 1	Dipòsits col·luvials
Angle de fregament (°)	25-30
Densitat mitja (kN/m <sup>3</sup> )	17-20
Cohesió (kN/m <sup>3</sup> )	10-15
Potencia (m)	3.0
$\sigma_{adm}$ (kN/m <sup>2</sup> )	0,0

<b>Nivell 2</b>	Substrat terciari meteoritzat
Angle de fregament (°)	35
Densitat mitja (kN/m <sup>3</sup> )	-
Cohesió (kN/m <sup>3</sup> )	-
Potencia (m)	>10,00
$\sigma_{adm}$ (kN/m <sup>2</sup> )	<b>420-504</b>

Taula 1. Característiques del terreny

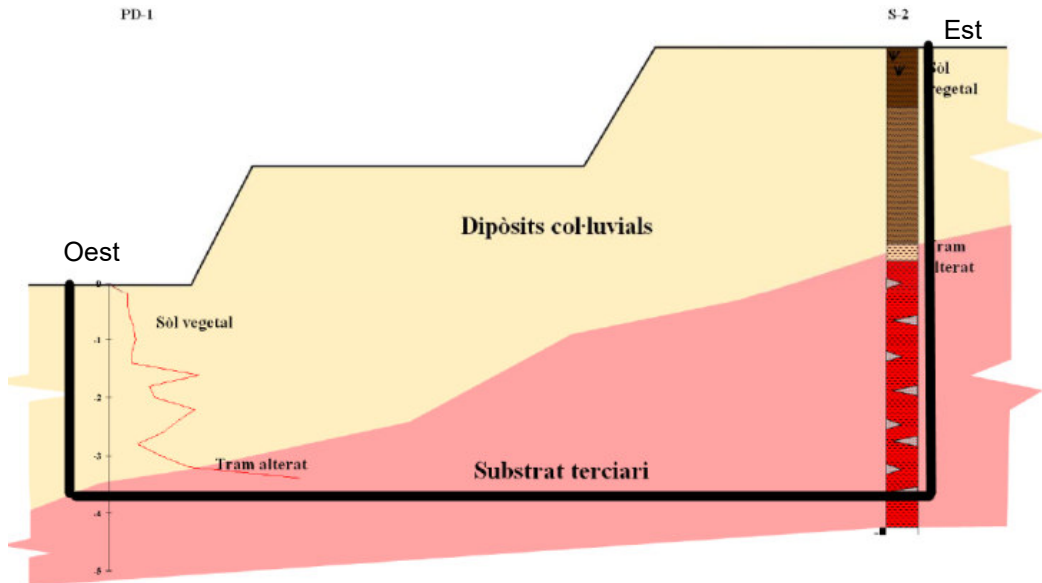


Figura 6. Secció transversal. Estudi Geotècnic projecte executiu

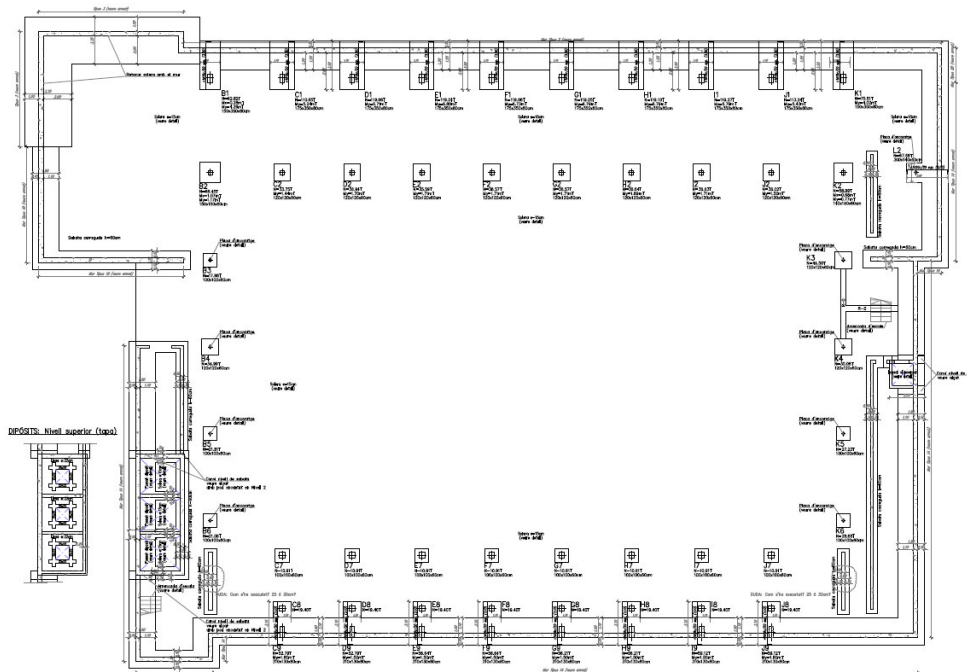


Figura 7: Estructura. Planta fonaments

L'estructura horitzontal dels sostres de planta soterrani i baixa, formen anells que circumscriuen l'espai central de la pista a triple alçada. Són forjats de llosa massissa de formigó armat, sobre pilars de formigó en façanes est i oest, i metàl·lics en els espais laterals que acullen les àrees de serveis i emmagatzematge.

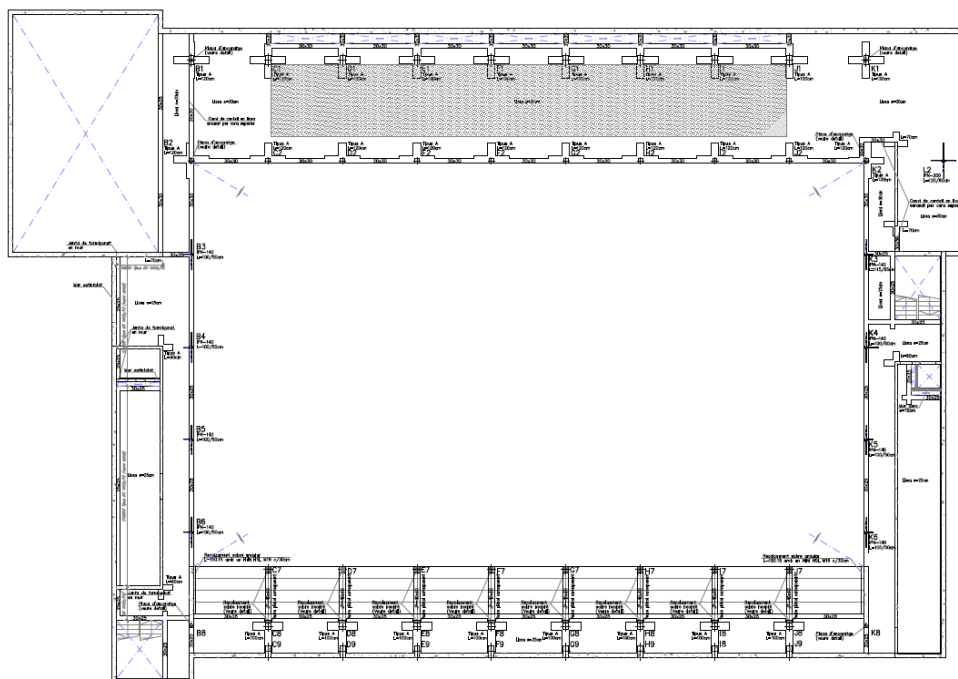


Figura 8: Estructura. Sostre planta soterrani.

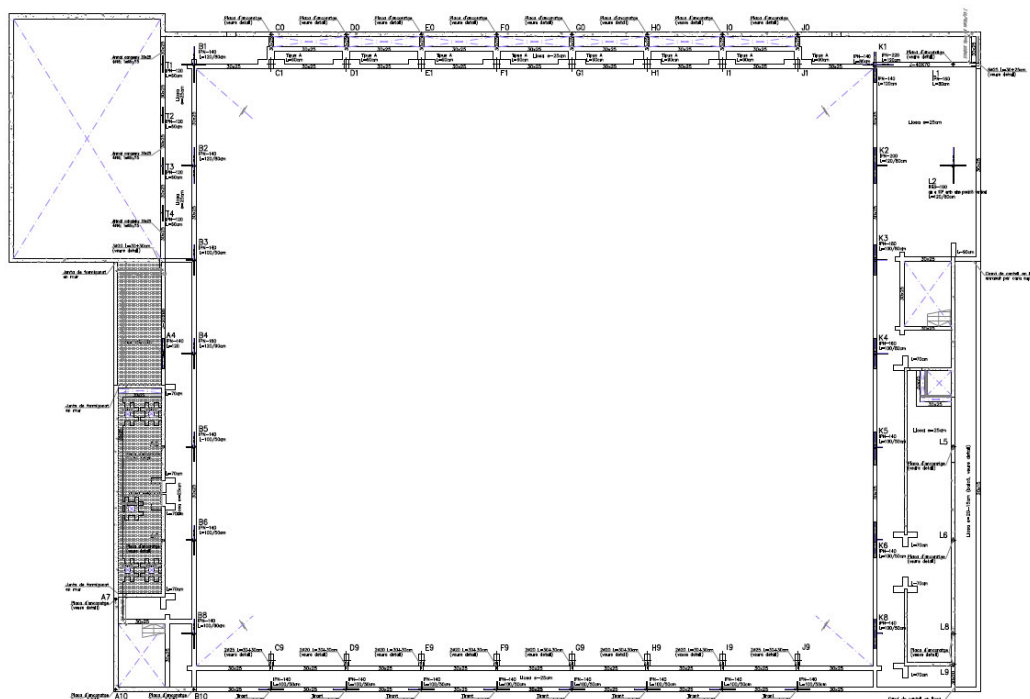


Figura 9: Estructura. Sostre planta baixa

La coberta d'aquest gran espai central de 45 metres d'ample i aproximadament 39 metres de profunditat es resol amb un total de vuit encavallades d'estructura metàl·lica disposades paral·leles en sentit transversal, cada 5 metres recolzades sobre els pilars apantallats de formigó armat situats a les façanes longitudinals de l'edifici.

L'alçada de les encavallades de 2,60 m aproximadament, defineix els dos plans que configuren la coberta lleugera actual. La coberta inferior presenta un pla inclinat amb acabat metàl·lic tipus "deck". L'estructura d'aquest pla es configura mitjançant dues bigues UPN que s'estenen al llarg de tota l'encavallada. Aquestes bigues es fixen lateralment als muntants de l'estructura i compleixen una doble funció: d'una banda, serveixen de suport per a les corretges que sostenen l'acabat de la coberta inferior en pendent, i de l'altra, actuen com a base per a la façana de vidre que proporciona la il·luminació natural a l'espai de la pista.

D'acord amb els plànols de la memòria l'estat de càrregues considerat en el nivell inferior és:

Zona	Coberta inferior	
Tipus de Sostre	Deck acabat metàl·lic	
Corretges	Articulades	3.60 m
Pes propi	0.50 kN/m <sup>2</sup>	
Càrregues permanents	0.5+0.2 kN/m <sup>2</sup>	
Sobrecàrrega d'ús + neu	0.50 kN/m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL (projecte executiu expedient 11540)</b>	<b>1.70 kN/m<sup>2</sup></b>	

Taula 2. Estat de càrregues nivell inferior. Coberta lleugera

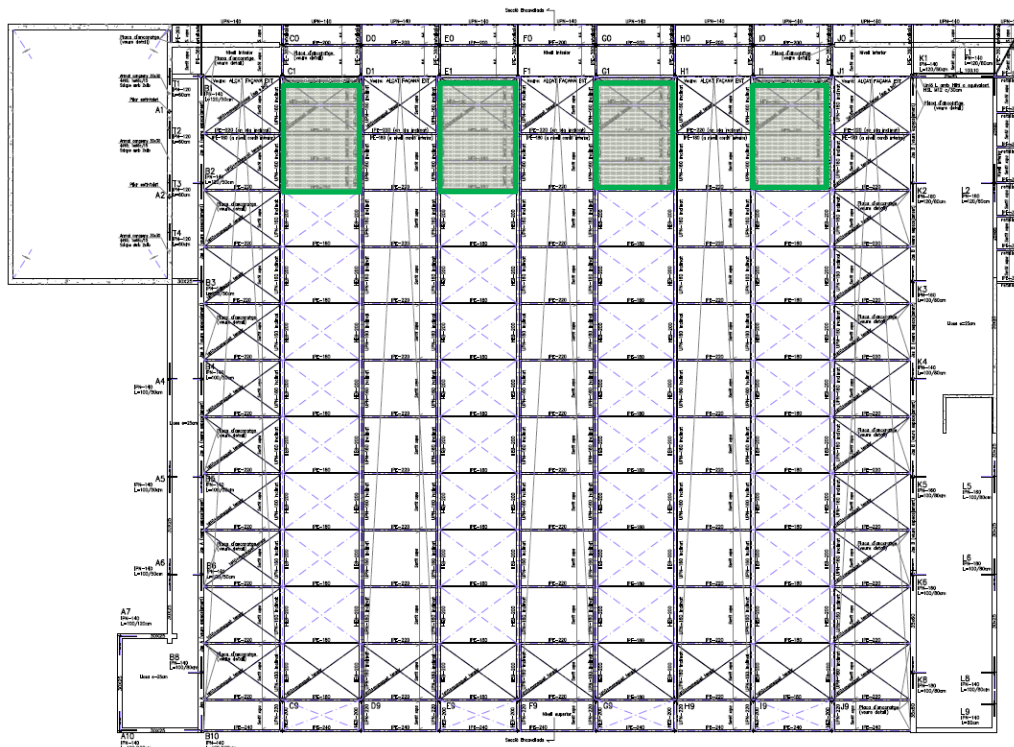


Figura 10: Estructura. Coberta inferior

A l'extrem est de la coberta es defineixen quatre forjats independents, amb accés des de la façana. Aquests forjats estan delimitats per la superfície resultant entre dues encavallades adjacents i s'estenen fins a la profunditat dels tres primers muntants. Segons els plànols, l'ús previst per a aquests espais és d'instal·lacions.

Zona	Coberta inferior: Instal·lacions
Tipus de Sostre	Forjat col·laborant: Haircol 6+6
Pes propi	2.20 kN/m <sup>2</sup>
Càrregues permanents	0.50 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecàrrega d'ús	8.00 kN/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL (projecte executiu expedient 11540)</b>	<b>10.70 kN/m<sup>2</sup></b>

Taula 3. Estat de càrregues nivell inferior. Forjat col·laborant cantell 12cm

Aquest nivell presenta una corona perimetral d'arriostament amb creus de Sant Andreu de diàmetre 10 i maneguet tensor.

La coberta superior, objecte del present estudi de viabilitat, també s'ha resolt amb un acabat lleuger tipus "deck", però en aquest cas, l'acabat exterior és la pròpia tela impermeable adherida a l'aïllament sobre xapa grecada perforada. El pla d'aquesta coberta queda configurat pel cordó superior de l'encavallada i les corretges disposades cada 3,60 metres, coincidint amb els muntants. La recollida d'aigües de pluja es realitza, en aquest cas, lateralment al llarg del desenvolupament de la coberta on es situa la recollida horitzontal per canaló i vertical pels baixants.

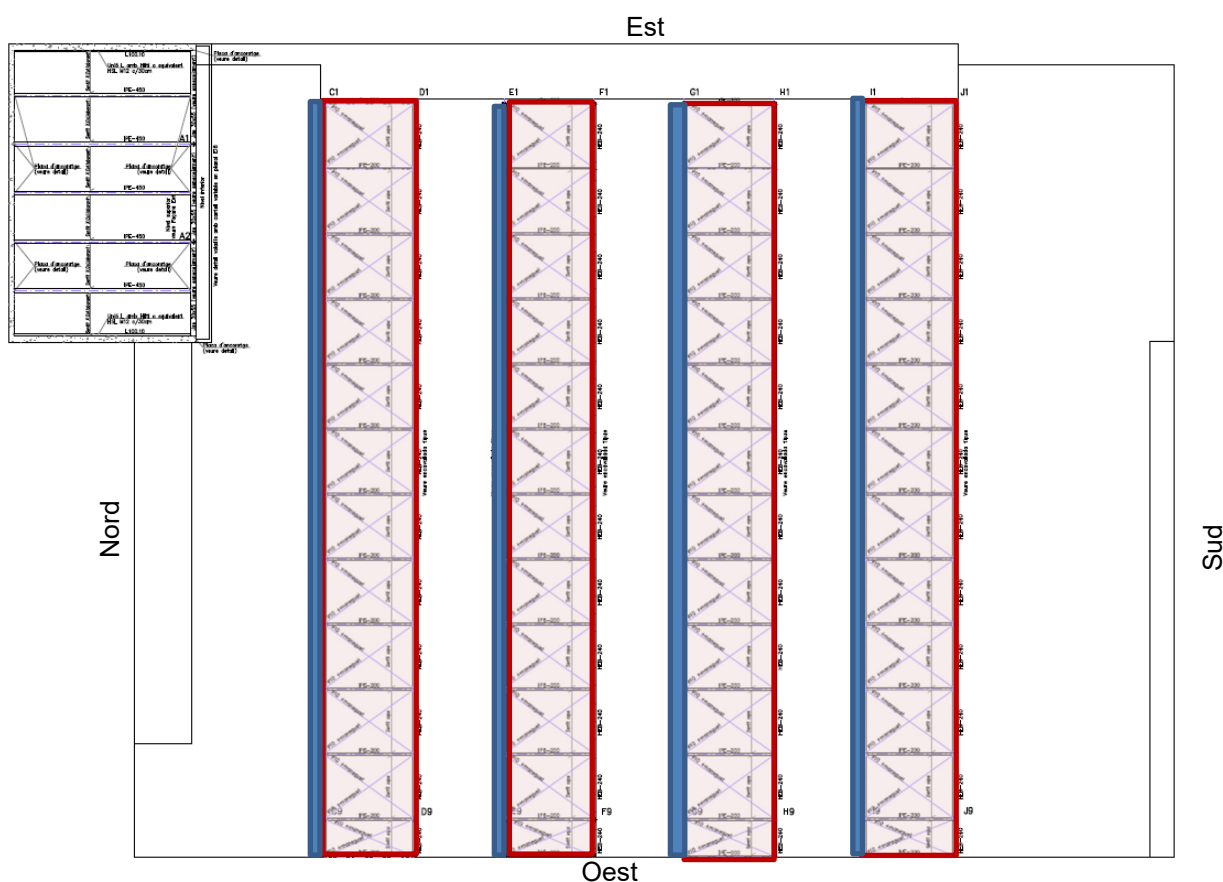


Figura 11: Estructura. Coberta superior

D'acord amb els plànols de la memòria l'estat de càrregues considerat en el nivell superior i objecte de revisió en el present document és el que segueix:

Zona	Coberta superior	
Tipus de Sostre	Deck acabat tela impermeable	
Corretges	Articulades	3.60 m
Pes propi	0.50	kN/m <sup>2</sup>
Càrregues permanents	0.50	kN/m <sup>2</sup>
Sobrecàrrega d'ús + neu	0.50	kN/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL (projecte executiu expedient 11540)</b>	<b>1.50</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

Taula 4. Estat de càrregues nivell superior. Coberta lleugera

Existeix un cos que sobresurt per sobre de la coberta del pavelló, ocupat per un rocòdrom. Aquest és un espai de quatre alçades de 15,8 x 7 metres que arrenca des del soterrani, delimitat el seu perímetre per murs de façana de formigó armat i coberta executada amb perfils metàl·lics i forjat tipus col·laborant de cantell total 12cm (6+6).



Figura 12: Vista exterior. Façana oest

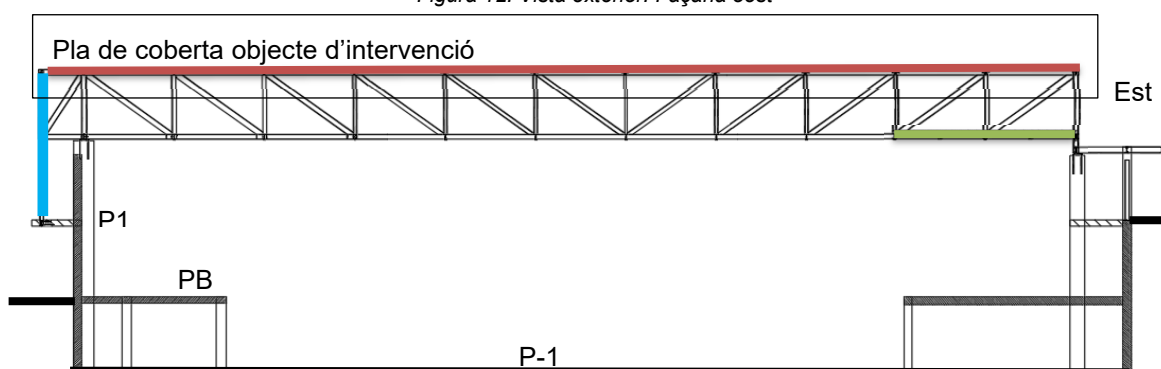


Figura 13: Secció general transversal

La passarel·la de formigó del sostre de planta primera situada longitudinalment a la façana oest es suporta mitjançant tirants (color blau) situats a l'extrem de les encavallades.

A continuació es detallen les característiques dels materials emprats en la execució de l'edifici segons els plànols i la memòria d'execució del projecte.

Per a la realització dels elements de lloses, pilars i murs de formigó armat les seves característiques més rellevants i, a la vegada, considerades en les anàlisis adjuntes, són les següents:

Elements de formigó en fonaments	
Tipificació	HA-25 / B / 20 / IIa
fck	25.0 N/mm <sup>2</sup>
Consistència	Blanda
TMA	20 mm
Tipus d'ambient	IIa
Contingut mínim de ciment:	275 kg/m <sup>3</sup>
Màxima relació A/C	0.60
Resistència als 7 dies	18 N/mm <sup>2</sup>

Resta d'elements de formigó	
Tipificació	HA-25 / B / 20 / I
fck	25.0 N/mm <sup>2</sup>
Consistència	Blanda
TMA	20 mm
Tipus d'ambient	I
Contingut mínim de ciment:	275 kg/m <sup>3</sup>
Màxima relació A/C	0.65
Resistència als 7 dies	18 N/mm <sup>2</sup>

*Taula 5. Resum tipificació formigons del projecte*

Acer armadura passiva	
B-500SD	Soldabilitat, alta ductilitat
B-500S	Soldabilitat
Límit elàstic, fyk	≥500 N/mm <sup>2</sup> .
Mòdul d'elasticitat, E	200.000 N/mm <sup>2</sup> .

*Taula 6. Característiques acer armadura passiva*

Per l'acer laminat emprat en l'execució es distingeixen les característiques dels materials per a perfils i xapes, i per a cargols, rosques i volanderes que es recullen a continuació d'acord amb la memòria presentada.

Tipus d'acer en xapes i perfils	
f <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> ) xapes <16mm	<b>275 N/mm<sup>2</sup></b>
Mòdul d'elasticitat, E	200.000 N/mm <sup>2</sup>
Mòdul d'elasticitat transversal, G	81.000 N/mm <sup>2</sup>
Coefficient de Poisson, ν	0.3
Coefficient de dilatació tèrmica, λ	1.2 x 10 <sup>-5</sup> (°C) <sup>-1</sup>
Densitat	7.850 Kg/m <sup>3</sup>

*Taula 7. Característiques acer laminat*

A la taula següent (DB SE-A-12, taula 4.2) s'especifiquen els espessors màxims (en mm) de xapes per als quals no és necessari comprovar el comportament dúctil del material.

Temperatura mínima									
	0 °C			-10 °C			-20 °C		
Grau	JR	J0	J2	JR	J0	J2	JR	J0	J2
S275	45	65	95	35	55	75	30	45	65

Taula 8. Espessors màxims de xapes

Les característiques mecàniques dels acers per a cargols, rosques i volanderes contemplades en el projecte executiu s'han pres de la taula següent (DB SE-A-13, taula 4.3): L'acer per a cargols i volanderes considerat en projecte es del tipus TR 10.9., preveure el tractament de les superfícies segons s'indica en els plànols de projecte.

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Tensió de límit elàstic $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	240	300	480	640	900
Tensió de ruptura $f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	400	500	600	800	1000

Taula 9. Característiques mecàniques dels acers per a cargols

#### 4 Anàlisi qualitativa de l'estructura de coberta

El passat 11 de febrer d'enguany, es va realitzar una primera inspecció in situ al pavelló Juanjo Garra. L'objectiu principal d'aquesta visita era doble: en primer lloc, observar de primera mà les patologies prèviament reportades pel sol·licitant, i en segon lloc, dur a terme una anàlisi qualitativa de l'estat de l'estructura metàl·lica que forma la coberta de l'edifici. Aquesta avaluació basat l'observació, l'experiència i el judici professional, sense necessàriament recórrer a càlculs numèrics detallats, es va centrar especialment en els problemes recurrents d'estanqueïtat de la coberta i que provoquen filtracions d'aigua de pluja a l'interior del recinte esportiu.

L'accés a la coberta es va realitzar des de l'exterior, per la façana est de l'edifici que a l'hora comunica directament amb les sales d'instal·lacions.

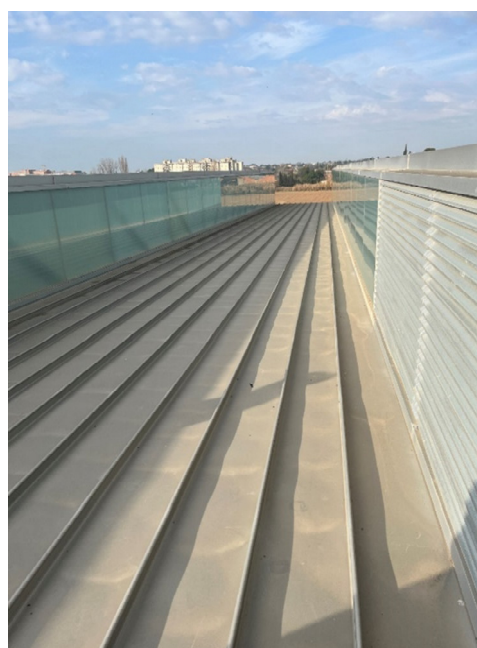
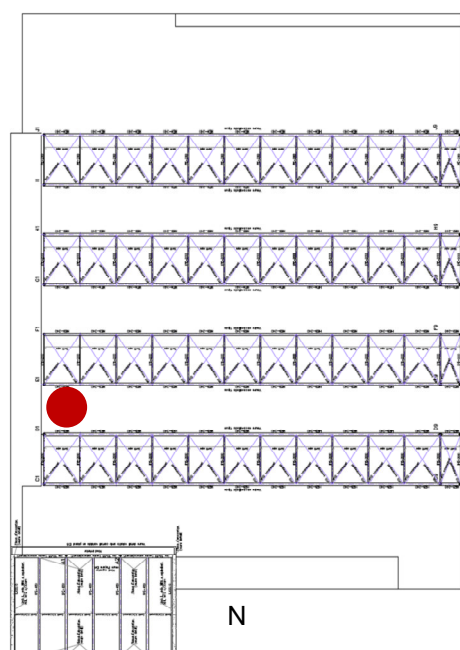


Figura 14: Vista general de la coberta a 2 nivells

Es descriu a continuació les conclusions estretes de la inspecció realitzada des de l'exterior des de l'extrem

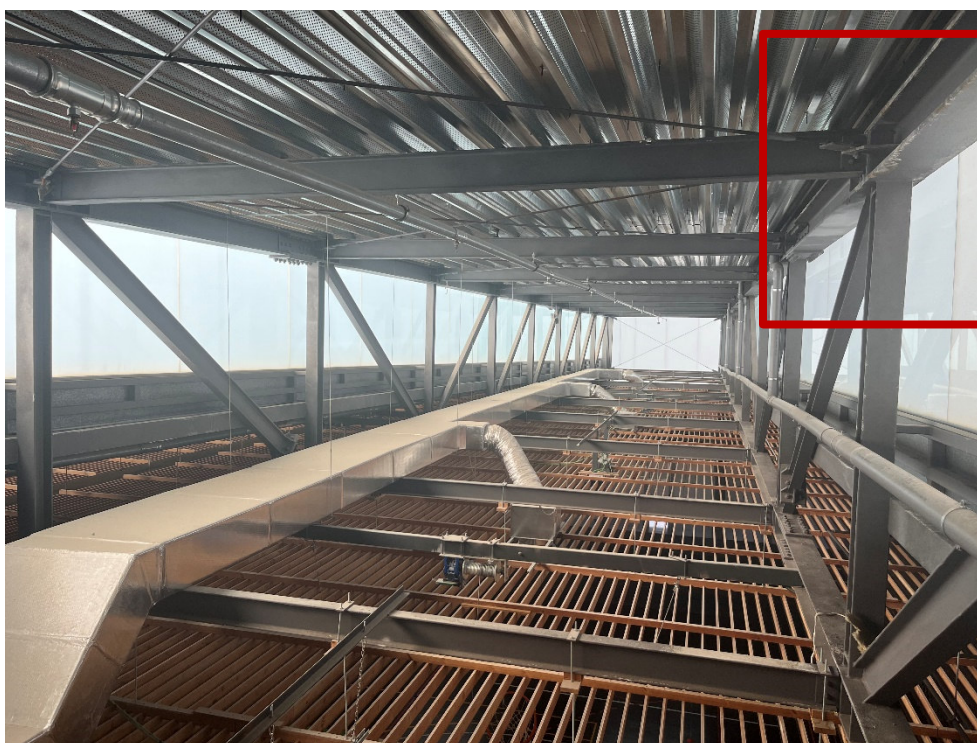
- Coberta inferior inclinada: No es detecten filtracions d'aigua a l'interior del recinte causades per manca d'estanqueïtat del pla inclinat.
- Coberta plana superior: La situació és ben diferent pel que fa al pla superior de la coberta on la solució constructiva adoptada a l'obra divergeix de l'anterior amb greus problemes d'estanqueïtat. S'observen deformacions significatives de la làmina d'impermeabilització situada a la cara exterior, amb presència de cavitats i manca de continuïtat en el pla d'evacuació d'aigua, que són clars indicadors de la falta de fixació amb el suport. Tal com es troba actualment, el material disposat en tota la superfície de la coberta superior és incapaç de resoldre amb garanties la seva comesa com a material d'impermeabilització. Això pot ser degut a diversos factors, com ara l'envelliment del material, una instal·lació deficient o danys causats per condicions meteorològiques adverses.



*Figura 15: Vista general de la coberta superior*

La conseqüència directa d'aquesta situació és l'entrada d'aigua des del pla superior de coberta a l'interior del pavelló esportiu, fet que es manifesta principalment en el deteriorament visible dels acabats interiors, tal com mostren les imatges preses durant la visita.

Es va accedir a un dels quatre recintes tècnics situats en aquesta façana des d'on es va poder inspeccionar des de l'interior, l'estat de conservació i manteniment de l'estructura metàl·lica principal que forma les encavallades de suport de la coberta del pavelló esportiu. Les conclusions estretes de l'observació d'aquesta zona s'han extrapolat a la resta d'encavallades.



*Figura 16: Vista d'efflorescències a les encavallades*

Es va recórrer la pasarel·la interior situada a nivell de planta primera des d'on es poden observar danys com marques de calç i eflorescències en els acabats interiors, així com oxidació a l'estructura propera als baixants, provocada per la presència d'aigua a l'interior, originada per la manca d'estanqueïtat de la coberta superior. La fusta dels acabats interiors es presenta deteriorada, amb clars signes de decoloració. A més, el paviment mostra evidents indicis de filtracions d'aigua, amb marques al voltant dels baixants.



*Figura 17: Decoloració de la fusta del pla de fals sostre del pavelló*



*Figura 18:Eflorescències en els perfils*



*Figura 19: Decoloracions i taques d'eflorescències en els paviments*

Actualment, malgrat les filtracions d'aigua de pluja causades pel defecte en la impermeabilització del nivell superior de la coberta, els perfils metàl·lics que conformen l'estructura principal, no presenten, a ull nu, signes d'oxidació que puguin indicar problemes de corrosió o reducció de la secció dels perfils d'acer. És important destacar que la revisió qualitativa de les encavallades s'ha realitzat mitjançant la inspecció ocular dels elements en els extrems, des d'on s'ha tingut accés. La part central de l'encavallada no s'ha pogut examinar i les conclusions s'han extret de la visita realitzada, tot i que la inspecció de la coberta ha estat limitada.

## 5 Anàlisi quantitativa

Previ a l'anàlisi quantitativa de l'estructura de coberta s'han realitzat els següents treballs previs per a determinar les bases de càlcul en fase de revisió:

- Revisar l'estat de càrrega descrit al projecte executiu adequant les consideracions inicials extrets de la memòria a la realitat constructiva observada.
- Revisar les solucions adoptades a l'obra i descrites als plànols de taller redactats per l'empresa adjudicatària, Monvaga, i aprovats per BAC Engineering Consultancy Group en el moment de la construcció.
- Identificar amb caràcter general el tipus de nus resolt en la execució.

### 5.1 Bases de càlcul

#### 5.1.1 Accions considerades

La determinació de les accions sobre l'edifici i sobre la seva estructura s'ha realitzat tenint en consideració l'aplicació del DB SE-AE. Les accions i les forces que actuen sobre un edifici es poden agrupar en 3 categories: accions permanents, accions variables y accions accidentals.

La consideració particular de cadascuna d'elles es detalla en els següents subapartats, y respon a l'estipulat als apartats 2, 3 y 4 del DB SE-AE.

##### 5.1.1.1 Accions permanents: pes propi i sobrecàrrega permanent

S'inclouen en aquest grup el pes propi dels elements estructurals, tancaments i elements separadors, envans, tot tipus de fusteria, revestiments (paviments, guarniments, falsos sostres...), reblerts (com els de terres) i equips fixes. Impermeabilització + aïllament

El valor característic del pes propi dels elements constructius s'ha determinat com el seu valor mig obtingut a partir de les dimensions nominals i dels pesos específics mitjos. A la taula següent s'inclouen els pesos dels materials, productes i elements constructius identificats a la visita.

Elements	Càrrega superficial	
Materials de coberta	Planxa plegada metàl·lica	0.10 kN/m <sup>2</sup>
	Impermeabilització + aïllament	0.05+0.25 kN/m <sup>2</sup>
	Xapa grecada microperforada	0.10 kN/m <sup>2</sup>

Taula 10. Càrrega permanent coberta inferior

Elements	Càrrega superficial	
Materials de coberta	Impermeabilització continua	0.05 kN/m <sup>2</sup>
	Aïllament	0.25 kN/m <sup>2</sup>
	Xapa grecada microperforada	0.10 kN/m <sup>2</sup>

Taula 11. Càrrega permanent coberta superior autoportant

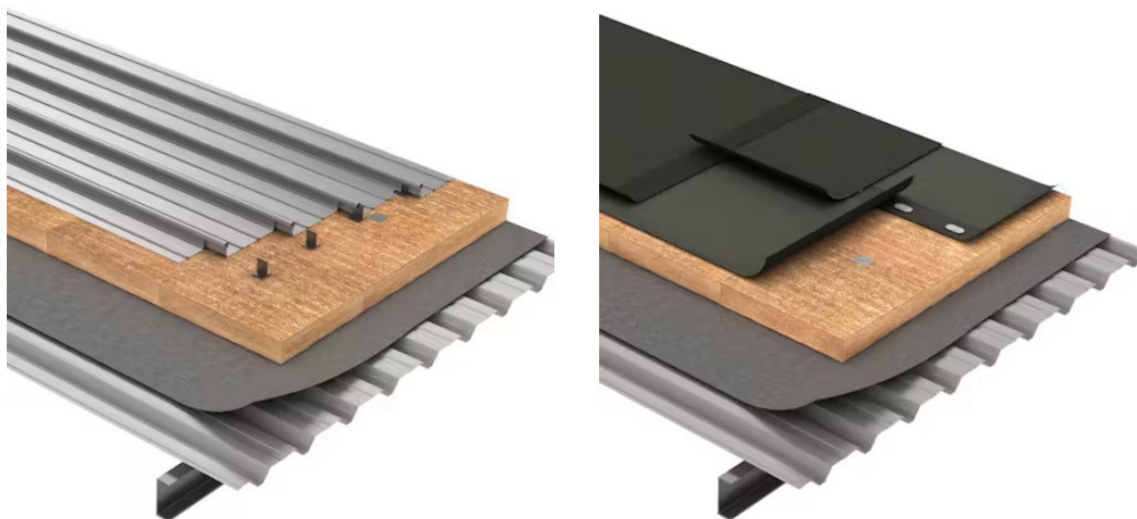


Figura 20: Solucions constructives observades en coberta inferior i superior

S'ha determinat el pes propi del cel ras de fusta i de les instal·lacions penjades de l'estructura de corretges considerant una càrrega superficial de 0.50 kN/m<sup>2</sup>:

Elements	Càrrega superficial
Cels ras de fusta	0.20 kN/m <sup>2</sup>
Instal·lacions	0.30 kN/m <sup>2</sup>

Taula 12. Càrrega permanent corretges pla inferior

Per als tancaments vidriats entre els dos nivells de coberta s'ha calculat directament el pes de la façana vidriada d'alçada lliure variable de 2.50 m a 1.20m, considerant una càrrega superficial de valor 0.5 kN/m<sup>2</sup>, recolzada en el perfils tipus UPN 160, continus, suportats en els muntants de l'encavallada

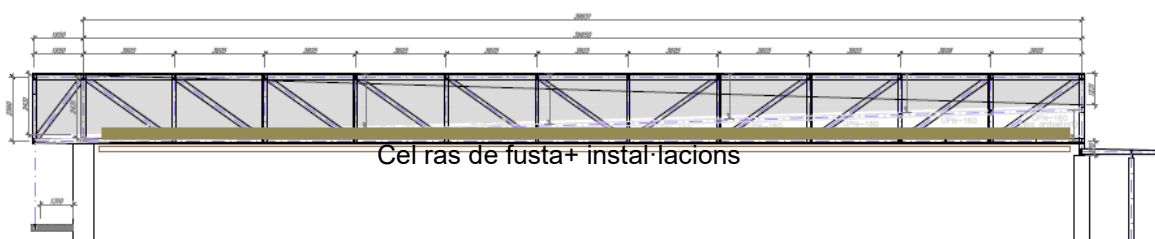


Figura 21: Secció tipus encavallada i projecció tancament vidre

Per a la resta de tancaments s'utilitzen els següents valors de càrregues superficials:

Tancaments	Q superficial
Tancaments lleugers	1,00 kN/m <sup>2</sup>
Envans de totxo buit, espessor 10 cm	1,20 kN/m <sup>2</sup>

Taula 13. Càrrega lineal considerada dels tancaments.

La càrrega superficial addicional per pes propi de cel ras i instal·lacions de valor  $0.50 \text{ kN/m}^2$  es tradueix en càrregues lineals suportades per les corretges del pla inferior d'acord amb la fotografia adjunta.



*Figura 22: Vista general del cel ras de fusta i de les instal·lacions*

5.1.1.2 Accions variables: ús

S'ha considerat, pel càlcul dels esforços en els elements estructurals, l'aplicació d'una càrrega distribuïda uniformement, adoptant els valors característics de la taula 3.1 del DB SE-AE. Per les comprovacions locals de capacitat portant s'ha considerat una càrrega concentrada actuant a qualsevol punt de la zona afectada.

Categoria d'ús		Subcategories d'ús		Càrrega uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Càrrega concentrada [kN]
G	Cobertes accessibles únicament per a la conservació	G1	Cobertes amb inclinació inferior a 20°	1	2
			Cobertes lleugeres sobre corretges (sense forjat)	0.4	1
		G2	Cobertes amb inclinació superior a 40°	0	2

Taula 14. Taula 3.1 DB-SE-AE Valors Característics de les sobrecàrregues d'ús

5.1.1.3 Accions variables: Vent

Les càrregues de vent són les produïdes per la incidència del vent sobre els elements exposats a ell. Per a la seva determinació es considera que aquest actua perpendicularment a la superfície exposada amb una pressió estàtica  $q_e$  que es pot expressar com a:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p,$$

essent:

$q_b$  = Pressió dinàmica del vent.

$c_e$  = Coeficient d'exposició, en funció de l'altura de l'edifici i del grau d'aspresa de l'entorn.

$c_p$  = Coeficient eòlic o de pressió, en funció de la forma.



Figura 23: Figura D.1 DB-SE-AE. Valor bàsic de la velocitat del vent,  $v_b$

Per a la determinació de la pressió dinàmica del vent ( $q_b$ ) s'utilitza el valor bàsic de la velocitat del vent en cada localitat, obtingut a partir del mapa de la figura D.1 del DB-SE-AE.

En el cas de Lleida, en zona C, amb una velocitat de vent de 29 m/seg, la pressió dinàmica del vent ( $q_b$ ) adoptada en el projecte és del valor de 0,52 kN/m<sup>2</sup>

Per a la determinació del coeficient d'exposició s'ha considerat el grau d'aspreza de l'entorn i l'altura en el pitjor dels punts segons la taula 3.3 del DB SE-AE.

**Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición  $c_e$**

Grado de asperza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Taula 15. Valors del coeficient d'exposició  $c_e$ :

Per a la determinació del coeficient eòlic o de pressió, considerant la seva esveltesa.

En el cas que es detalla, els paràmetres considerats han estat els que s'expliciten tot seguit, seguint la següent distribució:

Esveltesa x	Esveltesa y
0.06	0.49

Taula 16. Esveltesa del pla de coberta

	Coeficient d'exposició :Esveltesa (Taula 3.4)					
	<0.25	0.25<e<0.5	0.50<e<0.75	0.75<e<1	1<e<1.25	1.25<e< 5
$c_p$	0.7	<b>0.7</b>	0.8	0.8	0.8	0.8
$c_e$	-0.3	<b>-0.4</b>	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7

Taula 17. Càlcul del coeficient d'exposició

Grau d' aspreza l'entorn considerat	<b>III</b>
Alçada màxima de l'edifici	9 m
Coeficient de exposició	2.3
Pressió dinàmica del vent, $q_b$	0.52 kN/m <sup>2</sup>
Esveltesa en el pla paral·lel al vent x	0.06
Esveltesa en el pla paral·lel al vent y	0.49
Coeficient eòlic de pressió $c_p$	0.7
Coeficient eòlic de succió $c_s$	-0.4

Taula 18. Paràmetres considerats. Façanes

Qb pressió façanes	0.84 kN/m <sup>2</sup>
Qb succió façanes	-0.48 kN/m <sup>2</sup>

Taula 19. Càrrega superficial a façanes

Cal especificar que el coeficient eòlic s'ha adaptat al grau de protecció que presenten els paraments segons la seva disposició i d'acord amb les especificacions d'Eurocodi UNE-EN 1991-1-4.

Si existeixen murs a la mateixa alçada o superior del parament en consideració, es pot considerar un factor d'abric addicional amb els coeficients de pressió neta.

El coeficient de pressió neta resultant sobre el parament protegit  $C_{p,net,s}$  ve donat per la següent expressió:

$$C_{p,net,s} = \psi_s C_{p,net}$$

On  $\psi_s$  és el valor d'abric que depèn de la distància existent entre els paraments considerats i la relació de solidesa, en termes d'opacitat  $\phi$ . En l'objecte, en la direcció Y de l'edifici,  $\phi=1$  (opac) i  $x/h=2.00$ . El coeficient d'abric adoptat és de valor  $\psi_s$  0,3

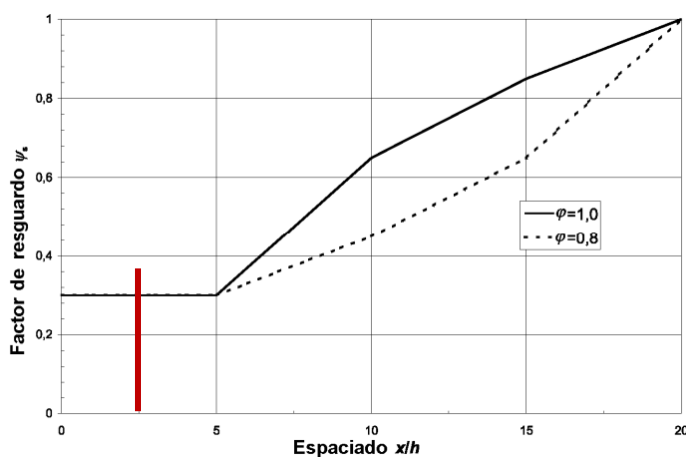


Figura 24: UNE-EN 1991-1-4. 7.20. Coeficient d'abric  $\psi_s$  per a murs

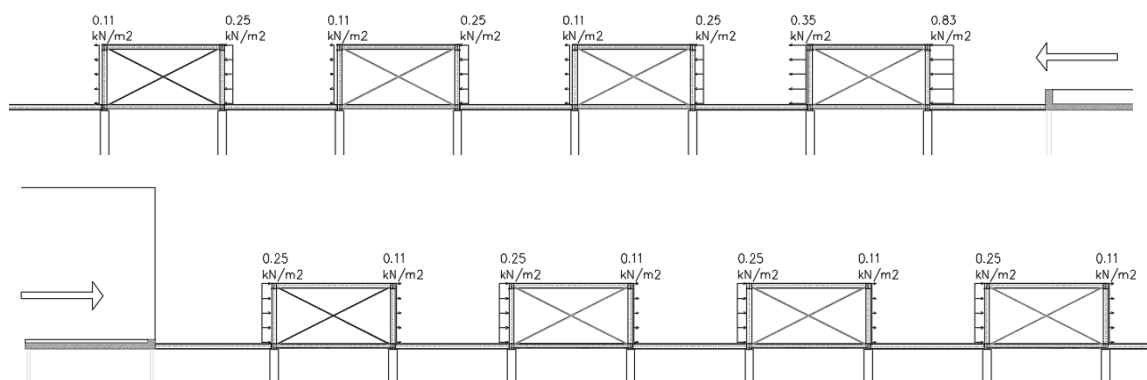


Figura 25: UNE-EN 1991-1-4. 7.20. Efecte del coeficient d'abric  $\psi_s$  per a elements protegits. Direcció y

En la direcció X de l'edifici, la façana és exposada y no es considera la reducció  $\psi_s$ .

Atès que l'edifici, en la direcció X, presenta obertures que representen menys del 30% de l'àrea total de la façana, no és necessari considerar l'edifici com una marquesina. (Eurocodigo 1.4), però s'han considerat les càrregues de pressió interna en els paraments oposats i a la coberta de valor  $0.105\text{kN/m}^2$

Pel que fa a l'acció del vent sobre la superfície plana de la coberta, la càrrega de succió és determina d'acord amb l'annex D del DB-SE-AE.

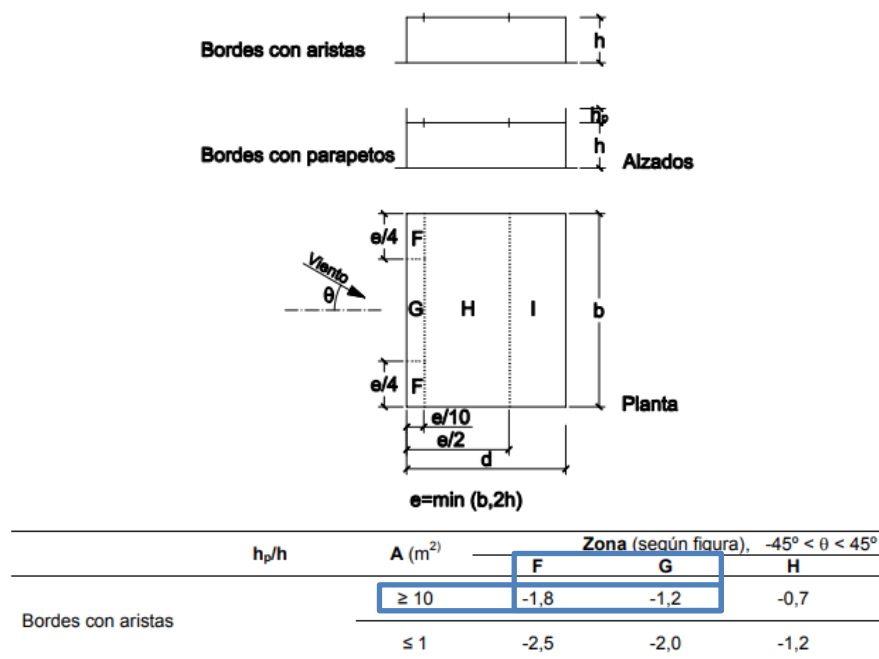


Figura 26: Taula D.4 Coeficient eòlic en la coberta plana sentit Y

Pressió dinàmica del vent, $q_b$	0.52 kN/m <sup>2</sup>
Coefficient de exposició	2.3
Coefficient eòlic de succió coberta $c_s$	-1.2/-1.8

Taula 20. Taula 21. Paràmetres considerats. Coberta

$Q_b$ succió coberta	-1.45/-2.15 kN/m <sup>2</sup>
----------------------	-------------------------------

Taula 22. Paràmetres considerats de SUCCIÓ al pla de coberta

#### 5.1.1.4 Accions variables: neu

Segons el DB SE-AE, el valor de la càrrega de neu per unitat de superfície pot determinar-se amb la fórmula:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

essent  $\mu$  el coeficient de forma la coberta, i  $s_k$  el valor característic de la càrrega de neu sobre un terreny horitzontal.

En cobertes planes i terreny horitzontal el coeficient de forma pren el valor  $\mu=1$ . A la localitat de Lleida, el valor característic de la càrrega de neu pren el valor  $s_k=0.50$  kN/m<sup>2</sup>, d'acord amb la figura E2 del Db-SE-AE.



Figura 27: Figura E.2 DB-SE-AE. Zones climàtiques d'hivern

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m<sup>2</sup>)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2

Taula 23. Taula E.2 Sobrecàrrega de neu en un terreny horitzontal (kN/m<sup>2</sup>)

#### 5.1.1.5 Acciones accidentals: Sisme

En la determinació de les accions sísmiques s'ha considerat la Norma de Construcció Sismorresistente: Parte General y Edificación, NCSE-02.

L'edifici es considera de normal importància.

Per altra banda, l'acceleració sísmica de càlcul,  $a_c$ , d'acord amb l'article 2.2 de la referida norma, es calcula segons l'expressió:

$$a_c = S \rho a_b, \text{ on:}$$

$a_c$  és l'acceleració sísmica de càlcul,

$a_b$  és l'acceleració sísmica bàsica,

$\rho$  és el coeficient de risc i

$S$  és el coeficient d'amplificació del terreny.

Pel cas objecte present, els anteriors valors han resultat:

Acceleració sísmica bàsica,  $a_b$ , i coeficient de risc,  $\rho$ :

Localitat: Lleida

$a_b$ : 0.04g

$\rho$ : 1.0

Coeficient d'amplificació del terreny, S:

Tipus de terreny: Tipus I

Coeficient C: 2.00

Criteri:  $\rho_{ab} \leq 0.1g$

$$S = \frac{C}{1.25} = \frac{2.00}{1.25} = 1.165$$

Acceleració sísmica bàsica:

$$a_c = S \rho_{ab} = 1.60 \times 1.00 \times 0.04g = 0.064g < 0.08g$$

D'acord amb l'article 1.2.3 de la NCSE-02, donada la classificació de la construcció, la consideració de monolitisme de la seva estructura i els valors de l'acceleració sísmica bàsica i acceleració sísmica de càlcul determinades, no han estat considerades les repercussions produïdes per l'acció sísmica en l'estructura.

### 5.1.2 Estats de càrrega considerats

A continuació es resumeixen els estats de càrrega considerats de la coberta en base a les accions establertes en l'apartat anterior, d'acord amb les dades estretes a la visita.

Zona	Coberta inferior	
Tipus de Sostre	Deck acabat metàl·lic	
Corretges	Articulades	3.60 m
Pes propi	0.50 kN/m <sup>2</sup>	
Càrregues permanents	0.50+0.50 kN/m <sup>2</sup>	
Sobrecàrrega d'ús/ neu	0.50 kN/m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL (Revisió informe)</b>	<b>2.00 kN/m<sup>2</sup></b>	

Taula 24. Estat de càrregues nivell inferior. Coberta lleugera

Zona	Coberta inferior: Instal·lacions	
Tipus de Sostre	Forjat col·laborant: Haircol 6+6	
Pes propi	2.20 kN/m <sup>2</sup>	
Càrregues permanents	0.50 kN/m <sup>2</sup>	
Sobrecàrrega d'ús	8.00 kN/m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL (Revisió informe)</b>	<b>10.70 kN/m<sup>2</sup></b>	

Taula 25. Estat de càrregues nivell inferior. Forjat col·laborant cantell 12cm

Zona	Coberta superior	
Tipus de Sostre	Deck acabat tela impermeable	
Corretges	Articulades	3.60 m
Pes propi	0.50 kN/m <sup>2</sup>	
Càrregues permanents	0.40+0.50 kN/m <sup>2</sup>	
Sobrecàrrega d'ús / neu	0.50 kN/m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL (Revisió informe)</b>	<b>1.90 kN/m<sup>2</sup></b>	

Taula 26. Estat de càrregues nivell superior. Coberta lleugera

Zona	Passera penjada (oest)
Tipus de Sostre	Llosa
Gruix	25cm
Pes propi	6.25 kN/m <sup>2</sup>
Càrregues permanents	1.50 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecàrrega d'ús	5,00 kN/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL (Revisió informe)</b>	<b>12,75 kN/m<sup>2</sup></b>

Taula 27. Estat de càrregues passera penjada

### 5.1.3 Coeficients de seguretat

Els coeficients de seguretat adoptats afecten tant a les característiques mecàniques dels materials, com a les accions que sol·liciten a l'estructura. Ambdues tipologies es detallen a continuació.

#### 5.1.3.1 Coeficients de minoració de resistències dels materials

Els coeficients de minoració de resistència graven de forma diferent als elements en funció de diversos paràmetres, el més rellevant dels quals és el tipus de material que els constitueix. Per a cada cas es té:

Per als elements de formigó armat del projecte executiu, la determinació dels coeficients de minoració de resistència del formigó armat fa falta distingir el que s'aplica directament sobre el formigó,  $\gamma_c$ , i el que ho fa sobre l'acer d'armar i el de pretesar,  $\gamma_s$ .

Situació de projecte	Formigó $\gamma_c$	Acer $\gamma_s$
Persistent o transitòria	1,5	1,15
Accidental	1,3	1,0

Taula 28. Coeficients de minoració de resistència del formigó armat

Per als elements d'acer laminat del projecte executiu, s'han adoptat els següents valors:

$\gamma_{M0}$	1.05	relatiu a la plastificació del material.
$\gamma_{M1}$	1.05	relatiu a fenòmens d'inestabilitat.
$\gamma_{M2}$	1.25	relatiu a resistència última del material o secció, i a medis d'unió.
$\gamma_{M3}$	1.1	relatiu a la resistència al lliscat d'unions amb cargols pretesats en ELS.
$\gamma_{M3}$	1.25	relatiu a la resistència al lliscat d'unions amb cargols pretesats en ELU.
$\gamma_{M3}$	1.4	relatiu a la resistència al lliscat d'unions amb cargols pretesats en ELU, en el cas de forats ovals o amb sobre mesura.

Taula 29. Coeficients de minoració de resistència de l'acer laminat

#### 5.1.3.2 Coeficients de majoració d'accions

Paral·lelament als anteriors, els de majoració d'accions depenen del material. Amb aquest criteri s'observen els coeficients que a continuació es detallen.

Els coeficients considerats pels elements de formigó armat en el projecte executiu, segons tipifica el Código Estructural de 2021 en el seu apartat 6.4.4 de l'Annex 18, els coeficients de majoració considerats per a un nivell d'execució normal són els que es relacionen en la taula 1 per als Estats Límit Últim (ELU) i en la taula 2 per als Estats Límit de Servei (ELS).

Tipus d'Acció	Situació Persistent o transitoria		Situació accidental	
	Efecte Favorable	Efecte Desfavorable	Efecte Favorable	Efecte Desfavorable
Permanent	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,35$	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,00$
Pretesat	$\gamma_P=1,00$	$\gamma_P=1,00$	$\gamma_P=1,00$	$\gamma_P=1,00$
Permanent de valor no constant	$\gamma_{G^*}=1,00$	$\gamma_{G^*}=1,50$	$\gamma_{G^*}=1,00$	$\gamma_{G^*}=1,00$
Variable	$\gamma_Q=0,00$	$\gamma_Q=1,50$	$\gamma_Q=0,00$	$\gamma_Q=1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A=1,00$	$\gamma_A=1,00$

Taula 30. Coeficients de majoració de càrregues en elements de formigó armat i pretesat. Estats Límits Últims

Tipus d'Acció		Efecte Favorable	Efecte Desfavorable
		Permanent	$\gamma_G=1,00$
Pretesat	$\gamma_P=0,95$	$\gamma_P=1,05$	$\gamma_{II}=1,05$
	$\gamma_P=0,90$	$\gamma_P=1,10$	$\gamma_{II}=1,10$
Permanent de valor no constant		$\gamma_{G^*}=1,00$	$\gamma_{G^*}=1,00$
Variable		$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,00$

Taula 31. Coeficients de majoració de càrregues en elements de formigó armat i pretesat. Estats Límits de Servei.

En relació als coeficients adoptats pels elements d'acer laminat  $\gamma_C$ , es consideren els que estableix el Documento Básico SE Seguridad estructural, a la taula 4.1 del capítol 4.

Tipus de verificació		Efecte Desfavorable	Efecte Favorable
		<b>Resistència</b>	Permanents
Pes propi	1.35		0.8
Empenta del terreny	1.35		0.7
Pressió aigua	1.2		0.9
Variable	1,50		0,00
<b>Estabilitat</b>	Permanents		
	Pes propi	1.1	0.9
	Empenta del terreny	1.35	0.8
	Pressió aigua	1.05	0.95
	Variable	1.5	0

Taula 32. Coeficients parcials  $\gamma$  de seguretat per a accions

### 5.1.3.3 Coeficients de simultaneïtat

En la Taula següent es defineixen els valors dels coeficients de simultaneïtat de les accions:

Tipus d'Acció	Coeficient de Simultaneïtat		
	$\Psi_{,0}$	$\Psi_{,1}$	$\Psi_{,2}$
<b>SOBRECÀRREGA D'ÚS</b>			
Zones destinades al públic (categoria C)	0,7	0,7	0,6
Zones destinades al manteniment	0,0	0,0	0,0
Zones destinades a instal·lacions	0,7	0,7	0,0
<b>SOBRECÀRREGA DE NEU</b>	0,5	0,2	0,0
<b>CÀRREGA DE VENT</b>	0,6	0,5	0,0

Taula 33. Coeficients parcials  $\gamma$  de seguretat per a la fonamentació.

### 5.1.4 Hipòtesis de càlcul

Les hipòtesis de càlcul contemplades per a l'anàlisi de l'estructura que es presenta han estat diverses, en funció del material constituent d'un element o part de l'estructura, principalment. D'aquest mode es tenen els següents quadres d'hipòtesis considerades per a Estats Límit Últims (ELU) i Estats Límit de Servei (ELS).

Han estat considerades les hipòtesis que tipifica el Código Estructural de 2021 en l'apartat 6.4.3. de l'Annex 18, segons el detall:

- Per a Estats Límit Últims. Les situacions de projecte s'han abordat a partir dels següents criteris:

Situacions persistents o transitòries:

$$\sum_{j \geq 1} Y_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} Y_{G^*,j} G_{k,j}^* + Y_P P_k + Y_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} Y_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Situacions accidentals:

$$\sum_{j \geq 1} Y_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} Y_{G^*,j} G_{k,j}^* + Y_P P_k + Y_A A_k + Y_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} Y_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Per a Estats Límit de Servei. Les diferents situacions de projecte en general s'han abordat amb els següents criteris:

Combinació poc probable o característica

$$\sum_{j \geq 1} Y_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} Y_{G^*,j} G_{k,j}^* + Y_P P_k + Y_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} Y_{Q,i} \Psi_{0,1} Q_{k,i}$$

Combinació freqüent

$$\sum_{j \geq 1} Y_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} Y_{G^*,j} G_{k,j}^* + Y_P P_k + Y_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} Y_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Combinació quasi-permanent

$$\sum_{j \geq 1} Y_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} Y_{G^*,j} G^*_{k,j} + Y_P P_k + \sum_{i > 1} Y_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

On:

$G_{k,j}$  Valor característic de les accions permanents

$G^*_{k,j}$  Valor característic de les accions permanents de valor no constant

$P_k$  Valor característic de l'acció del pretesat

$Q_{k,1}$  Valor característic de l'acció variable determinant

$\psi_{0,i} Q_{k,i}$  Valor representatiu de combinació de les accions variables concomitants

$\psi_{1,1} Q_{k,1}$  Valor representatiu freqüent de l'acció variable determinant

$\psi_{2,i} Q_{k,i}$  Valors representatius quasi permanents de les accions variables amb l'acció determinant o amb l'acció accidental

$A_k$  Valor característic de l'acció accidental

$A_{E,k}$  Valor característic de l'acció sísmica

Cas simple	Nom	Definició
1	Pes Propi	Pes propi
2	Càrrega permanent	Coberta Superior
3		Façana
4		Coberta inferior
5		Càrrega addicional cel ras+instal.lacions
10		Manteniment
11	Sobrecàrrega d'ús	Instal·lacions
12		Públic
30		Vent Vx
31	Vent -Vx	
32	Vent Vy	
33	Vent -Vy	
35	Vent Vx – Succió coberta	
36	Vent Vy - Succió coberta	
37	Vent Vx – Pressió interna	
38	Vent Vy – Pressió interna	
40	Sobrecàrrega de Neu	
50	Càrrega permanent	Càrrega addicional coberta superior

Taula 34. Taula resum. Cas simple de càrrega considerat

Combinacions	Nom	Definició
100 (C)	ELS-GRAV	$(1+2+3+4+5+50+10+11+12)*1.00$
110 (C)	ELS+Vx	$(1+2+3+4+5+50+30+37)*1.00+(11+12)*0.70+40*0.50$
111 (C)	ELS-Vx	$(1+2+3+4+5+50+31+38)*1.00+(11+12)*0.70+40*0.50$
112 (C)	ELS+Vy	$(1+2+3+4+5+50+32)*1.00+(11+12)*0.70+40*0.50$
113 (C)	ELS-Vy	$(1+2+3+4+5+50+33)*1.00+(11+12)*0.70+40*0.50$
120 (C)	ELS Flecha Activa	$(3+50+10+11+12)*1.00$
121 (C)	ELS-Flecha Total	$(1+2+3+4+5+50)*1.00+(11+12)*0.60$
200 (C)	ELU-GRAV	$(1+2+3+4+5+50)*1.35+(10+11+12)*1.50$
210 (C)	ELU Vx+Grav	$(1+2+3+4+5+50)*1.35+(30+37)*1.50+(11+12)*1.05+40*0.75$
211 (C)	ELU-Vx+Grav	$(1+2+3+4+5+50)*1.35+(31+38)*1.50+(11+12)*1.05+40*0.75$
212 (C)	ELU Vy+Grav	$(1+2+3+4+5+50)*1.35+32*1.50+(11+12)*1.05+40*0.75$
213 (C)	ELU-Vy+Grav	$(1+2+3+4+5+50)*1.35+33*1.50+(11+12)*1.05+40*0.75$
220 (C)	ELU SN+Grav	$(1+2+3+4+5+50)*1.35+40*1.50+(11+12)*1.05+30*0.90$
221 (C)	ELU SN+Grav	$(1+2+3+4+5+50)*1.35+40*1.50+(11+12)*1.05+31*0.90$
222 (C)	ELU SN+Grav	$(1+2+3+4+5+50)*1.35+40*1.50+(11+12)*1.05+32*0.90$
223 (C)	ELU SN+Grav	$(1+2+3+4+5+50)*1.35+40*1.50+(11+12)*1.05+33*0.90$
224 (C)	Vx-Succió	$(1+2+3+4+5+50)*0.80+(35+38)*1.50$
225 (C)	Vy-Succió	$(1+2+3+4+5+50)*0.80+36*1.50$

Taula 35. Taula resum de les hipòtesis considerades.

### 5.1.5 Mètodes de càlcul.

Per a la determinació dels esforços en els elements estructurals s'han utilitzat, genèricament, els postulats bàsics de l'elasticitat i la resistència de materials, aplicant-los de forma diversa i a través de diferents metodologies, en funció de l'element o conjunt a analitzar, tal i com es detalla a continuació.

Per a la comprovació de les seccions d'acer, en general s'utilitzen les bases del càlcul elàstic, encara que en algunes unions es contemplen puntualment les consideracions del càlcul elàstic-plàstic.

### 5.1.6 Programes informàtics de càlcul utilitzats

Robot Millennium v21.0, [Robobat SA]. Anàlisi lineal i no lineal d'estructures de barres, làmines i sòlids pel mètode dels elements finits.

Post-processadors dels programes: Robot Millennium v21.0, CivilFEM v11.2.1, CYPE v2009.1, GiD v8.0.8 / Ramshell v8.0.8r3 i AGE v3.2

Diversos fulls de càlcul [BOMA slp]. destinats a la verificació i dimensionat de tots els elements resistents i a l'armat i dimensionat de les seccions.

### 5.1.7 Criteris de dimensionat

En el dimensionat dels elements que componen l'estructura ha estat considerada la satisfacció dels estats límits últims, ELU i els estats límits de servei, ELS, que es detallen a continuació:

- ELU d'equilibri: els efectes de càlcul estabilitzants sobrepassen als efectes de càlcul desestabilitzants.
- ELU d'esgotament enfront a les sol·licitacions: les forces internes capaces de desenvolupar-se en tota secció de l'estructura igualen o sobrepassen les forces de càlcul que les sol·liciten.
- ELU d'inestabilitat: les forces internes capaces de desenvolupar-se en tota secció de l'estructura igualen o sobrepassen les forces de càlcul que les sol·liciten sumades a les derivades dels efectes de segon ordre o de inestabilitat.
- ELS de deformació: el dimensionat ha estat realitzat en base a l'establert a l'apartat 4.3.3 del DB SE. Això és:

En el cas de considerar la integritat dels elements constructius, considerant les deformacions que es produeixen després de la posada en obra de l'element (totes les càrregues excepte el pes propi de l'element estructural), limitant-les als valors exposats a la taula següent:

Tipus de tancament	Valor fletxa/llum
Coberta	1/300

*Taula 36. Valors admissibles fletxa / llum*

En el cas de tenir en compte el confort dels usuaris, considerant les deformacions produïdes per les accions de curta durada (accions variables): a L/350 (essent L la llum de l'element).

En el cas de considerar l'aparença de l'obra, considerant les deformacions produïdes per qualsevol combinació d'accions quasi permanent: L/300 (essent L la llum de l'element).

En el cas de desplaçaments horitzontals, s'ha considerat un desplom relatiu entre plantes de 1/250 i un desplom total de 1/500 respecte l'alçada de tot l'edifici.

### 5.1.8 Normativa d'aplicació

CTE "Código Técnico de la Edificación". Real Decreto 314/2006, (BOE: 28/03/06) (modificació BOE: 25/01/08)"

Código Estructural, Real Decreto 470/2021, (BOE 10/08/2021)

NCSE-02, "Norma de construcción sismorresistente: Parte general y edificación". Real Decreto 997/2002 (BOE: 11/10/02)

RC-08, "Instrucción para la recepción de cementos" Real Decreto 956/2008(BOE: 19/06/2008) (modificació BOE: 11/09/2008)

EUROCÓDIGO 0: Bases de cálculo de estructuras

EUROCÓDIGO 1: Acciones en estructuras

## 5.2 Determinació de la càrrega màxima admissible en la fonamentació existent

Segons la geometria i la càrrega de dimensionament referida als plànols de fonaments recollits en el projecte executiu, es diferencien tres tipologies de sabates: T1, T2 i T3.

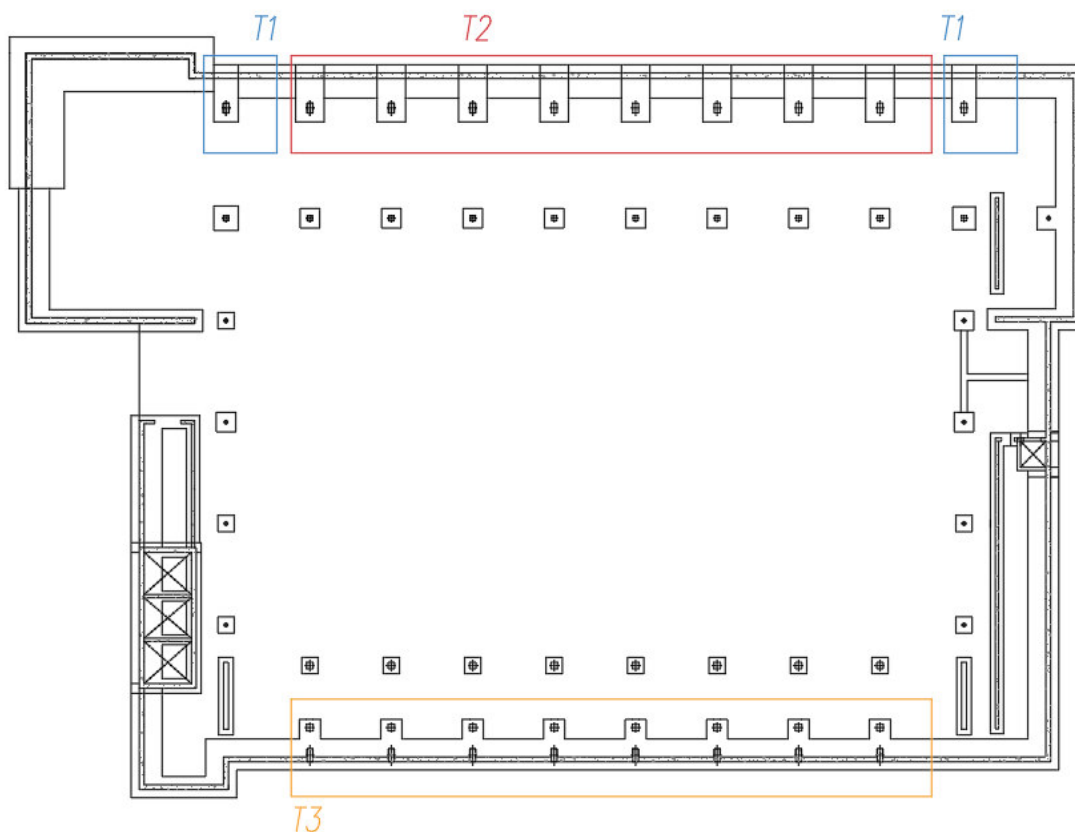


Figura 28: Estat actual de la fonamentació existent.

Segons l'Estudi geotècnic del Consorci lleidatà de control, es defineix la tensió admissible del terreny com a  $\sigma=4,2 \text{ kg/cm}^2$ . S'obté el valor màxim d'esforç axil que admet la fonamentació existent. Diferenciem tres tipologies de sabates existents que afecten al suport de la coberta.

Tipus	Geometria sabata	Axil màxim referit plànols fonaments Projecte executiu (N1)	Tensió de terreny considerada	Axil Màxim Admissible (Nmáx)
<b>T1 (eix 1)</b>	150x170x80	755.1 kN	4.20 kg/cm <sup>2</sup>	<b>1071 kN</b>
<b>T2(eix 1)</b>	175x185x80	1196.6 kN		<b>1359.75 kN</b>
<b>T3(eix 9)</b>	130x175x80	591.2 kN		<b>955.5 kN</b>

Taula 37. Resum axil màxim admissible.

En les bases de càlcul s'ha determinat l'estat de càrregues d'acord amb la solució de coberta existent.

En primer lloc s'ha revisat la càrrega a repercutir en els fonaments existents, tenint en compte l'estat de càrregues determinat en l'informe de viabilitat, incrementant la càrrega permanent com a

conseqüència del pes propi del cel ras de fusta i de les instal·lacions que graviten en les corretges del pla inferior de la coberta actual segons el quadre resum adjunt.

	Expedient 11540		Revisió estat de càrregues		Increment considerat	
Coberta inferior	1.70	kN/m <sup>2</sup>	2.00	kN/m <sup>2</sup>	0.30	kN/m <sup>2</sup>
Coberta superior	1.50	kN/m <sup>2</sup>	1.90	kN/m <sup>2</sup>	0.40	kN/m <sup>2</sup>
Coberta instal·lacions	10.70	kN/m <sup>2</sup>	10.70	kN/m <sup>2</sup>	0.00	kN/m <sup>2</sup>

Taula 38. Resum increment de càrrega considerada en l'estudi per cel ras i instal·lacions (N2).

Tipus	Axil Màxim Admissible (Nmáx)		Increment Axil considerat en l'informe (N2)		Increment de càrrega admissible (Nad)		Increment càrrega superficial coberta superior	
<b>T1 (eix 1)</b>	1071	kN	73.22	kN/m <sup>2</sup>	242.68	kN	4.64	kN/m <sup>2</sup>
<b>T2 (eix 1)</b>	1359.75	kN	73.22	kN/m <sup>2</sup>	89.93	kN	<b>1.72</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>
<b>T3 (eix 9)</b>	955.5	kN	80.21	kN/m <sup>2</sup>	284.09	kN	4.96	kN/m <sup>2</sup>

Taula 39. Increment màxim admissible superficial

Es conclou que la màxima càrrega superficial admissible a addicionar en la coberta superior és de 1,72 kN/m<sup>2</sup>, sense necessitat d'intervenció de reforç en la fonamentació.

### 5.3 Viabilitat d'augment de la càrrega permanent en la coberta superior

Un cop determinada la màxima càrrega addicional que permet la fonamentació existent, sense considerar la possibilitat de reforç, s'analitza la viabilitat d'un augment de les càrregues permanents en l'acabat de la coberta superior, que permeti recuperar l'estanqueïtat amb solució de coberta pesant.

S'utilitzen les noves bases de càlcul descrites en l'aparat 5.1 del present document i que es corresponen amb les solucions adoptades a l'edifici.

S'identifica el tipus de nus en base, als plànols de taller redactats per l'empresa Monvaga, adjudicatària de l'execució de l'estructura metàl·lica i aprovats per BAC Engineering Consultancy Group i corroborats en la visita a l'emplaçament:

- Les unions de muntants i diagonals amb els cordons superior i inferior de l'encavallada es resolen com a nusos rígids amb xapes de continuïtat.
- Les corretges de suport dels acabats de coberta i els arriostaments horitzontals s'han resolt com a unions articulades en el seu pla.

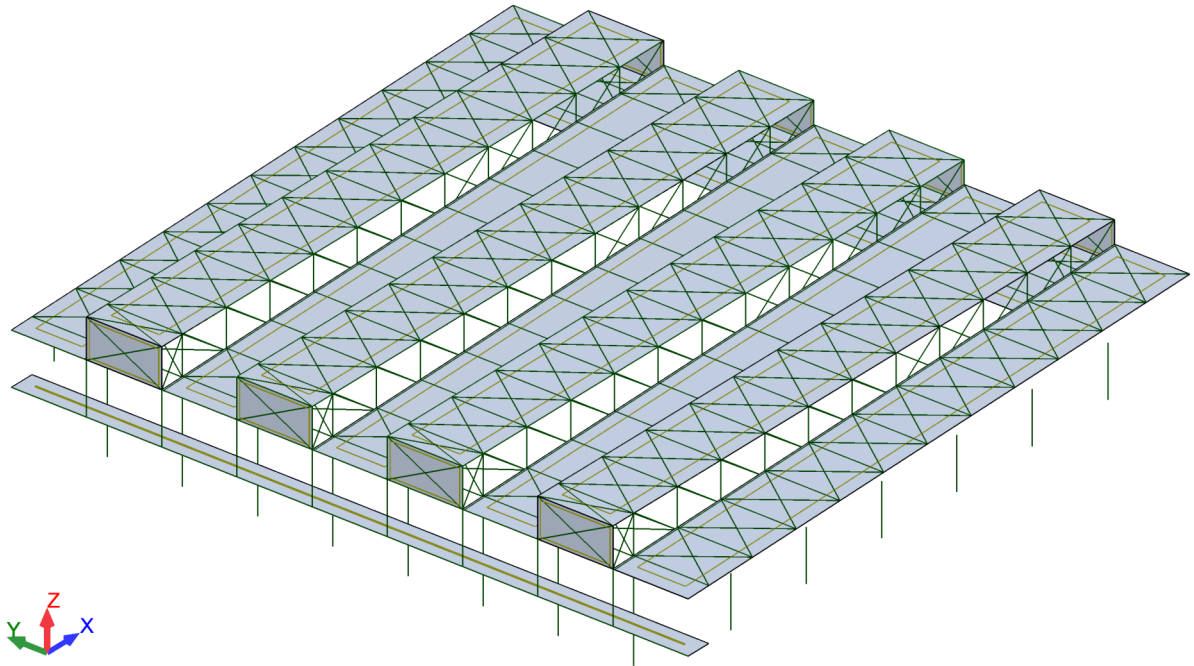


Figura 29: Vista General model de càlcul

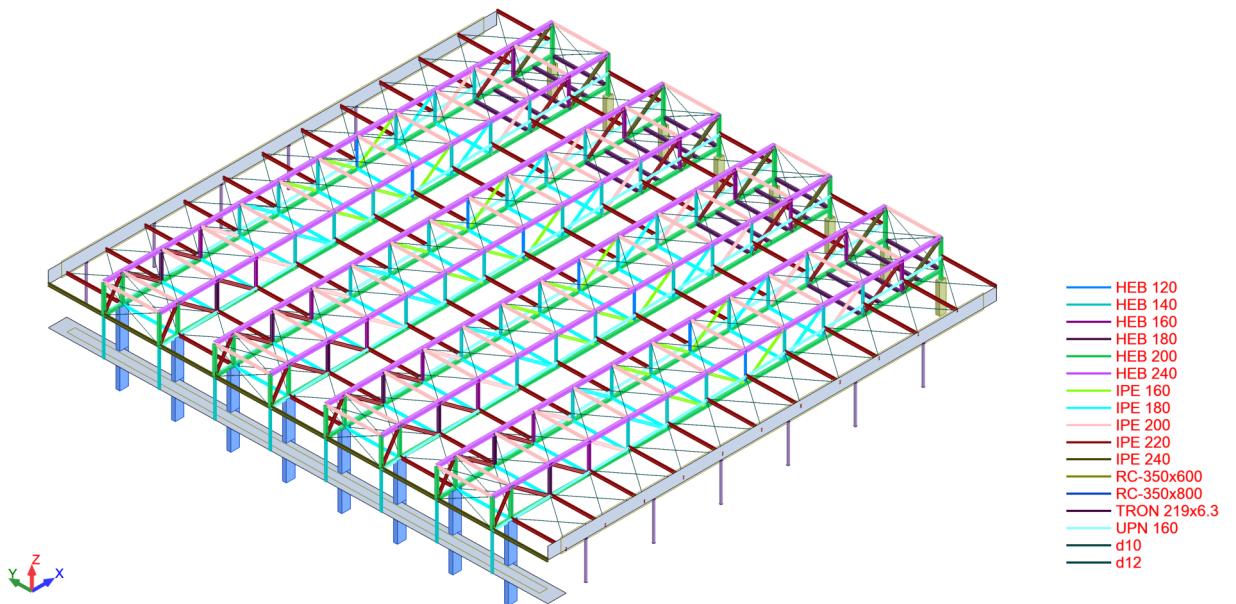


Figura 30: Geometria general.. Seccions metàl·liques

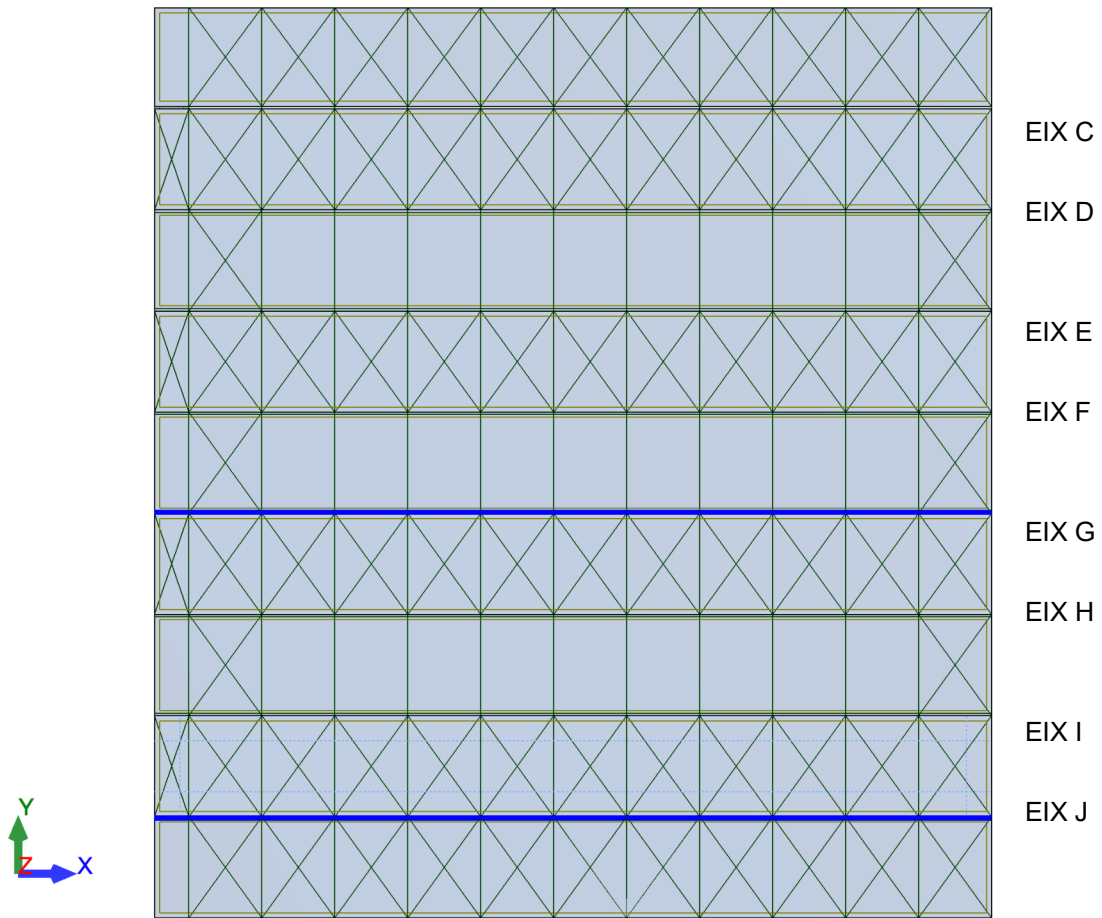


Figura 31: Geometria general.. Seccions metàl·liques

La coberta s'ha analitzat diferenciant l'encavallada exposada a l'acció del vent en sentit "y" situada en orientació sud (Eix J) i l'encavallada considerada que resta protegida de l'acció del vent per la seva posició en planta (eix G).

- Encavallada eix J (E1):

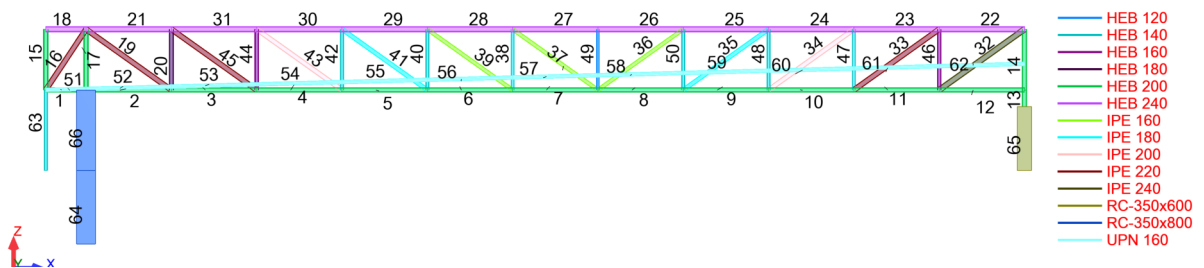


Figura 32: Secció tipus Geometria general. Numeració de barres Encavallada Eix J. Exposada a l'acció del vent (E1)

- Encavallada eix G (E2) protegida:

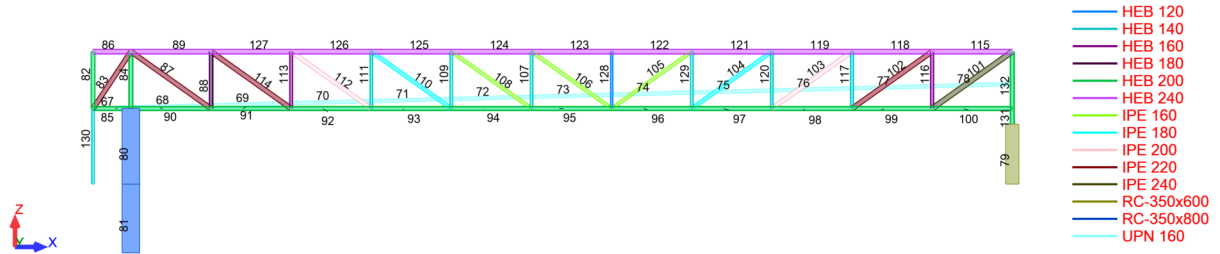


Figura 33: Secció tipus Geometria general. Numeració de barres Encavallada Eix G. Protegida a l'acció del vent (E2)

### 5.3.1 Escenari 1: Estat actual. Revisió de càrregues.

L'escenari 1 representa l'estat actual de l'estructura general, considerant les càrregues referides en l'apartat 5.1 on es descriuen les bases de càlcul considerades en l'anàlisi qualitatiu, d'acord amb les noves consideracions de càrrega arran de la visita a l'emplaçament.

#### 5.3.1.1 Nivell inferior: corretges i arriostaments

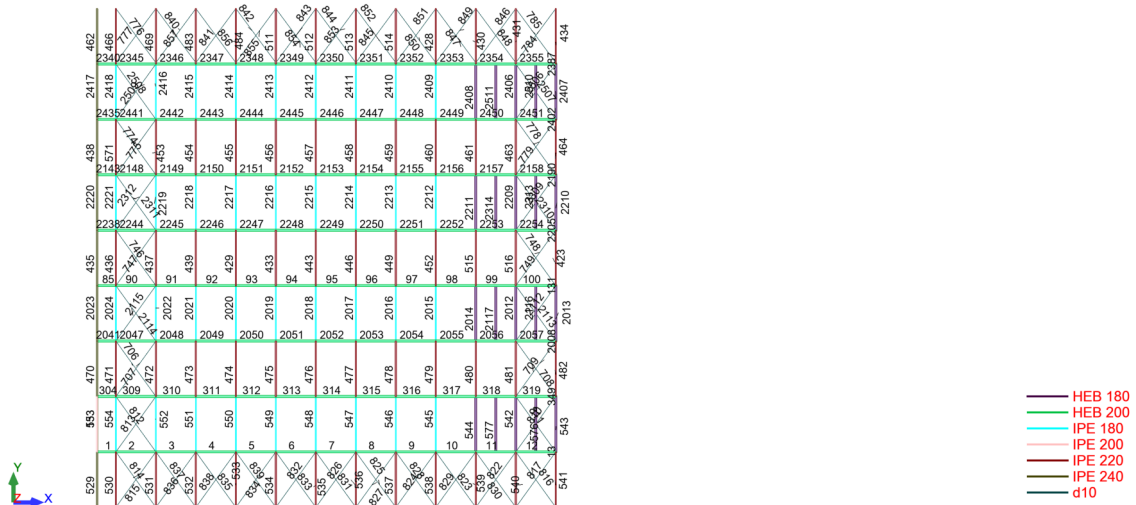


Figura 34: Numeració de barres. Secció tipus corretges

Corretges nivell inferior						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol·licitud	Combinació
423	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.27	222 ELU SN+Grav
428	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.4	222 ELU SN+Grav
429	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.45	222 ELU SN+Grav
430	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.44	222 ELU SN+Grav
431	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.4	222 ELU SN+Grav
433	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.39	222 ELU SN+Grav
434	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.31	222 ELU SN+Grav

Corretges nivell inferior						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol·licitud	Combinació
435	IPE 240	S 275	50.13	185.68	0.08	222 ELU SN+Grav
436	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.3	220 ELU SN+Grav
437	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.48	223 ELU SN+Grav
438	IPE 240	S 275	50.13	185.68	0.13	212 ELU Vy+Grav
439	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.5	223 ELU SN+Grav
443	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.33	222 ELU SN+Grav
446	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.36	223 ELU SN+Grav
449	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.4	223 ELU SN+Grav
452	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.42	223 ELU SN+Grav
453	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.48	222 ELU SN+Grav
454	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.51	222 ELU SN+Grav
455	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.45	222 ELU SN+Grav
456	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.39	222 ELU SN+Grav
457	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.34	222 ELU SN+Grav
458	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.36	222 ELU SN+Grav
459	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.4	222 ELU SN+Grav
460	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.42	222 ELU SN+Grav
461	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.46	222 ELU SN+Grav
462	IPE 240	S 275	50.13	185.68	0.19	212 ELU Vy+Grav
463	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.44	222 ELU SN+Grav
464	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.29	222 ELU SN+Grav
466	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.31	222 ELU SN+Grav
469	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.5	222 ELU SN+Grav
470	IPE 240	S 275	50.13	185.68	0.12	213 ELU-Vy+Grav
471	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.3	223 ELU SN+Grav
472	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.48	223 ELU SN+Grav
473	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.51	223 ELU SN+Grav
474	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.45	223 ELU SN+Grav
475	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.39	223 ELU SN+Grav
476	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.34	223 ELU SN+Grav
477	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.36	223 ELU SN+Grav
478	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.41	223 ELU SN+Grav
479	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.42	223 ELU SN+Grav
480	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.46	223 ELU SN+Grav
481	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.44	223 ELU SN+Grav
482	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.29	223 ELU SN+Grav
483	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.53	222 ELU SN+Grav
484	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.47	222 ELU SN+Grav
511	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.41	222 ELU SN+Grav
512	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.35	222 ELU SN+Grav

Corretges nivell inferior						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol·licitud	Combinació
513	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.34	222 ELU SN+Grav
514	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.39	222 ELU SN+Grav
515	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.46	223 ELU SN+Grav
516	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.44	223 ELU SN+Grav
529	IPE 240	S 275	50.13	185.68	0.2	213 ELU-Vy+Grav
530	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.29	223 ELU SN+Grav
531	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.48	223 ELU SN+Grav
532	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.5	223 ELU SN+Grav
533	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.55	223 ELU SN+Grav
534	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.18	223 ELU SN+Grav
535	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.43	223 ELU SN+Grav
536	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.35	223 ELU SN+Grav
537	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.4	223 ELU SN+Grav
538	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.41	223 ELU SN+Grav
539	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.45	223 ELU SN+Grav
540	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.4	223 ELU SN+Grav
541	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.35	213 ELU-Vy+Grav
542	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAY
543	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.34	200 ELU-GRAY
544	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.54	200 ELU-GRAY
545	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	213 ELU-Vy+Grav
546	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	213 ELU-Vy+Grav
547	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	213 ELU-Vy+Grav
548	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	213 ELU-Vy+Grav
549	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	213 ELU-Vy+Grav
550	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	213 ELU-Vy+Grav
551	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	213 ELU-Vy+Grav
552	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.2	213 ELU-Vy+Grav
553	IPE 240	S 275	50.13	185.68	0.51	210 ELU Vx+Grav
554	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.11	213 ELU-Vy+Grav
571	IPE 220	S 275	54.86	201.79	0.3	222 ELU SN+Grav
576	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAY
577	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAY
2012	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAY
2013	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.34	200 ELU-GRAY
2014	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.54	200 ELU-GRAY
2015	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	213 ELU-Vy+Grav
2016	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	213 ELU-Vy+Grav
2017	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	213 ELU-Vy+Grav
2018	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	213 ELU-Vy+Grav

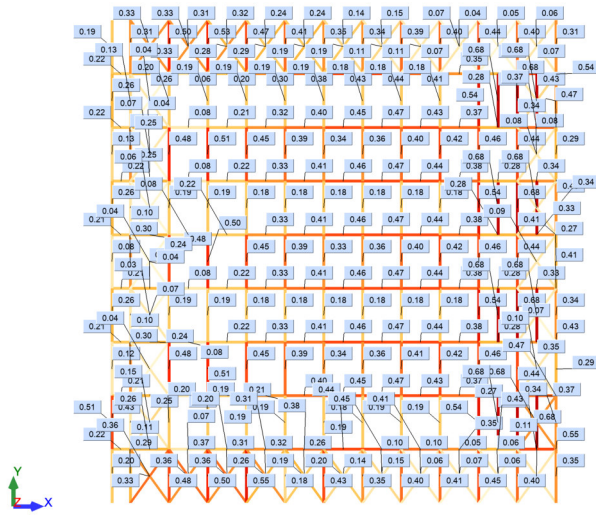
Corretges nivell inferior						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol·licitud	Combinació
2019	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	213 ELU-Vy+Grav
2020	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	213 ELU-Vy+Grav
2021	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	213 ELU-Vy+Grav
2022	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	213 ELU-Vy+Grav
2023	IPE 240	S 275	50.13	185.68	0.26	210 ELU Vx+Grav
2024	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.1	213 ELU-Vy+Grav
2116	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAV
2117	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAV
2209	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAV
2210	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.34	200 ELU-GRAV
2211	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.54	200 ELU-GRAV
2212	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	212 ELU Vy+Grav
2213	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	212 ELU Vy+Grav
2214	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	212 ELU Vy+Grav
2215	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	212 ELU Vy+Grav
2216	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	212 ELU Vy+Grav
2217	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	212 ELU Vy+Grav
2218	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	212 ELU Vy+Grav
2219	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	212 ELU Vy+Grav
2220	IPE 240	S 275	50.13	185.68	0.26	210 ELU Vx+Grav
2221	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.1	212 ELU Vy+Grav
2313	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAV
2314	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAV
2406	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAV
2407	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.34	200 ELU-GRAV
2408	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.54	200 ELU-GRAV
2409	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	212 ELU Vy+Grav
2410	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	212 ELU Vy+Grav
2411	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.18	212 ELU Vy+Grav
2412	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	212 ELU Vy+Grav
2413	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	212 ELU Vy+Grav
2414	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	212 ELU Vy+Grav
2415	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.19	212 ELU Vy+Grav
2416	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.2	212 ELU Vy+Grav
2417	IPE 240	S 275	50.13	185.68	0.26	210 ELU Vx+Grav
2418	IPE 180	S 275	67.42	243.65	0.13	212 ELU Vy+Grav
2510	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAV
2511	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAV

Taula 40. Justificació Estat límit Últim. Corretges nivell inferior

Arriostaments. Nivell inferior						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
706	d10	S 275	-	-	0.06	210 ELU Vx+Grav
707	d10	S 275	-	-	0.04	211 ELU-Vx+Grav
708	d10	S 275	-	-	0.1	212 ELU Vy+Grav
709	d10	S 275	-	-	0.1	213 ELU-Vy+Grav
746	d10	S 275	-	-	0.04	212 ELU Vy+Grav
747	d10	S 275	-	-	0.04	213 ELU-Vy+Grav
748	d10	S 275	-	-	0.07	212 ELU Vy+Grav
749	d10	S 275	-	-	0.09	213 ELU-Vy+Grav
774	d10	S 275	-	-	0.04	211 ELU-Vx+Grav
775	d10	S 275	-	-	0.07	210 ELU Vx+Grav
776	d10	S 275	-	-	0.33	221 ELU SN+Grav
777	d10	S 275	-	-	0.33	221 ELU SN+Grav
778	d10	S 275	-	-	0.08	212 ELU Vy+Grav
779	d10	S 275	-	-	0.08	213 ELU-Vy+Grav
784	d10	S 275	-	-	0.06	210 ELU Vx+Grav
785	d10	S 275	-	-	0.07	210 ELU Vx+Grav
810	d10	S 275	-	-	0.31	212 ELU Vy+Grav
811	d10	S 275	-	-	0.33	212 ELU Vy+Grav
812	d10	S 275	-	-	0.1	212 ELU Vy+Grav
813	d10	S 275	-	-	0.15	212 ELU Vy+Grav
814	d10	S 275	-	-	0.33	221 ELU SN+Grav
815	d10	S 275	-	-	0.36	221 ELU SN+Grav
816	d10	S 275	-	-	0.06	210 ELU Vx+Grav
817	d10	S 275	-	-	0.11	220 ELU SN+Grav
822	d10	S 275	-	-	0.06	210 ELU Vx+Grav
823	d10	S 275	-	-	0.07	211 ELU-Vx+Grav
824	d10	S 275	-	-	0.06	211 ELU-Vx+Grav
825	d10	S 275	-	-	0.15	211 ELU-Vx+Grav
826	d10	S 275	-	-	0.14	211 ELU-Vx+Grav
827	d10	S 275	-	-	0.1	211 ELU-Vx+Grav
828	d10	S 275	-	-	0.1	211 ELU-Vx+Grav
829	d10	S 275	-	-	0.05	210 ELU Vx+Grav
830	d10	S 275	-	-	0.06	210 ELU Vx+Grav
831	d10	S 275	-	-	0.2	221 ELU SN+Grav
832	d10	S 275	-	-	0.19	221 ELU SN+Grav
833	d10	S 275	-	-	0.26	221 ELU SN+Grav
834	d10	S 275	-	-	0.26	221 ELU SN+Grav
835	d10	S 275	-	-	0.36	221 ELU SN+Grav
836	d10	S 275	-	-	0.36	221 ELU SN+Grav
837	d10	S 275	-	-	0.37	221 ELU SN+Grav

Arriostaments. Nivell inferior						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
838	d10	S 275	-	-	0.31	221 ELU SN+Grav
839	d10	S 275	-	-	0.32	221 ELU SN+Grav
840	d10	S 275	-	-	0.31	221 ELU SN+Grav
841	d10	S 275	-	-	0.32	221 ELU SN+Grav
842	d10	S 275	-	-	0.24	221 ELU SN+Grav
843	d10	S 275	-	-	0.24	221 ELU SN+Grav
844	d10	S 275	-	-	0.14	211 ELU-Vx+Grav
845	d10	S 275	-	-	0.15	211 ELU-Vx+Grav
846	d10	S 275	-	-	0.05	211 ELU-Vx+Grav
847	d10	S 275	-	-	0.04	211 ELU-Vx+Grav
848	d10	S 275	-	-	0.04	210 ELU Vx+Grav
849	d10	S 275	-	-	0.07	211 ELU-Vx+Grav
850	d10	S 275	-	-	0.07	211 ELU-Vx+Grav
851	d10	S 275	-	-	0.11	211 ELU-Vx+Grav
852	d10	S 275	-	-	0.11	211 ELU-Vx+Grav
853	d10	S 275	-	-	0.19	221 ELU SN+Grav
854	d10	S 275	-	-	0.19	221 ELU SN+Grav
855	d10	S 275	-	-	0.29	221 ELU SN+Grav
856	d10	S 275	-	-	0.28	221 ELU SN+Grav
857	d10	S 275	-	-	0.33	221 ELU SN+Grav
2112	d10	S 275	-	-	0.07	213 ELU-Vy+Grav
2113	d10	S 275	-	-	0.05	213 ELU-Vy+Grav
2114	d10	S 275	-	-	0.07	213 ELU-Vy+Grav
2115	d10	S 275	-	-	0.03	212 ELU Vy+Grav
2309	d10	S 275	-	-	0.08	213 ELU-Vy+Grav
2310	d10	S 275	-	-	0.07	213 ELU-Vy+Grav
2311	d10	S 275	-	-	0.05	213 ELU-Vy+Grav
2312	d10	S 275	-	-	0.06	212 ELU Vy+Grav
2506	d10	S 275	-	-	0.12	213 ELU-Vy+Grav
2507	d10	S 275	-	-	0.11	213 ELU-Vy+Grav
2508	d10	S 275	-	-	0.1	213 ELU-Vy+Grav
2509	d10	S 275	-	-	0.04	213 ELU-Vy+Grav

Taula 41. Justificació Estat límit Últim. Arriostaments nivell inferior



casos: 200 210A213 220A225 envoltant superior

Figura 35: Sol.licitud màxima del nivell inferior de coberta

### 5.3.1.2 Nivell superior: corretges i arriostaments



Figura 36: Numeració de barres. Secció tipus

Corretges nivell superior						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
133	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.43	210 ELU Vx+Grav
555	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.18	213 ELU-Vy+Grav
556	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.13	223 ELU SN+Grav
557	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.41	224 Vx-Succió
558	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.41	224 Vx-Succió

Corretges nivell superior						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
559	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
560	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
561	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
562	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
563	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
564	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
565	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
567	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.3	224 Vx-Succió
2025	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2026	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	211 ELU-Vx+Grav
2027	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2028	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2029	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2030	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2031	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2032	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2033	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2034	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2035	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2036	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.43	210 ELU Vx+Grav
2037	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.31	224 Vx-Succió
2222	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2223	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	211 ELU-Vx+Grav
2224	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2225	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2226	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2227	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2228	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2229	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2230	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2231	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2232	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2233	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.43	210 ELU Vx+Grav
2234	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.31	224 Vx-Succió
2419	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2420	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.1	212 ELU Vy+Grav
2421	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2422	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2423	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2424	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió

Corretges nivell superior						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
2425	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2426	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2427	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2428	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2429	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.42	224 Vx-Succió
2430	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.43	210 ELU Vx+Grav
2431	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.31	224 Vx-Succió
2522	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0	200 ELU-GRAV

Taula 42. Justificació Estat límit Últim. Corretges nivell superior

Arriostaments nivell superior						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
786	d10	S 275	-	-	0.8	212 ELU Vy+Grav
787	d10	S 275	-	-	0.69	212 ELU Vy+Grav
788	d10	S 275	-	-	0.66	212 ELU Vy+Grav
789	d10	S 275	-	-	0.84	212 ELU Vy+Grav
790	d10	S 275	-	-	0.55	212 ELU Vy+Grav
791	d10	S 275	-	-	0.77	212 ELU Vy+Grav
792	d10	S 275	-	-	0.4	212 ELU Vy+Grav
793	d10	S 275	-	-	0.64	212 ELU Vy+Grav
794	d10	S 275	-	-	0.24	212 ELU Vy+Grav
795	d10	S 275	-	-	0.48	212 ELU Vy+Grav
796	d10	S 275	-	-	0.13	213 ELU-Vy+Grav
797	d10	S 275	-	-	0.31	212 ELU Vy+Grav
798	d10	S 275	-	-	0.11	222 ELU SN+Grav
799	d10	S 275	-	-	0.18	223 ELU SN+Grav
800	d10	S 275	-	-	0.29	212 ELU Vy+Grav
801	d10	S 275	-	-	0.24	213 ELU-Vy+Grav
802	d10	S 275	-	-	0.48	212 ELU Vy+Grav
803	d10	S 275	-	-	0.31	212 ELU Vy+Grav
804	d10	S 275	-	-	0.68	212 ELU Vy+Grav
805	d10	S 275	-	-	0.56	212 ELU Vy+Grav
806	d10	S 275	-	-	0.92	212 ELU Vy+Grav
807	d10	S 275	-	-	0.87	212 ELU Vy+Grav
808	d10	S 275	-	-	0.79	212 ELU Vy+Grav
809	d10	S 275	-	-	0.79	212 ELU Vy+Grav
2088	d10	S 275	-	-	0.3	213 ELU-Vy+Grav
2089	d10	S 275	-	-	0.42	213 ELU-Vy+Grav
2090	d10	S 275	-	-	0.41	213 ELU-Vy+Grav
2091	d10	S 275	-	-	0.3	212 ELU Vy+Grav

Arriostaments nivell superior						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
2092	d10	S 275	-	-	0.36	213 ELU-Vy+Grav
2093	d10	S 275	-	-	0.28	212 ELU Vy+Grav
2094	d10	S 275	-	-	0.3	213 ELU-Vy+Grav
2095	d10	S 275	-	-	0.25	212 ELU Vy+Grav
2096	d10	S 275	-	-	0.23	213 ELU-Vy+Grav
2097	d10	S 275	-	-	0.21	212 ELU Vy+Grav
2098	d10	S 275	-	-	0.16	223 ELU SN+Grav
2099	d10	S 275	-	-	0.15	212 ELU Vy+Grav
2100	d10	S 275	-	-	0.15	222 ELU SN+Grav
2101	d10	S 275	-	-	0.15	213 ELU-Vy+Grav
2102	d10	S 275	-	-	0.18	212 ELU Vy+Grav
2103	d10	S 275	-	-	0.21	213 ELU-Vy+Grav
2104	d10	S 275	-	-	0.23	212 ELU Vy+Grav
2105	d10	S 275	-	-	0.27	213 ELU-Vy+Grav
2106	d10	S 275	-	-	0.27	212 ELU Vy+Grav
2107	d10	S 275	-	-	0.31	213 ELU-Vy+Grav
2108	d10	S 275	-	-	0.33	212 ELU Vy+Grav
2109	d10	S 275	-	-	0.36	213 ELU-Vy+Grav
2110	d10	S 275	-	-	0.29	213 ELU-Vy+Grav
2111	d10	S 275	-	-	0.29	213 ELU-Vy+Grav
2285	d10	S 275	-	-	0.3	212 ELU Vy+Grav
2286	d10	S 275	-	-	0.4	213 ELU-Vy+Grav
2287	d10	S 275	-	-	0.39	213 ELU-Vy+Grav
2288	d10	S 275	-	-	0.32	212 ELU Vy+Grav
2289	d10	S 275	-	-	0.34	213 ELU-Vy+Grav
2290	d10	S 275	-	-	0.3	212 ELU Vy+Grav
2291	d10	S 275	-	-	0.28	213 ELU-Vy+Grav
2292	d10	S 275	-	-	0.27	212 ELU Vy+Grav
2293	d10	S 275	-	-	0.21	213 ELU-Vy+Grav
2294	d10	S 275	-	-	0.22	212 ELU Vy+Grav
2295	d10	S 275	-	-	0.14	223 ELU SN+Grav
2296	d10	S 275	-	-	0.17	212 ELU Vy+Grav
2297	d10	S 275	-	-	0.13	222 ELU SN+Grav
2298	d10	S 275	-	-	0.17	213 ELU-Vy+Grav
2299	d10	S 275	-	-	0.16	212 ELU Vy+Grav
2300	d10	S 275	-	-	0.23	213 ELU-Vy+Grav
2301	d10	S 275	-	-	0.21	212 ELU Vy+Grav
2302	d10	S 275	-	-	0.28	213 ELU-Vy+Grav
2303	d10	S 275	-	-	0.25	212 ELU Vy+Grav
2304	d10	S 275	-	-	0.33	213 ELU-Vy+Grav

Arriostaments nivell superior						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.llicitud	Combinació
2305	d10	S 275	-	-	0.33	213 ELU-Vy+Grav
2306	d10	S 275	-	-	0.38	213 ELU-Vy+Grav
2307	d10	S 275	-	-	0.31	213 ELU-Vy+Grav
2308	d10	S 275	-	-	0.31	213 ELU-Vy+Grav
2482	d10	S 275	-	-	0.3	213 ELU-Vy+Grav
2483	d10	S 275	-	-	0.41	213 ELU-Vy+Grav
2484	d10	S 275	-	-	0.42	213 ELU-Vy+Grav
2485	d10	S 275	-	-	0.28	212 ELU Vy+Grav
2486	d10	S 275	-	-	0.38	213 ELU-Vy+Grav
2487	d10	S 275	-	-	0.27	212 ELU Vy+Grav
2488	d10	S 275	-	-	0.32	213 ELU-Vy+Grav
2489	d10	S 275	-	-	0.24	212 ELU Vy+Grav
2490	d10	S 275	-	-	0.25	213 ELU-Vy+Grav
2491	d10	S 275	-	-	0.19	212 ELU Vy+Grav
2492	d10	S 275	-	-	0.18	223 ELU SN+Grav
2493	d10	S 275	-	-	0.14	212 ELU Vy+Grav
2494	d10	S 275	-	-	0.17	221 ELU SN+Grav
2495	d10	S 275	-	-	0.13	213 ELU-Vy+Grav
2496	d10	S 275	-	-	0.19	212 ELU Vy+Grav
2497	d10	S 275	-	-	0.19	213 ELU-Vy+Grav
2498	d10	S 275	-	-	0.24	212 ELU Vy+Grav
2499	d10	S 275	-	-	0.24	213 ELU-Vy+Grav
2500	d10	S 275	-	-	0.28	212 ELU Vy+Grav
2501	d10	S 275	-	-	0.28	213 ELU-Vy+Grav
2502	d10	S 275	-	-	0.34	212 ELU Vy+Grav
2503	d10	S 275	-	-	0.34	213 ELU-Vy+Grav
2504	d10	S 275	-	-	0.27	212 ELU Vy+Grav
2505	d10	S 275	-	-	0.27	213 ELU-Vy+Grav

Taula 43. Justificació Estat límit Últim. Arriostaments nivell inferior

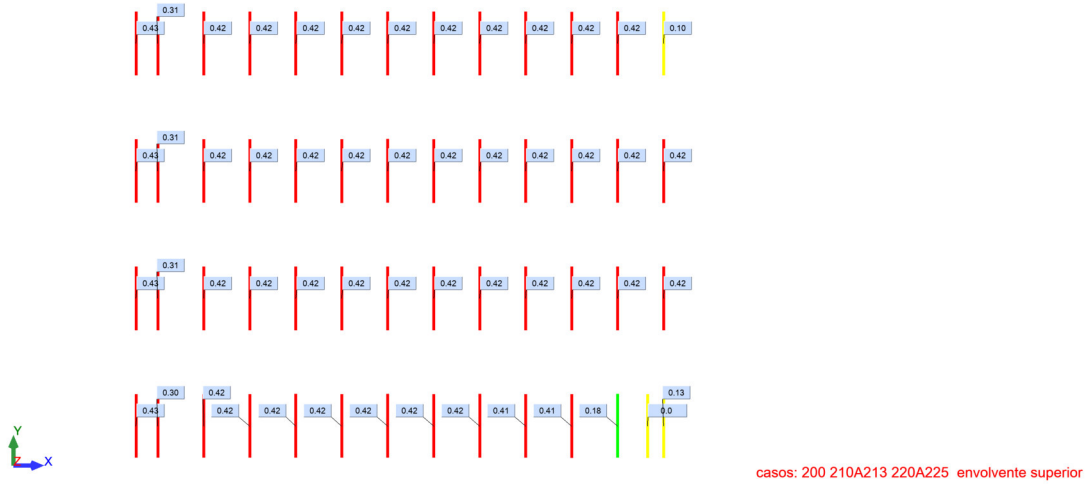


Figura 37: Sol·licitud màxima nivell superior de coberta

5.3.1.3 Encavallada eix J (E1) exposada:

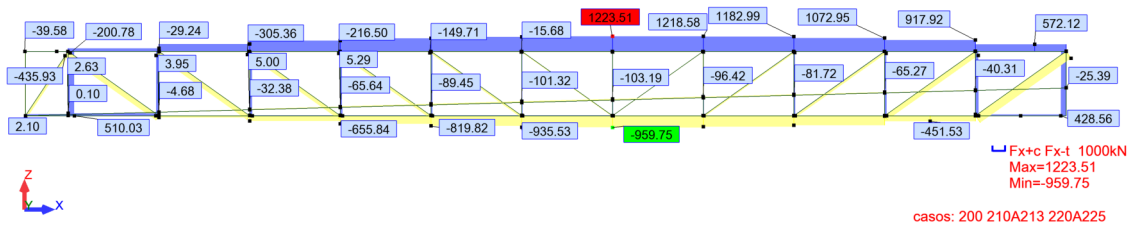


Figura 38: Axil (Fx). Encavallada eix J (E1)

Cordó superior Encavallada Eix J (exposada)						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
18	HEB 240	S 275	16.49	27.94	0.14	223 ELU SN+Grav
21	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.2	222 ELU SN+Grav
22	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.29	200 ELU-GRAV
23	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.46	200 ELU-GRAV
24	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.53	222 ELU SN+Grav
25	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.58	222 ELU SN+Grav
26	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.6	222 ELU SN+Grav
27	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.61	222 ELU SN+Grav
28	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.58	222 ELU SN+Grav
29	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.52	222 ELU SN+Grav
30	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.43	222 ELU SN+Grav
31	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.3	222 ELU SN+Grav

Cordó inferior Encavallada Eix J (exposada)						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
1	HEB 200	S 275	19.9	33.56	0.22	220 ELU SN+Grav
2	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.26	221 ELU SN+Grav
3	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.07	222 ELU SN+Grav
4	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.2	222 ELU SN+Grav
5	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.31	222 ELU SN+Grav
6	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.38	222 ELU SN+Grav
7	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.44	222 ELU SN+Grav
8	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.45	222 ELU SN+Grav
9	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.41	200 ELU-GRAV
10	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.35	200 ELU-GRAV
11	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.27	200 ELU-GRAV
12	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.43	200 ELU-GRAV

Muntants Encavallada Eix J (exposada)						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
13	HEB 200	S 275	8.2	13.82	0.55	200 ELU-GRAV
14	HEB 200	S 275	29.97	50.54	0.36	212 ELU Vy+Grav
15	HEB 200	S 275	29.97	50.54	0.11	221 ELU SN+Grav
17	HEB 200	S 275	29.97	50.54	0.3	223 ELU SN+Grav
20	HEB 180	S 275	33.41	56.02	0.28	223 ELU SN+Grav
38	HEB 140	S 275	43.19	71.57	0.15	213 ELU-Vy+Grav
40	HEB 140	S 275	43.19	71.57	0.21	223 ELU SN+Grav
42	HEB 140	S 275	43.19	71.57	0.3	223 ELU SN+Grav
44	HEB 160	S 275	37.77	63.23	0.28	223 ELU SN+Grav
46	HEB 160	S 275	37.77	63.23	0.47	212 ELU Vy+Grav
47	HEB 140	S 275	43.19	71.57	0.31	223 ELU SN+Grav
48	HEB 140	S 275	43.19	71.57	0.22	223 ELU SN+Grav
49	HEB 120	S 275	50.78	83.78	0.13	213 ELU-Vy+Grav
50	HEB 140	S 275	43.19	71.57	0.13	223 ELU SN+Grav

Diagonals Encavallada Eix J (exposada)						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
16	IPE 220	S 275	33.72	124.02	0.22	200 ELU-GRAV
19	IPE 220	S 275	48.51	178.44	0.48	222 ELU SN+Grav
32	IPE 240	S 275	44.33	164.2	0.63	200 ELU-GRAV
33	IPE 220	S 275	48.51	178.44	0.43	220 ELU SN+Grav
34	IPE 200	S 275	53.53	197.77	0.25	220 ELU SN+Grav
35	IPE 180	S 275	59.62	215.46	0.24	224 Vx-Succió

Diagonals Encavallada Eix J (exposada)						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
36	IPE 160	S 275	67.22	239.78	0.24	224 Vx-Succió
37	IPE 160	S 275	67.22	239.78	0.12	200 ELU-GRAV
39	IPE 160	S 275	67.22	239.78	0.27	200 ELU-GRAV
41	IPE 180	S 275	59.62	215.46	0.07	224 Vx-Succió
43	IPE 200	S 275	53.53	197.77	0.39	221 ELU SN+Grav
45	IPE 220	S 275	48.51	178.44	0.43	221 ELU SN+Grav

Perfil UPN Eix J (exposada)						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
51	UPN 160	S 275	27.34	90.12	0.22	212 ELU Vy+Grav
52	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.34	212 ELU Vy+Grav
53	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.36	212 ELU Vy+Grav
54	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.31	212 ELU Vy+Grav
55	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.25	212 ELU Vy+Grav
56	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.18	212 ELU Vy+Grav
57	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.16	223 ELU SN+Grav
58	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.19	212 ELU Vy+Grav
59	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.19	212 ELU Vy+Grav
60	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.21	212 ELU Vy+Grav
61	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.2	212 ELU Vy+Grav
62	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.21	212 ELU Vy+Grav

Taula 44. Justificació Estat límit Últim Encavallada exposada E1. Escenari 1

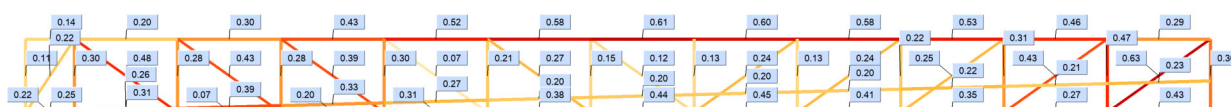


Figura 39: Sol·licitud màxima de l'encavallada exposada E1. Escenari 1

### 5.3.1.4 Encavallada Eix G (E2) protegida

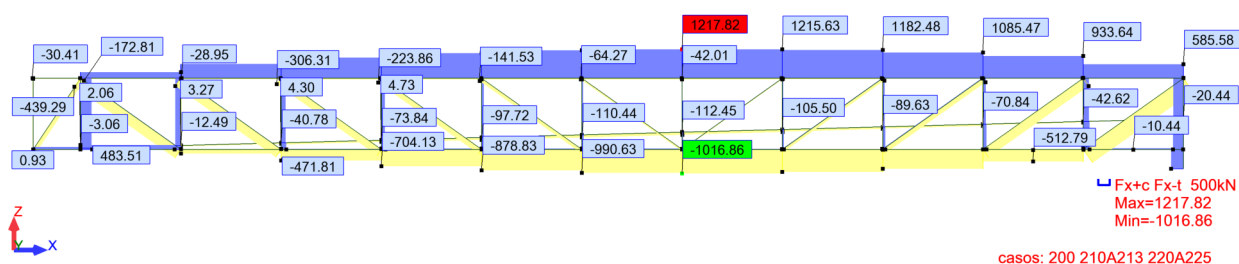


Figura 40: Axil ( Fx). Encavallada eix J (E1)

Cordó superior Encavallada Eix G (protegida)						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
86	HEB 240	S 275	16.49	27.94	0.13	221 ELU SN+Grav
89	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.19	223 ELU SN+Grav
115	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.31	200 ELU-GRAV
118	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.46	200 ELU-GRAV
119	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.53	200 ELU-GRAV
121	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.58	223 ELU SN+Grav
122	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.6	223 ELU SN+Grav
123	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.6	223 ELU SN+Grav
124	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.58	223 ELU SN+Grav
125	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.52	223 ELU SN+Grav
126	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.42	223 ELU SN+Grav
127	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.3	223 ELU SN+Grav

Cordó inferior Encavallada Eix G (protegida)						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
85	HEB 200	S 275	19.9	33.56	0.21	222 ELU SN+Grav
90	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.24	222 ELU SN+Grav
91	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.08	220 ELU SN+Grav
92	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.22	220 ELU SN+Grav
93	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.33	223 ELU SN+Grav
94	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.41	223 ELU SN+Grav
95	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.46	223 ELU SN+Grav
96	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.47	200 ELU-GRAV
97	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.44	200 ELU-GRAV
98	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.38	200 ELU-GRAV
99	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.28	200 ELU-GRAV
100	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.33	200 ELU-GRAV

Muntants Encavallada Eix G (protegida)						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
82	HEB 200	S 275	29.97	50.54	0.1	221 ELU SN+Grav
84	HEB 200	S 275	29.97	50.54	0.29	221 ELU SN+Grav
88	HEB 180	S 275	33.41	56.02	0.28	221 ELU SN+Grav
107	HEB 140	S 275	43.19	71.57	0.12	223 ELU SN+Grav
109	HEB 140	S 275	43.19	71.57	0.21	223 ELU SN+Grav
111	HEB 140	S 275	43.19	71.57	0.28	221 ELU SN+Grav
113	HEB 160	S 275	37.77	63.23	0.27	221 ELU SN+Grav
116	HEB 160	S 275	37.77	63.23	0.37	222 ELU SN+Grav
117	HEB 140	S 275	43.19	71.57	0.31	223 ELU SN+Grav

Muntants Encavallada Eix G (protegida)						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
120	HEB 140	S 275	43.19	71.57	0.21	223 ELU SN+Grav
128	HEB 120	S 275	50.78	83.78	0.12	223 ELU SN+Grav
129	HEB 140	S 275	43.19	71.57	0.13	223 ELU SN+Grav
131	HEB 200	S 275	8.2	13.82	0.41	200 ELU-GRAV
132	HEB 200	S 275	29.97	50.54	0.34	200 ELU-GRAV

Diagonals Encavallada Eix G (protegida)						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
83	IPE 220	S 275	33.72	124.02	0.19	200 ELU-GRAV
87	IPE 220	S 275	48.51	178.44	0.48	221 ELU SN+Grav
101	IPE 240	S 275	44.33	164.2	0.64	200 ELU-GRAV
102	IPE 220	S 275	48.51	178.44	0.44	220 ELU SN+Grav
103	IPE 200	S 275	53.53	197.77	0.25	220 ELU SN+Grav
104	IPE 180	S 275	59.62	215.46	0.24	224 Vx-Succió
105	IPE 160	S 275	67.22	239.78	0.23	224 Vx-Succió
106	IPE 160	S 275	67.22	239.78	0.12	200 ELU-GRAV
108	IPE 160	S 275	67.22	239.78	0.26	200 ELU-GRAV
110	IPE 180	S 275	59.62	215.46	0.05	224 Vx-Succió
112	IPE 200	S 275	53.53	197.77	0.39	221 ELU SN+Grav
114	IPE 220	S 275	48.51	178.44	0.43	221 ELU SN+Grav

Perfil UPN Eix G (protegida)						
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació
67	UPN 160	S 275	27.34	90.12	0.18	223 ELU SN+Grav
68	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.2	222 ELU SN+Grav
69	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.24	213 ELU-Vy+Grav
70	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.21	222 ELU SN+Grav
71	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.15	213 ELU-Vy+Grav
72	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.17	222 ELU SN+Grav
73	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.17	222 ELU SN+Grav
74	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.16	222 ELU SN+Grav
75	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.15	213 ELU-Vy+Grav
76	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.17	213 ELU-Vy+Grav
77	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.18	213 ELU-Vy+Grav
78	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.18	213 ELU-Vy+Grav

Taula 45. Justificació Estat límit Últim Encavallada E2. Protegida

5.3.1.5 Conclusions. Escenari 1

D'acord amb les accions considerades referides en les bases de càlcul del present document, la sol·licitació màxima que assolixen els perfils de coberta són el 68% de la seva capacitat tensional

Escenari 1. Estat Actual. Revisió de càrregues							
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol·licitud	Combinació	
Nivell inferior							
Corretges	542	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAV
Arriostaments	837	d10	S 275	-	-	0.37	221 ELU SN+Grav
Nivell superior							
Corretges	133	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.43	210 ELU Vx+Grav
Arriostaments	806	d10	S 275	-	-	0.92	212 ELU Vy+Grav
Encavallades							
Cordó superior	27	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.60	222 ELU SN+Grav
Cordó inferior	96	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.47	200 ELU-GRAV
Muntants	13	HEB 200	S 275	8.2	13.82	0.55	200 ELU-GRAV
Diagonals	101	IPE 240	S 275	44.33	164.2	0.64	200 ELU-GRAV
UPN continua	53	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.36	212 ELU Vy+Grav

Taula 46. Resum justificació Estat límit Últim coberta

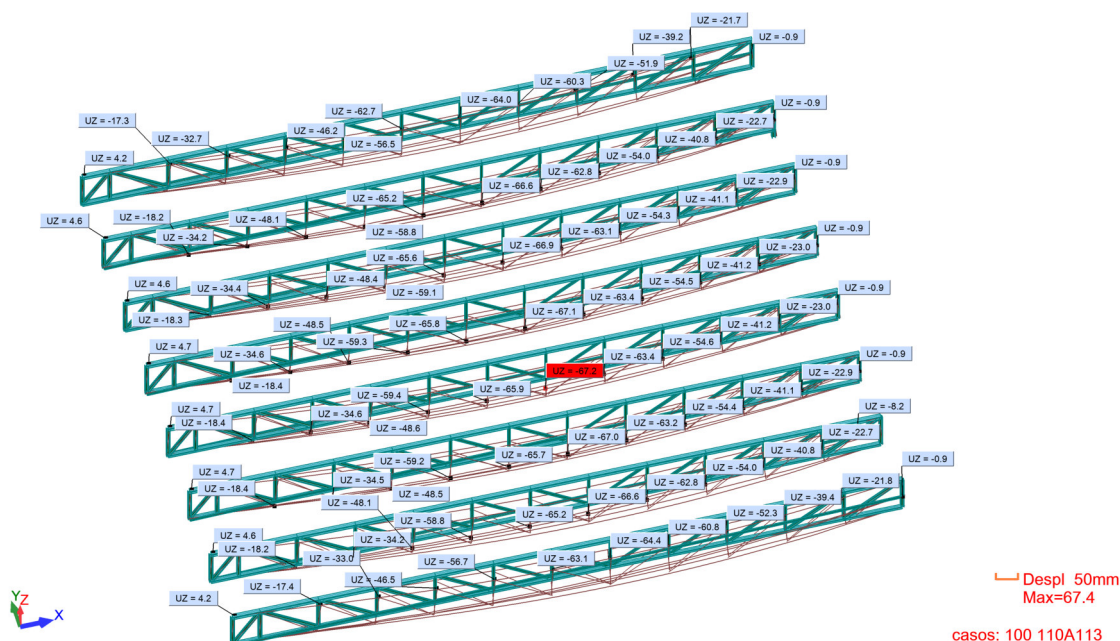


Figura 41: Deformació Uz màxima. Escenari 1

La fletxa màxima admissible és  $L/350$  que es correspon amb un desplaçament vertical màxim de 113.85 mm. La deformació vertical obtinguda és de 67.40 mm. Compleix amb els requeriments en l'estat límit de servei amb una fletxa de  $L/591$ .

El desplaçament horitzontal de l'encavallada amb una alçada màxima de 256cm y un desplom màxim admissible de  $L/250$  és de valor  $Uy= 3.20$  mm, inferior al màxim admissible de 10.24 mm.

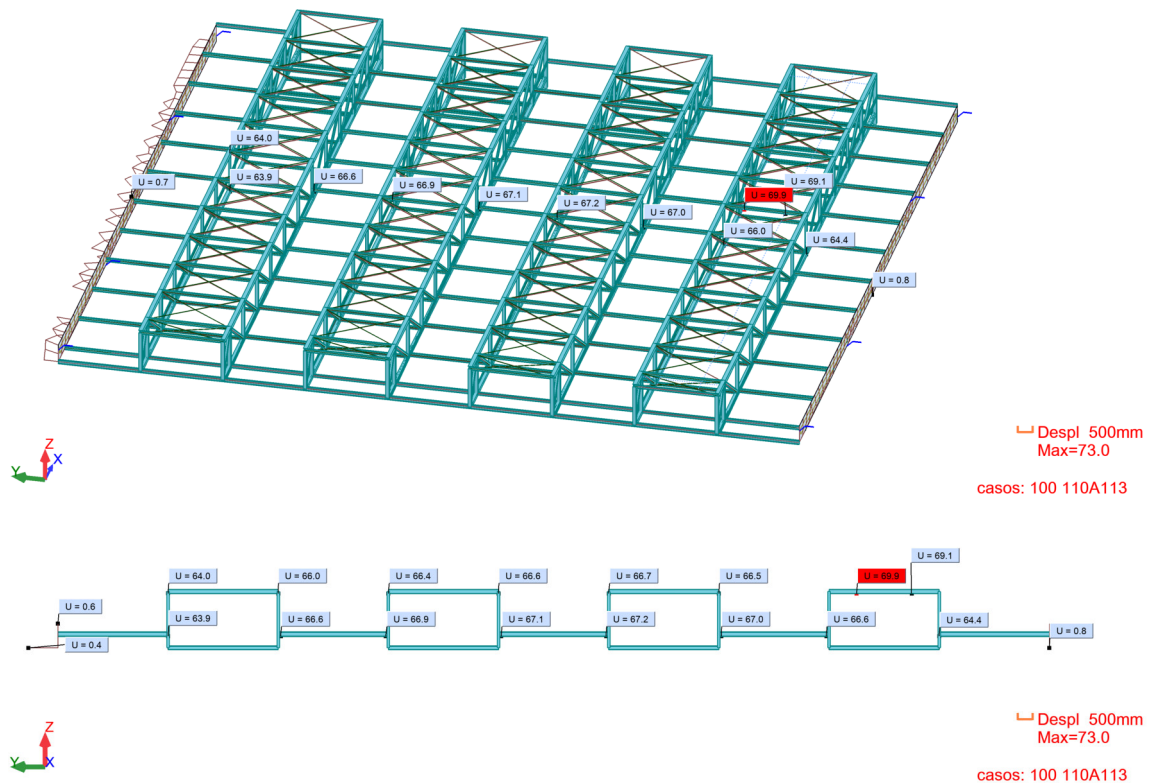


Figura 42: Desplaçament horitzontal encavallada

### 5.3.2 Escenari 2: Càrrega addicional de valor 1.72kN/m<sup>2</sup> en el nivell superior de coberta

En l'escenari 2 s'analitza l'estructura metàl·lica d'acord amb el nou estat de càrregues considerat, i que està condicionat per les característiques de la fonamentació existent. Es limita a un valor màxim de 1,72kN/m<sup>2</sup> a addicionar a l'estat de càrregues en el nivell superior

Zona	Coberta superior amb increment de càrrega	
Tipus de Sostre	Deck acabat tela impermeable	
Corretges	Articulades	3.60 m
Pes propi	0.50 kN/m <sup>2</sup>	
Càrregues permanents	0.40+0.50 kN/m <sup>2</sup>	
<b>Càrrega permanent addicional</b>	<b>1.72 kN/m<sup>2</sup></b>	
Sobrecàrrega d'ús / neu	0.50 kN/m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL</b>	<b>3.62 kN/m<sup>2</sup></b>	

Taula 47. Estat de càrregues nivell superior. Coberta pesant

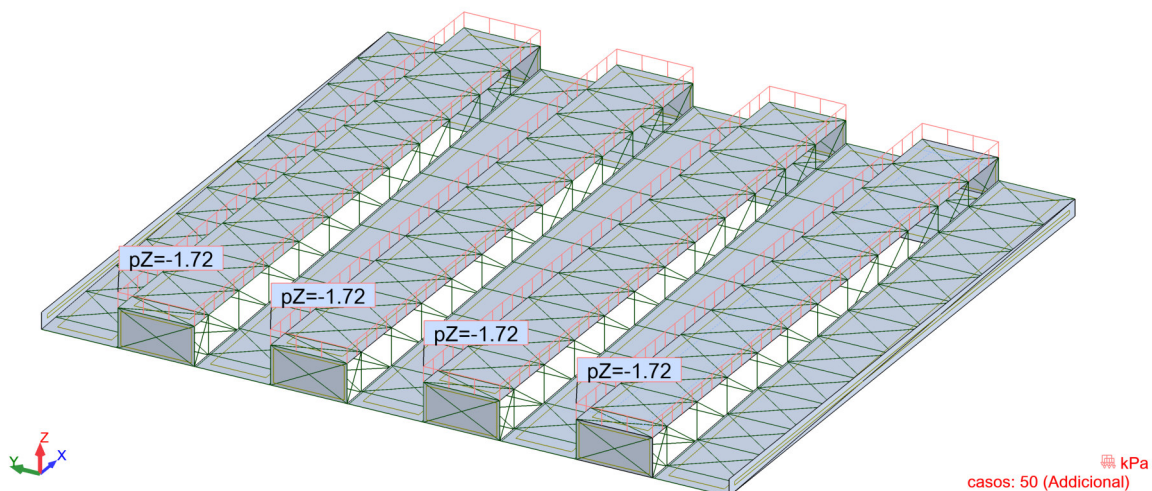


Figura 43: Cas 50. Càrrega addicional de valor 1,72 kN/m<sup>2</sup>. Escenari 2

### 5.3.2.1 Verificació en estat límit últim (ELU) de l'estructura metàl·lica de coberta. Escenari 2

D'acord amb les accions considerades referides en les bases de càlcul del present document, la sol·licitació màxima que assolixen els perfils de coberta són el 81% de la seva capacitat tensional en l'escenari 2 amb addició de càrrega permanent en el pla superior.

Escenari 2. Estat de projecte. Càrrega addicional de valor 1,72 kN/m <sup>2</sup>							
	Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol·licitud	Combinació
Nivell inferior							
Corretges	542	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAV
Arriostaments	837	d10	S 275	-	-	0.49	221 ELU SN+Grav
Nivell superior							
Corretges	133	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.68	223 ELU SN+Grav
Arriostaments	806	d10	S 275	-	-	0.92	212 ELU Vy+Grav
Encavallades							
Cordó superior	27	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.81	222 ELU SN+Grav
Cordó inferior	96	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.63	200 ELU-GRAV
Muntants	13	HEB 200	S 275	8.2	13.82	0.70	200 ELU-GRAV
Diagonals	101	IPE 240	S 275	44.33	164.2	0.79	200 ELU-GRAV
UPN continua	53	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.41	212 ELU Vy+Grav

Taula 48. Resum justificació Estat límit Últim coberta amb addició de càrrega. Escenari 2

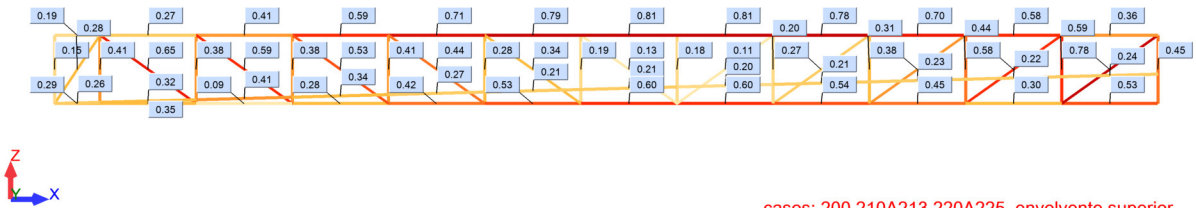


Figura 44: Sol·licitud màxima de l'encavallada exposada E1 – Escenari 2

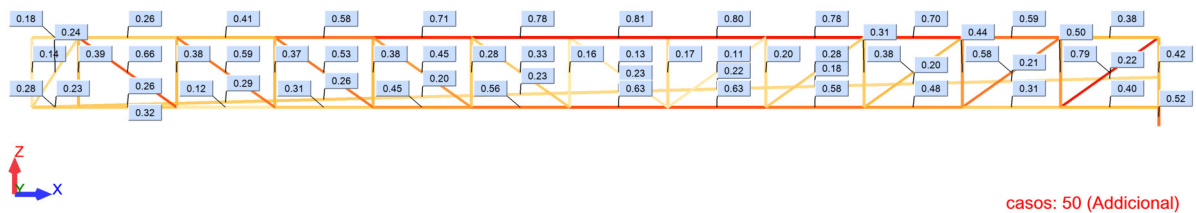


Figura 45: Sol·licitud màxima de l'encavallada protegida E2 – Escenari 2

### 5.3.2.2 Verificació en estat límit de servei (ELS) de l'estructura metàl·lica de coberta. Escenari 2

La fletxa màxima admissible és  $L/350$  que es correspon amb un desplaçament vertical màxim de 113.85 mm. La deformació vertical obtinguda és de 102.90 mm. Compleix amb els requeriments en l'estat límit de servei amb una fletxa de  $L/387$

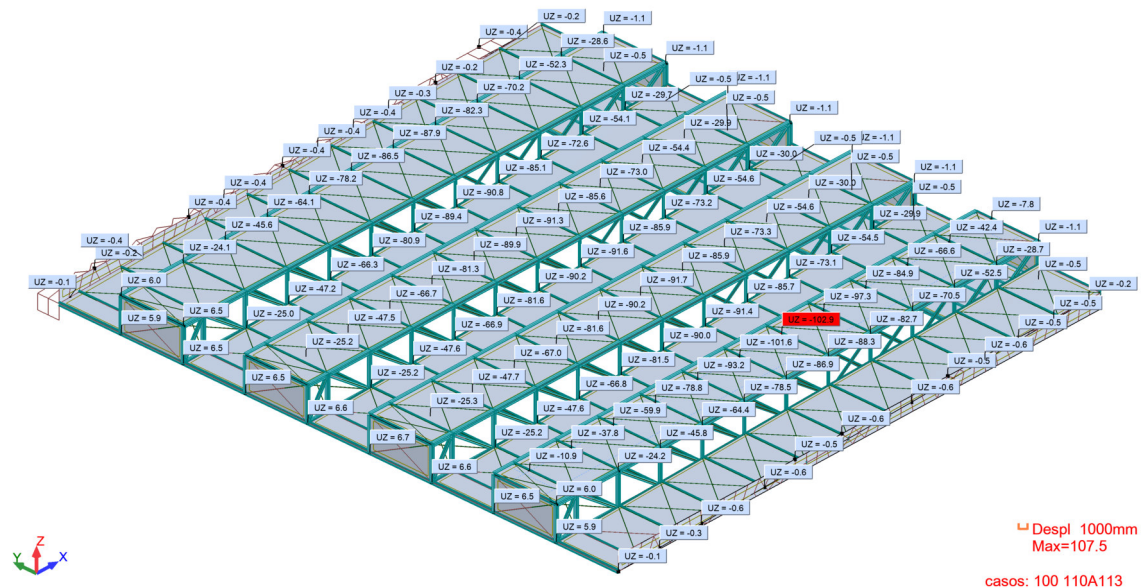


Figura 46: Deformació Uz màxima. Escenari 2

El desplaçament horitzontal de l'encavallada amb una alçada màxima de 256cm i un desplom màxim admissible de  $L/250$  és de valor  $U_y = 12.0$  mm, superior al màxim admissible de 10.24 mm.

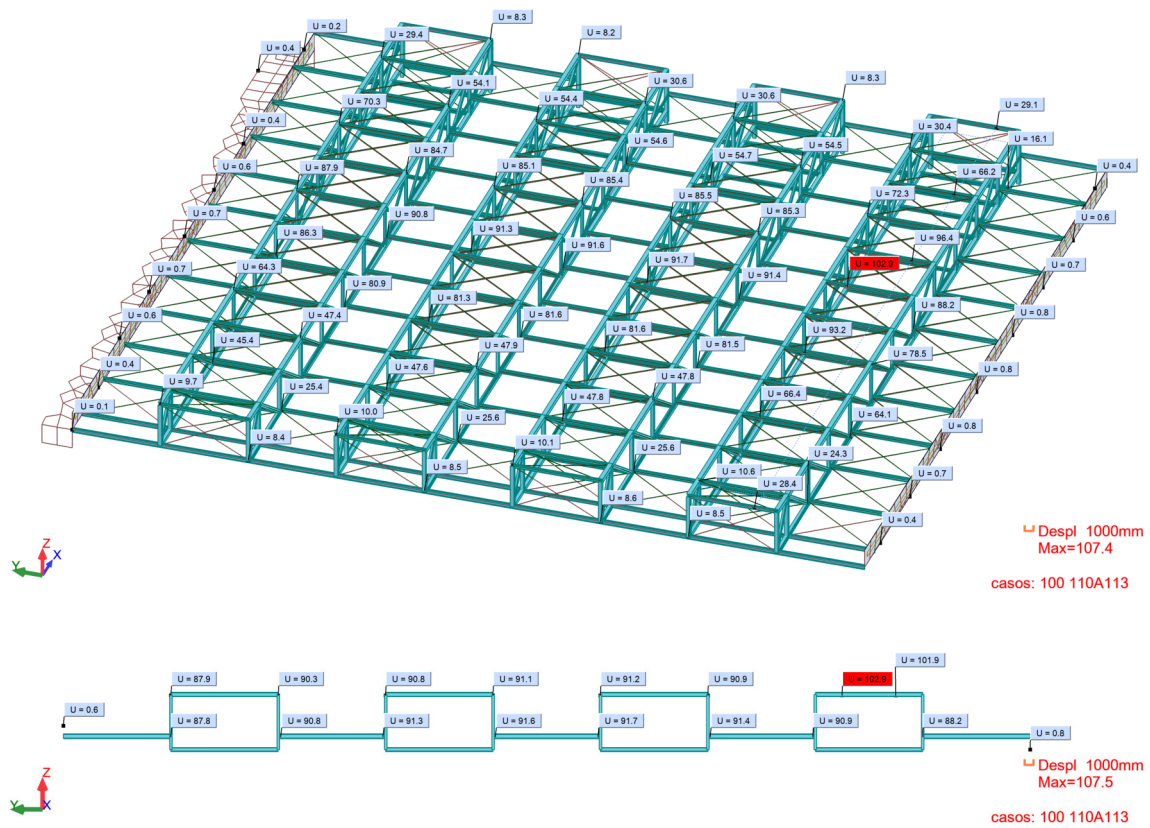


Figura 47: Desplaçament horitzontal màxim. Escenari 2

### 5.3.2.3 Conclusions. Escenari 2

Un cop analitzat l'estructura de coberta amb addició de càrrega en la coberta superior de 1.72kn/m2 es conclou el següent:

- La sol·licitació màxima que assoleixen els perfils de coberta són el 81% de la seva capacitat tensional en l'escenari 2 amb addició de càrrega permanent en el pla superior.
- Compleix amb els requeriments en l'estat límit de servei amb una fletxa de L/387
- L'encavallada No compleix amb el desplaçament horitzontal màxim admissible de L/250. D'acord amb els resultat obtinguts el desplom és de valor L/213

### 5.3.3 Escenari 3: Determinació de la càrrega addicional en el nivell superior de coberta

D'acord amb les conclusions de l'escenari 2, l'increment de càrrega admissible en la reparació de la coberta superior del pavelló ve determinat per el desplom horitzontal de les encavallades i concretament a la situada en el eix J, exposada a l'acció del vent.

S'analitza de forma gradual la càrrega màxima a addicionar, amb el objecte de complir amb els requeriments de desplom normatius.

El valor màxim de càrrega permanent obtinguda és de valor 1.50 kN/m<sup>2</sup>

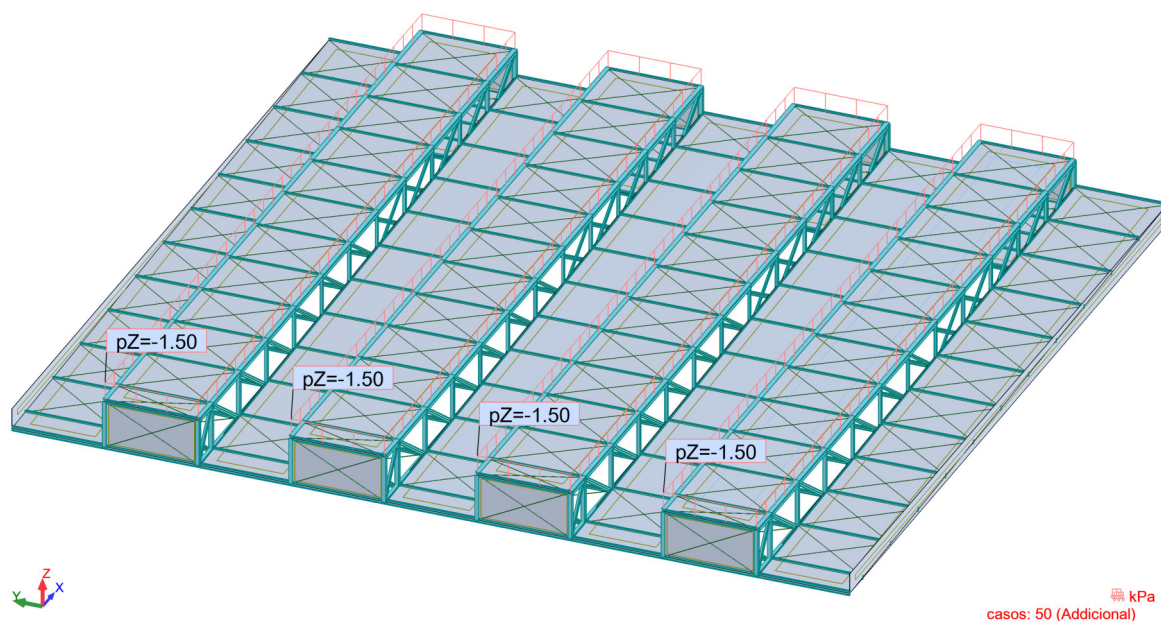


Figura 48: Cas 50. Càrrega addicional de valor 1,50 kN/m<sup>2</sup>. Escenari 3

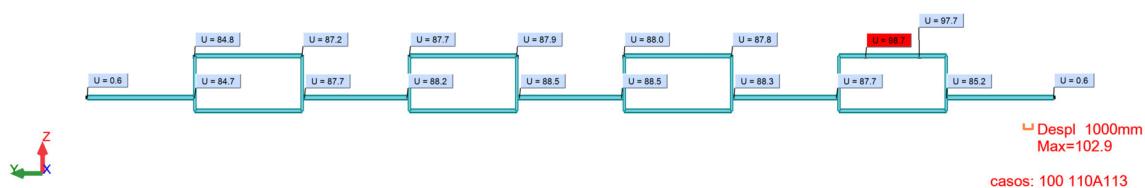


Figura 49: Desplaçament horitzontal màxim. Escenari 3

S'obté un desplaçament màxim de 10 mm que representa una fletxa de L/256, inferior al admissible de 10.24 mm per un desplom de L/250.

Es verifica la deformació màxima de la coberta

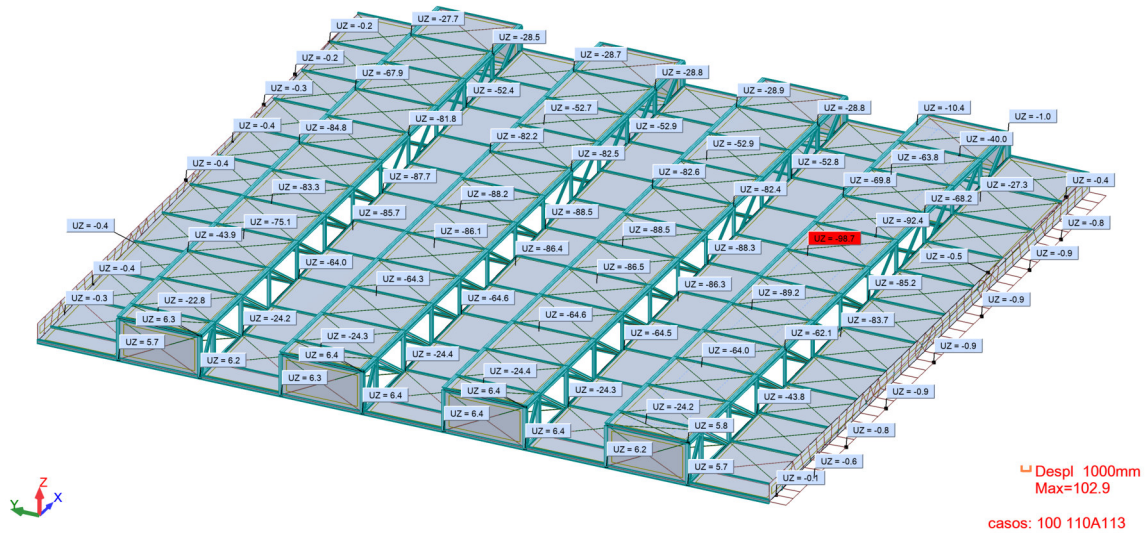


Figura 50: Deformació Uz màxima. Escenari 3

La deformació vertical obtinguda és de 98.70 mm. Compleix amb els requeriments en l'estat límit de servei amb una fletxa de L/403 inferior a l'establerta de L/350

S'ha verificat la deformació de les corretges del nivell superior segons l'estat de càrregues definit en l'escenari 3.

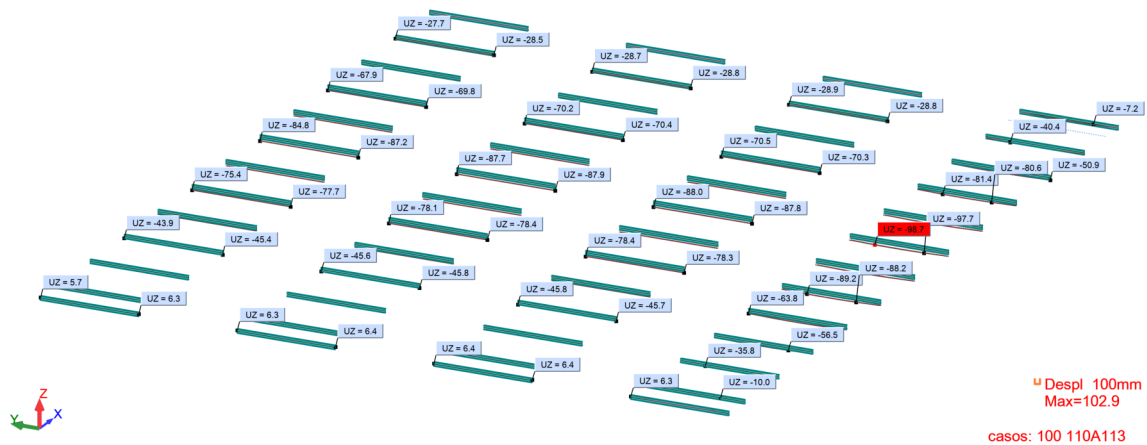


Figura 51: Corretges nivell superior. Deformació Uz màxima. Escenari 3

La deformació Uz obtinguda es de 13.50mm que per a llums de 5 metres li correspon una fletxa de L/370 i compleix amb la màxima admesa de L/350.

S'inclou la verificació i el resum del perfils principals de l'estructura més sol·licitats segons el nou escenari de càrrega.

Escenari 3. Estat de projecte. Càrrega adicional de valor 1,50 kN/m <sup>2</sup>							
Barra	Secció	Material	Lay	Laz	Sol.licitud	Combinació	
Nivell inferior							
Corretges	542	HEB 180	S 275	65.25	109.41	0.68	200 ELU-GRAV
Arriostaments	837	d10	S 275	-	-	0.47	221 ELU SN+Grav
Nivell superior							
Corretges	133	IPE 200	S 275	60.54	223.65	0.63	210 ELU Vx+Grav
Arriostaments	806	d10	S 275	-	-	0.92	212 ELU Vy+Grav
Encavallades							
Cordó superior	27	HEB 240	S 275	34.98	59.26	0.79	222 ELU SN+Grav
Cordó inferior	96	HEB 200	S 275	42.21	71.17	0.61	200 ELU-GRAV
Muntants	13	HEB 200	S 275	8.2	13.82	0.68	200 ELU-GRAV
Diagonals	101	IPE 240	S 275	44.33	164.2	0.77	200 ELU-GRAV
UPN continua	53	UPN 160	S 275	57.97	191.11	0.41	212 ELU Vy+Grav

Taula 49. Resum justificació Estat límit Últim coberta amb addició de càrrega. Escenari 3

## 6 Conclusions

En el disseny i anàlisi dels elements estructurals descrits en el present document s'ha atès a totes les exigències i requeriments estipulats en el Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), i en particular als Documents Bàsics que es citen a continuació:

- DB-SE, "Documento Básico SE Seguridad estructural"
- DB-SE-AE, "Documento Básico SE Seguridad estructural Acciones en la edificación"
- DB-SE-C, "Documento Básico SE Seguridad estructural Cimientos"
- DB-SE-A, "Documento Básico SE Seguridad estructural Acero"

L'estudi de viabilitat, encarregat per l'Ajuntament de Lleida, té com a objectiu determinar la càrrega màxima que pot suportar l'estructura de grans llums que conforma la coberta del Pavelló Poliesportiu Juanjo Garra a Lleida, considerant una solució de coberta pesada.

De l'anàlisi qualitativa realitzat en base a la inspecció ocular parcial efectuada el passat 11 de febrer, la capa impermeabilitzant de la coberta situada a nivell superior es troba parcialment desenganxada del seu suport, creant cavitats i bosses d'aire, la qual cosa impedeix la correcta evacuació de l'aigua de pluja fora de l'edifici. Aquesta situació requereix una intervenció immediata per part d'especialistes per avaluar l'abast del problema i proposar les mesures correctives adequades per restaurar la integritat i l'estanqueïtat de la coberta.

No s'han detectat greus problemes d'oxidació i/o corrosió dels elements d'acer que formen l'estructura de la coberta.

És important aclarir que en cap moment s'ha revisat la part central de l'estructura metàl·lica per impossibilitat física d'accedir a aquesta zona, i és només a partir de les imatges que s'han pres des dels extrems que s'ha realitzat aquesta l'avaluació de l'estat de manteniment i conservació de l'estructura.

No obstant això, cal solucionar el problema de les filtracions d'aigua de pluja al més aviat possible, la qual cosa implica a dia d'avui, la necessitat de realitzar inspeccions periòdiques i un alt grau de manteniment de tota l'estructura metàl·lica exposada a l'entrada d'aigua.

De l'anàlisi quantitativa d'acord, amb la revisió de l'estat de càrregues descrit en l'apartat 5.1 del present document es conclou el següent :

- La sol·licitació màxima que assoleixen els perfils de coberta, en l'escenari 1 definit per l'estat actual es del 68% de la seva capacitat tensional.
- La càrrega superficial màxima admesa per a addicionar a la existent, d'acord amb la geometria dels fonaments i la tensió màxima admissible del terreny és de valor 1,72 kN/m<sup>2</sup>
- La càrrega superficial màxima admesa per a addicionar en la reparació de la impermeabilització de la coberta existent, situada en el pla superior, ve definida per requeriments en estat límit de servei i és de valor 1,50 kN/m<sup>2</sup>.
- En base als resultats obtinguts en l'escenari 3, la sol·licitació màxima que assoleixen els perfils de coberta, és del 79% respecte la seva capacitat tensional.
- La deformació vertical compleix amb la fletxa màxima admissible, resultant una fletxa de L/403 inferior a l'establerta de L/350
- La deformació horitzontal compleix amb el desplom màxim admissible amb un valor L/256 inferior a l'establerta de L/250

Es detalla a continuació l'estat de càrregues admès :

Zona	Coberta superior	
Tipus de Sostre	Deck acabat tela impermeable	
Corretges	Articulades	3.60 m
Pes propi	0.50	kN/m <sup>2</sup>
Càrregues permanents	0.40+0.50	kN/m <sup>2</sup>
Càrregues permanents addicional	1.50	kN/m <sup>2</sup>
Sobrecàrrega d'ús / neu	0.50	kN/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>3.40</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

Taula 50. Estat de càrregues amb addició de càrrega. Escenari 3

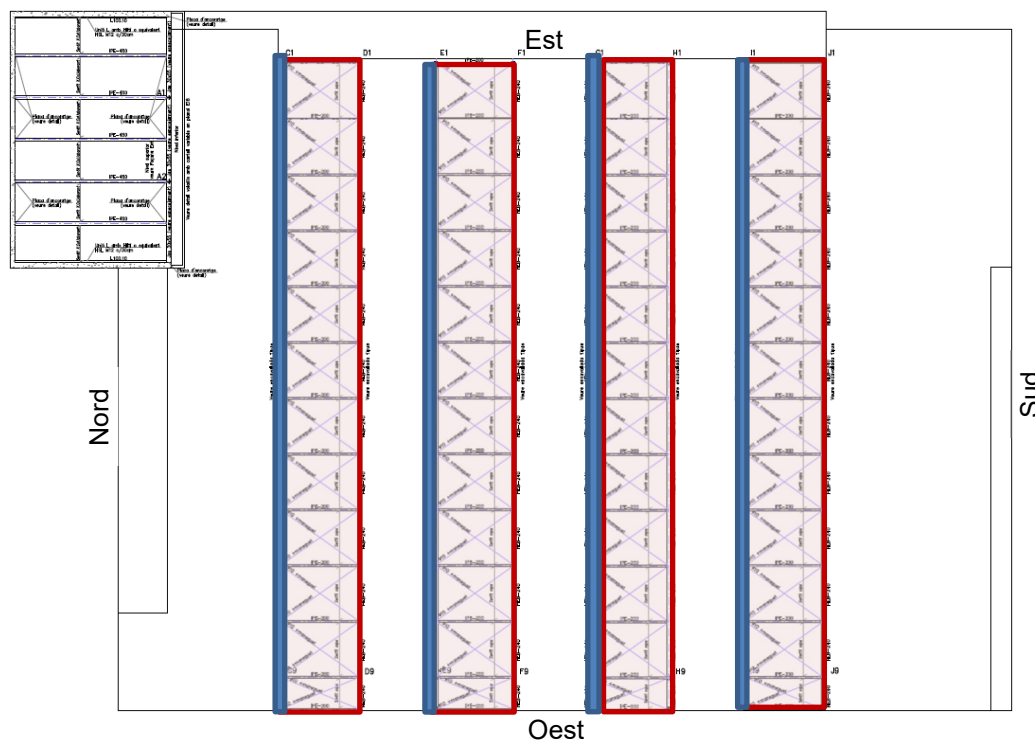


Figura 52: Estructura. Coberta superior

## 7 Recomanacions

Com a resultat de les observacions i anàlisis realitzats en els anteriors apartats, es poden concloure les següents recomanacions generals:

Cal tenir en compte l'estat deformacional d'una estructura de grans llums, com és la que és objecte del present estudi de viabilitat enfront de càrregues gravitacionals, considerant solucions d'acabats pesats. A priori, sembla més encertat pensar en una coberta lleugera sobreposada a l'existent, fixada lateralment al cordó superior de l'encavallada o suplementada a la zona de corretges amb subestructura que garanteixi que són les corretges i no pas la xapa de suport de la deck existent la que suporta les noves càrregues .

En aquest estudi no s'ha verificat l'addició de càrrega a la xapa grecada de suport existent i, tenint en compte les llums entre corretges que assoleixen els 3,60 metres, és molt probable que sigui necessari substituir-la o suplementar-la amb una nova xapa de suport capaç de suportar les noves accions. Segons la solució adoptada en la intervenció, aquest punt s'haurà de revisar.

En qualsevol de les opcions descrites, es podria mantenir la cobertura mentre es realitzen els treballs de reparació de la coberta sense que s'interfereixi en l'ús habitual del recinte poliesportiu, excepte el que determini l'estudi de Seguretat pel que fa als mitjans auxiliars per realitzar els treballs.

A Barcelona 9 d'abril del 2025

SOCOTEC ENGINEERING SOLUTIONS SPAIN SLU