

ÍNDIX DE LA MEMÒRIA

1. INTRODUCCIÓ	3
1.1. Antecedents	3
1.2. Objecte general del projecte	4
1.3. Especificacions i abast.....	4
2. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ	6
2.1. Passos seguits per a l'obtenció de la solució final.....	6
2.2. Descripció de la solució final.....	8
2.2.1. Estructura d'acer de la coberta	9
2.2.2. Estructura i revestiment de les façanes laterals	11
2.2.3. Revestiment de coberta i fals sostre de zinc	14
2.2.4. Lluernari	15
2.2.5. Façana nord i façana sud	20
2.2.6. Portes d'accés principal i lateral	22
2.2.7. Remat entre façana lateral i fals sostre	23
2.2.8. Remat entre façana lateral i paviment	23
3. MUNTATGE	23
3.1. Previ	23
3.2. Estructura d'acer de coberta.....	23
3.3. Costelles	24
3.4. Alumini de les costelles.....	26
3.5. Vidres de façanes laterals.....	26
3.6. Alumini del lluernari.....	27
3.7. Vidre del lluernari	28
4. TERMINIS D'EXECUCIÓ	28
5. RESUM ECONÒMIC.....	29
6. ÍNDIX DELS DOCUMENTS DEL PROJECTE	30
7. CONCLUSIONS	30

ANNEXOS A LA MEMÒRIA

ANNEX A – BASES DE CÀLCUL

ANNEX B – CÀLCUL ESTRUCTURA D'ACER DE COBERTA

ANNEX C – CÀLCUL MUR CORTINA

ANNEX D – ANÀLISI TÈRMIC

ANNEX E – ATENUACIÓ ACÚSTICA

ANNEX F – ASSAJOS

ANNEX G - PRESSIONS DE VENT EN EL REVESTIMENT

ANNEX H - PLA DE SEGURETAT I SALUT

ANNEX I - ESTUDI D'ALTERNATIVES

ANNEX J - PLANIFICACIÓ

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Antecedents

El present projecte de disseny, càlcul i construcció de les façanes i del lluernari del vestíbul d'entrada de l'edifici Torre Iberdrola es realitza per encàrrec de la societat contractant *TORRE IBERDROLA AIE*, en endavant la Propietat, en data 6 d'agost del 2009.

El projecte Torre Iberdrola s'engloba en les actuacions urbanístiques de Bilbao per a regenerar espais industrials no utilitzats situats al Paseo de la Ribera, la Avenida Abandoibarra i la passarel·la Pedro Arrupe.

Els diferents agents participants del projecte, contractats per la Propietat, són:

- *PELLI CLARKE PELLI ARCHITECTS*: és l'equip d'arquitectes responsable del disseny de l'edifici.
- *BURO HAPPOLD*: Consultor dels murs cortina.
- *IDOM INGENIERÍA Y CONSULTORÍA S.A.*: Consultor estructura de formigó i empresa encarregada de redactar els projectes d'execució de l'estructura i de les instal·lacions de l'edifici.

La Torre Iberdrola, situada a la parcel·la 204 del *PERI* de Abandoibarra (veure plànol nº2), en el districte de Abando (Bilbao), és un gratacels d'oficines de 41 plantes amb una altura total de 165 metres i una superfície construïda total d'aproximadament 62.100 m² sobre rasant. A més, l'edifici a construir consta de 5 plantes sota rasant amb una superfície total construïda d'aproximadament 32.100 m².

L'edifici és de planta triangular amb els costats lleugerament corbats i en alçat presenta una forma ahusada. L'estructura principal de l'edifici és un nucli de formigó i pilars de formigó que connecten els diferents forjats, reduint planta per planta la seva secció. El revestiment exterior de l'edifici serà un mur cortina de doble pell. El vestíbul (lobby) envolta el conjunt de la torre en la seva part inferior mitjançant una pell lleugerament corba que constitueix el mur cortina.

El projecte realitzat per *BELLAPART* s'inclou dins el projecte global de revestiment de la Torre Iberdrola presentat per la *UTE FELIX+BELLAPART*; l'empresa suïssa *FÉLIX* dissenya i construeix els revestiments de la Torre, mentre que *BELLAPART* dissenya, calcula i construeix els elements que formen part de l'estructura metàl·lica i revestiment del vestíbul d'entrada de la Torre Iberdrola.

La solució inicial és el disseny realitzat per l'arquitecte. A partir dels diferents codis normatius a considerar, de l'informe de *RWDI Anemos* recollit a l'*Annex G – Pressions de vent en el revestiment*, que defineix les càrregues de vent a tenir en compte sobre el revestiment de façana i dels estudis preliminars de les consultories *BURO HAPPOLD* i *IDOM*, *BELLAPART* ha obtingut la solució per resoldre l'estructura, la qual ha estat supervisada i acceptada tant per l'arquitecte des del punt de vista estètic com per les consultories des dels punts de vista estructural i constructiu.

Durant les fases preliminars de projecte s'han anat descartant solucions alternatives (veure *Annex I – Estudi d'alternatives*) per raons estètiques o econòmiques.

1.2. Objecte general del projecte

L'objecte del present projecte és presentar la solució acordada conjuntament entre l'arquitecte *Pelli Clarke Pelli Architects*, les consultories *Buro Happold* i *IDOM*, i *BELLAPART* per a l'execució del revestiment del vestíbul d'entrada de la Torre Iberdrola.

El projecte inclou:

- Justificació de càlcul dels elements de vidre que integren el revestiment de façana i coberta del vestíbul d'entrada, així com dels elements metàl·lics que els suporten.
- Plànols generals i de detall per a l'execució de l'obra.
- Especificacions de tots els elements que integren l'obra.
- Especificacions per a la realització del muntatge.

1.3. Especificacions i abast

Els plànols de l'arquitecte són indicatius de la intenció del disseny i defineixen la geometria obligatòria de les superfícies, la posició de les juntes i detallen els acabats visibles i materials principals necessaris.

Els documents aportats per les consultories constitueixen un càlcul preliminar de l'estructura.

BELLAPART és responsable de desenvolupar i completar el disseny i portar a terme la construcció, així com de realitzar els càlculs a nivell estructural, tèrmic i acústic de la solució final. Tots els punts de disseny que tinguin una implicació visual en l'acabat de l'estructura es sotmetran a aprovació per part de l'arquitecte, així com els càlculs es sotmetran a l'aprovació de la consultoria pertinent.

Tant en les fases de disseny com de construcció es complirà amb totes les regulacions governamentals nacionals i locals oportunes.

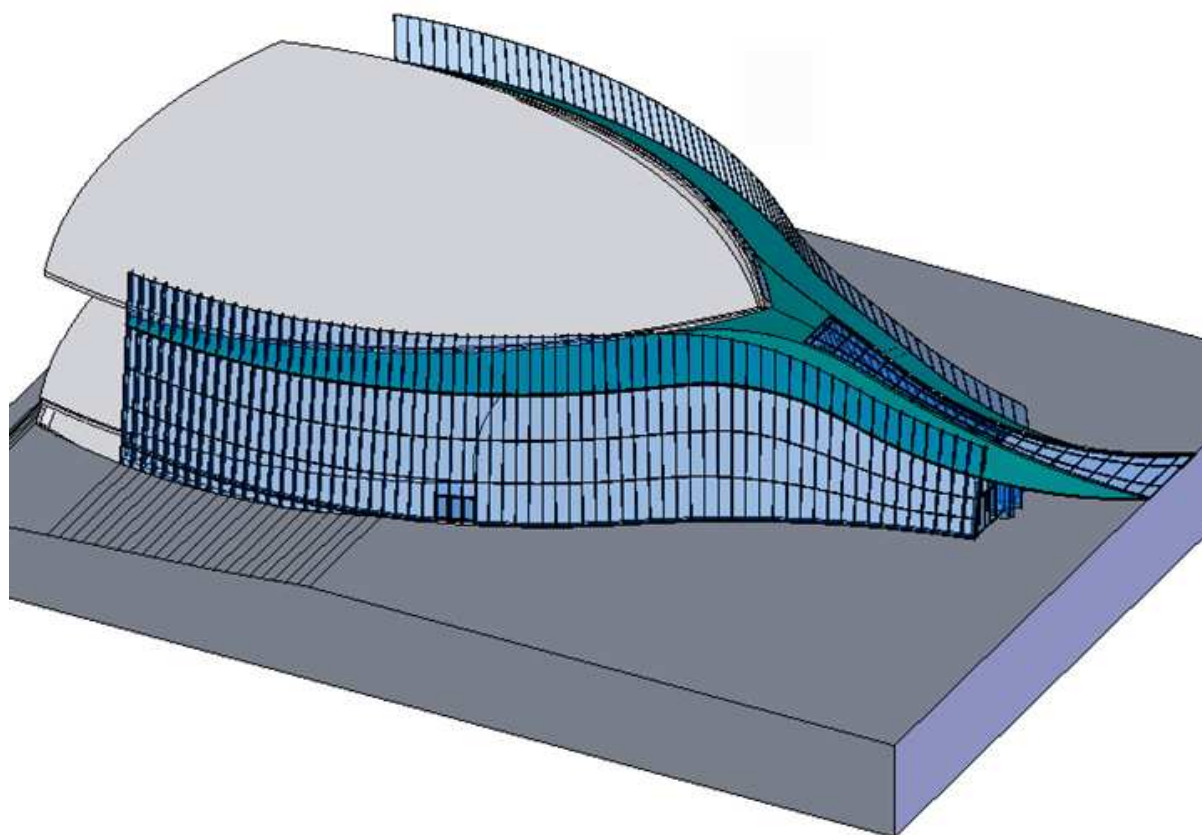


Figura 1 – Imatge 3D del lobby de la Torre Iberdrola

2. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ

2.1. Passos seguits per a l'obtenció de la solució final

Els passos seguits per a l'obtenció de la solució es resumeixen en el diagrama de flux següent:

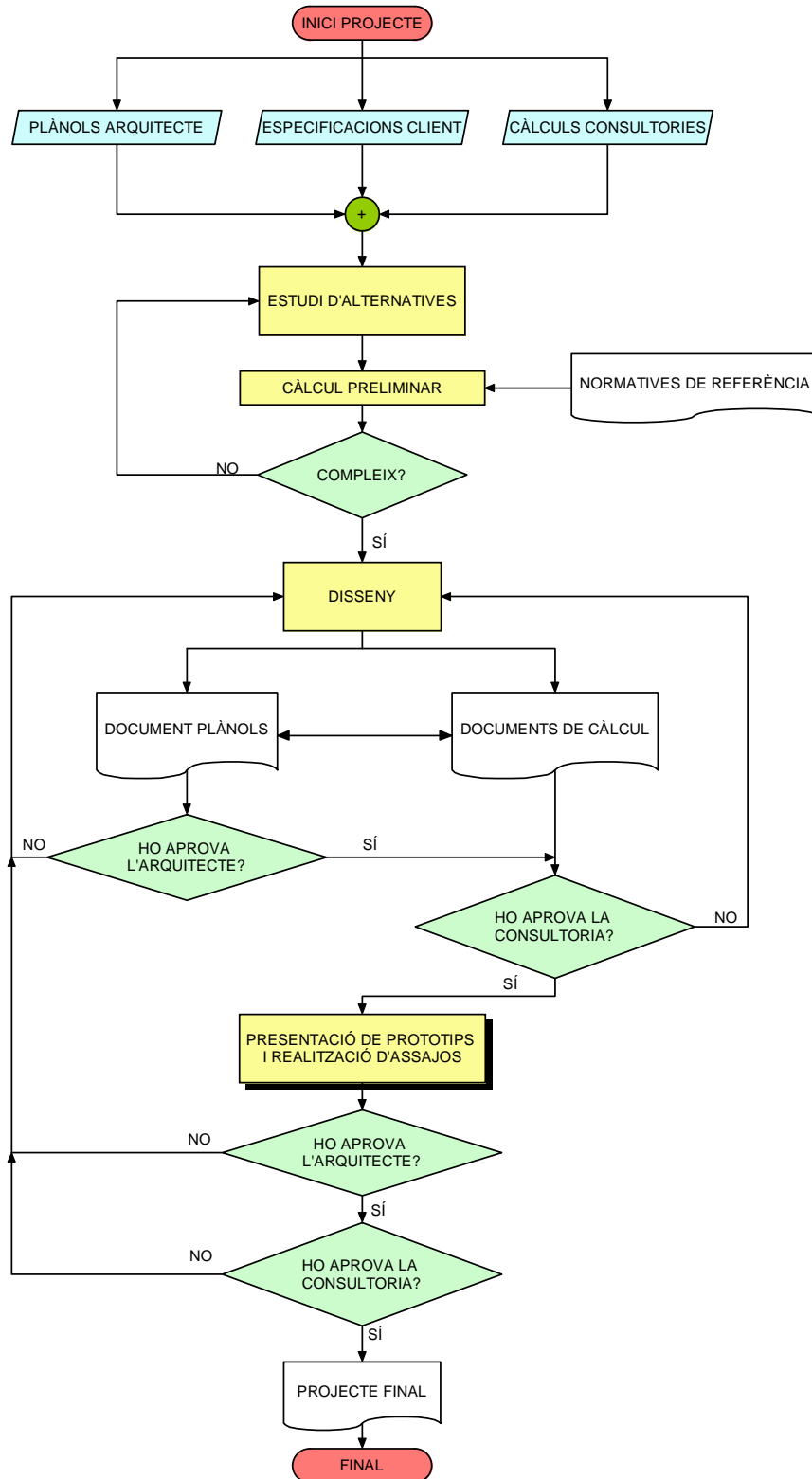


Figura 2 – Diagrama de flux seguit per a l'obtenció de la solució final

El punt de partida per a l'elaboració del projecte han estat les especificacions del client, els plànols de l'arquitecte i els càlculs preliminars elaborats per les consultories.

A partir d'aquests tres elements s'ha procedit a realitzar un estudi d'alternatives, on s'han tingut en compte diferents possibilitats geomètriques, diferents materials, diferents solucions estructurals, etc.

Les diferents alternatives han estat avaluades en el sentit estètic, econòmic, estructural, constructiu i de planificació. Aquestes diferents solucions han anat quedant eliminades d'acord amb el criteri de *BELLAPART* i de l'arquitecte. Conseqüentment s'ha obtingut una solució preliminar que s'ha desenvolupat en la fase de disseny.

En la fase de disseny s'ha anat desenvolupant els plànols de solució de l'estructura conjuntament amb l'anàlisi estructural de la mateixa.

La fase de disseny inclou, aspectes constructius, econòmics i logístics: la solució ha de ser executable amb els mitjans que es disposen, amb un pressupost ajustat a l'acordat amb el client i s'ha de poder transportar del taller a l'obra.

A partir de l'aprovació dels documents de plànols i càlculs, es procedirà a la presentació de prototips i a la realització d'assajos. El prototip a escala real inclou les costelles d'acer i vidre número 39, 40 i 41 amb els corresponents perfils d'alumini i el vidre de tancament de façana per a la inspecció visual per part de l'arquitecte.

Un cop analitzat el prototip visualment per part de l'arquitecte, aquest s'enviarà al laboratori de *CIDEMCO* a fi de realitzar una bateria d'assajos d'acord amb la normativa europea

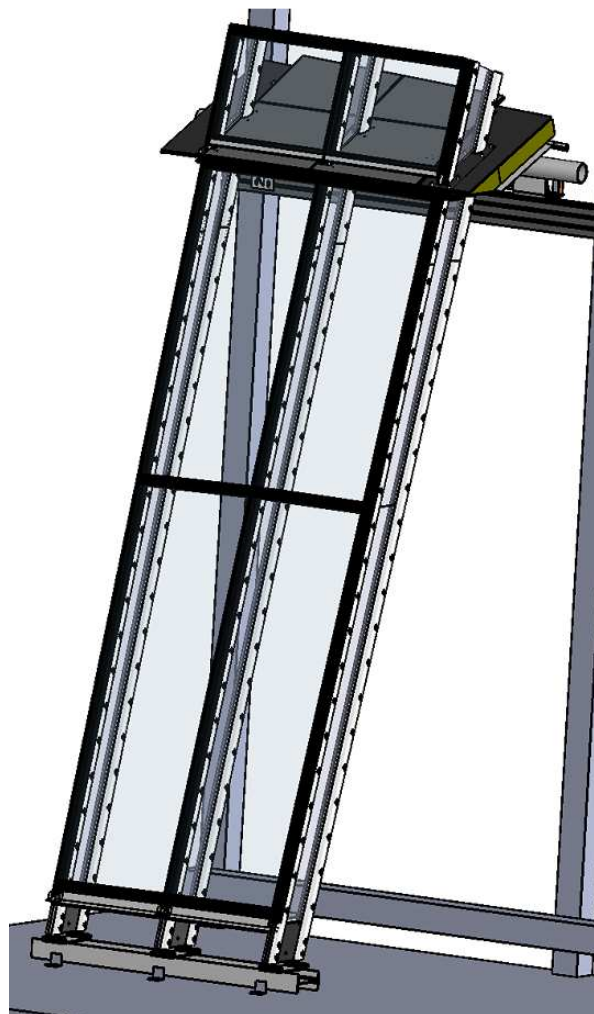


Figura 3 – Model 3D del prototip

UNE-EN 13830:2004: Fachadas ligeras. Norma de producto a partir del qual s'obtindrà el marcatge CE del sistema de tancament de façana.

2.2. Descripció de la solució final

La Torre Iberdrola té forma de prisma triangular amb les cares lleugerament corbades. La curvatura del mur cortina s'aconsegueix per mitjà d'unitats de vidre corbats en fred amb diferents inclinacions. La complexa i singular geometria del lobby obliga a tenir un gran nombre de referències:

- Tots els vidres són diferents (existeix simetria est-oest).
- Tots els muntants d'acer de les costelles d'acer i vidre són diferents degut a la inclinació variable de les costelles (existeix simetria est-oest).
- Tots els muntats i travessers, tant de façanes laterals com del lluernari són diferents (existeix simetria est-oest).
- Tots els revestiments en xapa d'alumini i zinc són diferents (existeix simetria est-oest)

El suport estructural de la façana consisteix en 67 costelles (per cada façana) compostes per acer i vidre de fins a 17 metres d'altura i 0,5 metres d'amplada separades una distància aproximada d'1 metre al llarg de la façana. Entre façana est i façana oest es situa una coberta amb una part central de vidre pla aïllant amb vessants a costat i costat realitzades amb xapa de zinc.

A l'extrem sud de la coberta continua la marquesina d'entrada a l'edifici, amb una altura màxima sobre el paviment exterior d'aproximadament 7 metres.

Les façanes, així com la coberta, del vestíbul d'entrada de la Torre Iberdrola s'han resolt a partir d'un revestiment de vidre. El vidre de les façanes es sustenta sobre una perfil·leria d'alumini que, a la vegada, es recolza sobre unes costelles que combinen els materials acer i vidre.

El vidre utilitzat pel revestiment de les façanes és un vidre aïllant compost per dos paquets de vidres laminats amb una capa Stopray ClearVision 50T, que combina els efectes d'un vidre de control solar (rebutja gran part de l'energia radiant) amb els efectes d'un vidre baix emissiu (impedeix que la calor de l'interior es transfereixi a l'exterior). A les façanes els vidres presenten una serigrafia a punts RAL 9002 amb densitat variable en funció de l'altura: a la part inferior la densitat de la serigrafia és del 5% fins a arribar a una densitat del 30% al vidre més alt d'entre cada costella.

El revestiment de vidre de coberta es sustenta sobre una retícula d'alumini biarticulada en uns ancoratges fixats a l'estructura d'acer de la coberta. Els vidres de coberta són unitats aïllants de vidre pla també amb capa ClearVision 50T, amb serigrafia a punts RAL 9002 amb una densitat del 40%.

Els següents apartats, que coincideixen amb els capítols del *Document nº5 – Pressupost*, descriuen amb major detall cadascun dels elements que integren el projecte.

2.2.1. Estructura d'acer de la coberta

L'estructura d'acer de la coberta està formada per perfils tubulars de secció circular en acer S355 i acabat superficial granallat amb una capa d'imprimació rica en zinc, pintat ignífug homologat RF30 i dues capes de pintura d'acabat color RAL 9003 a les zones interiors i RAL 7038 a la zona de marquesina. Les capes d'acabat s'aplicaran únicament a les zones visibles de l'estructura, és a dir, als tubs que uneixen les dues gelosies principals de l'estructura.

L'estructura d'acer de la coberta està formada per dues gelosies tridimensionals que transcorren paral·leles al forjat de planta M1 des de façana nord fins a l'extrem sud del forjat (aproximadament 47.5 metres), punt en què les dues gelosies s'uneixen a través d'uns perfils tubulars i s'estenen formant la zona de coberta principal fins als pilars situats a l'entrada principal de façana sud (aproximadament 20.5 metres mesurats en planta) per continuar fins a 14,5 metres més al sud constituint la marquesina d'entrada.

La figura 03 mostra una imatge tridimensional on s'ha representat la part oest de l'estructura de coberta (la part est és simètrica).

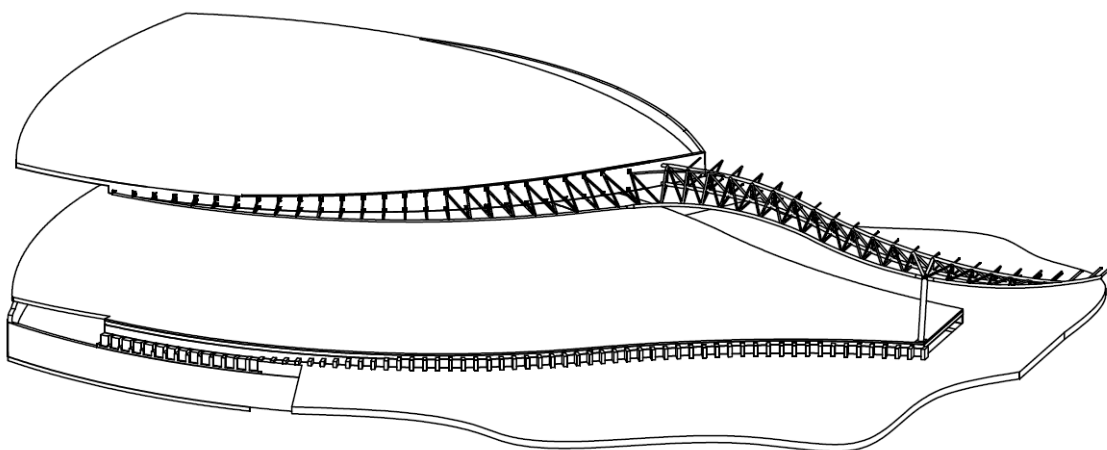


Figura 4 – Estructura d'acer de coberta

Tal i com es pot observar, l'estructura d'acer de coberta es troba ancorada al forjat de la planta M1. Es tracta d'una unió articulada, de forma que no es transmeten moments a l'estructura de formigó tret dels originats pel descentrament del boló respecte del cantell de forjat. A partir de

l'extrem sud del forjat, l'estructura d'acer de la coberta es troba birrecolzada entre el forjat i els pilars d'entrada. A partir dels pilars d'entrada l'estructura s'estén formant un voladís de 14.5 metres.

Degut a les dimensions de l'estructura de coberta, aquesta ha de ser fabricada a taller en diferents parts d'una dimensió transportable per carretera i assemblada a obra. L'estructura de cada una de les façanes (est i oest) es dividirà en les següents parts:

REFERÈNCIA	PES	LONGITUD	AMPLADA	ALTURA
A	950 kg	11,50 m	1,60 m	0,98 m
B	1100 kg	11,90 m	2,40 m	1,40 m
C	1750 kg	12,70 m	3,40 m	1,80 m
D	2250 kg	10,37 m	4,35 m	1,85 m
E	2100 kg	5,42 m	3,40 m	1,88 m
F	9200 kg	21,10 m	3,80 m	2,10 m
G	4100 kg	14,00 m	1,60 m	1,55 m

Taula 1 – Característiques de cada una de les parts de l'estructura d'acer de coberta

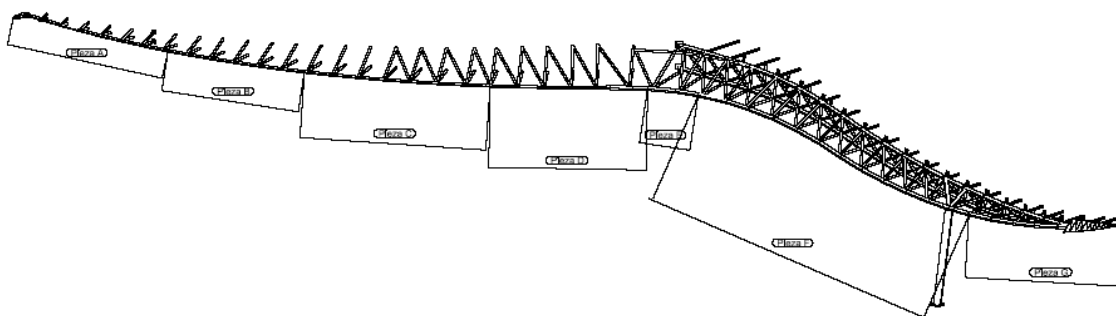


Figura 5 – Parts de l'estructura d'acer de coberta que s'assemblaran a obra

El muntatge de l'estructura d'acer de coberta es descriu en el capítol 3.2 del present document.

Les seccions emprades per a l'execució de l'estructura estan detallades en el plànol nº9 dins el *Document nº2 – Plànols*. Les sol·licitacions en les barres que componen l'estructura, així com les deformacions que experimenta sota les combinacions de càrregues considerades es troben a l'*Annex B – Càlcul estructura d'acer de coberta*.

L'ús d'estructures en gelosia ens permet assolir grans llums amb un menor cost material que el que fariem amb bigues de xapa soldada de gran cantell. En perfils I els moments es resisteixen per les ales mentre que els tallants són resistits per l'ànima del perfil; de forma anàloga en les gelosies els moments són resistits pels cordons superior i inferior (en aquest cas perfils de secció tubular de Ø273x12.5mm) i els tallants pels muntants i diagonals de la gelosia (en aquest cas s'han utilitzat diferents seccions tubulars circulars en funció del nivell de sol·licitació).

Per altra banda, la utilització de gelosies tridimensionals ens permet definir una forma que després ens servirà de base per a recolzar els diferents revestiments.

Des d'un punt de vista enginyeril, degut que en la zona principal de coberta els moments màxims es troben als punts de recolzament (tot i que l'estructura es troba articulada al forjat, el fet de tenir una doble articulació acaba constituint un parell de forces i per equivalència un moment flector), és important dotar la gelosia d'un gran cantell. A la trobada de la gelosia amb el forjat ja es disposa d'un cantell d'una bona alçada; no obstant, a la zona dels pilars d'entrada hi ha una reducció considerable de cantell. Des de *BELLAPART* es va fer una proposta de canvi de disseny acompanyada del corresponent informe de càlcul estructural on es demostrava que amb un augment del cantell a la zona dels pilars d'entrada es podia optar per una reducció de la dimensió dels perfils tubulars. Amb el disseny proposat s'aconseguia una menor sol·licitació dels perfils al mateix temps que s'aconseguien menors fletxes de l'estructura; es va demostrar que amb el cantell apropiat era possible que en la combinació de pes propi l'extrem de la marquesina enlloc de tenir una fletxa negativa (en el sentit de la gravetat) la tingués positiva. L'anàlisi de l'esmentada solució es pot veure a l'*Annex I – Estudi d'alternatives*. Aquesta solució va ser rebutjada per qüestions estètiques.

2.2.2. Estructura i revestiment de les façanes laterals

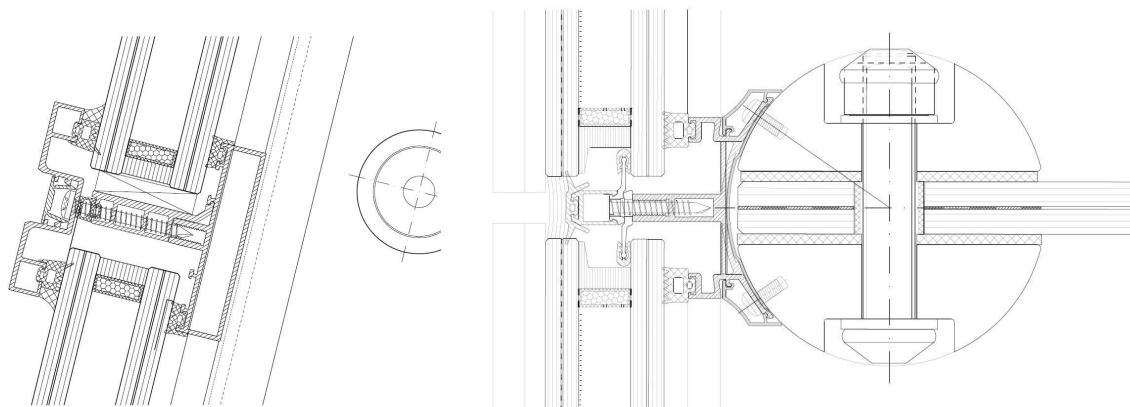


Figura 6 – Fixació horitzontal (esquerra) i vertical (dreta) del vidre de façana lateral

Els vidres de tancament de façana del vestíbul es recolzen sobre retícules d'alumini. El muntant d'alumini es cargola sobre la mitja canya d'acer de la cartela. Entre els dos elements es col·loca espuma adhesiva a una cara per tal d'evitar el par galvànic. Els travessers d'alumini es fixen sobre els muntants d'alumini. El vidre es troba recolzat a les quatre cares, tot i que exteriorment només es veu subjectat per una tapeta de pressió en els seus extrems inferior i superior. Lateralment el vidre es subjecta per uns perfils que pressionen el paquet de vidre interior, motiu pel qual és necessari el decalatge del perfil intercalari.

El vidre de façana es divideix en 5 franges, tal i com s'indica en el plànols n°46 i 47 del Document n°2 – Plànols. Tots els vidres són diferents, per motius de dimensions i serigrafia.

La composició dels vidres de façana és la següent:

Vidre exterior: Laminat 6mm extraclar termoendurit amb serigrafia RAL 9002 a cara #2 del conjunt del vidre + 0.76mm PVB + 6mm extraclar termoendurit amb capa tipus Stopray ClearVision 50T a la cara #4 del conjunt del vidre.

Cambra d'aire de 20mm amb intercalari d'inoxidable i butil SikaGlaze IG-5 PIB gris S6.

Vidre interior: Laminat 6mm extraclar + 0.76mm PVB + 6mm extraclar.

La descripció anterior correspon a la composició de tots els vidres de façana, a excepció dels vidres superiors de les costelles extremes (costella 01 i costella 67), on els vidres enlloc de ser termoendurits han de ser trempats per motius de resistència.



Figura 7 – Vidre de mostra amb degradació de la serigrafia a punts RAL 9002

El revestiment de vidre transmet les càrregues de vent a les costelles formades per dos muntants estructurals d'acer S355 i vidre (veure figura 8), que a la seva vegada transmet les càrregues a la fonamentació i a l'estructura tridimensional de coberta.

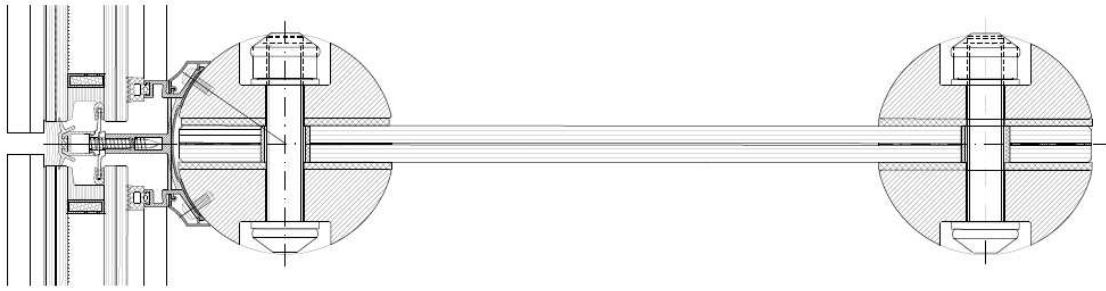


Figura 8 – Secció vertical costella d'acer i vidre

La costella consisteix en una secció formada per dues ales circulars de diàmetre 120mm (cada ala formada per dues mitges canyes) d'acer S355 connectades a una ànima de vidre laminat trempat per mitjà d'unions cargolades pretesades aplicades cada 300mm. La transmissió de forces entre els elements d'acer i vidre es fa per fricció a través d'un element d'alt coeficient de fregament situat entre les cares del vidre i les de l'acer anomenat ferodo (aquest material s'acostuma a utilitzar per recobrir les sabates dels frens dels cotxes). Per tal d'evitar que les càrregues en el pla del vidre es transmetin directament entre cargol i vidre, fet que donaria lloc a concentració de tensions degut a les forces de suport "bearing", el forat del vidre és sobredimensionat.



Figura 9 – Foto d'un prototip durant el seu muntatge a taller

A la figura anterior es poden veure les dues mitges canyes del prototip amb el material de fricció a sobre, el vidre que constitueix l'ànima de la costella i els casquets de delrin a punt per a ser col·locats per prevenir el contacte acer-vidre en el cargol.

El vidre de les mitges canyes està format per un vidre laminat 10+10 amb 1.52mm d'intercalari SGP.

2.2.3. Revestiment de coberta i fals sostre de zinc

El tancament de la zona opaca de coberta està format per una xapa grecada d'acer galvanitzat de 0.9mm d'espessor i 60mm de cantell, fixada sobre una subestructura metàl·lica soldada sobre els perfils tubulars que componen l'estructura d'acer tridimensional de coberta, sobre la qual es situa la barrera de vapor i l'aïllament tèrmic de poliestirè extruït de 150mm a la zona interior i de 60mm a la zona de marquesina. Sobre l'aïllament tèrmic es disposa la làmina drenant i el revestiment amb sistema Kalzip AluPlus de Corus. Es remata amb safates de zinc de 4mm d'espessor situades sobre uns tetons que en permeten regular l'altura.

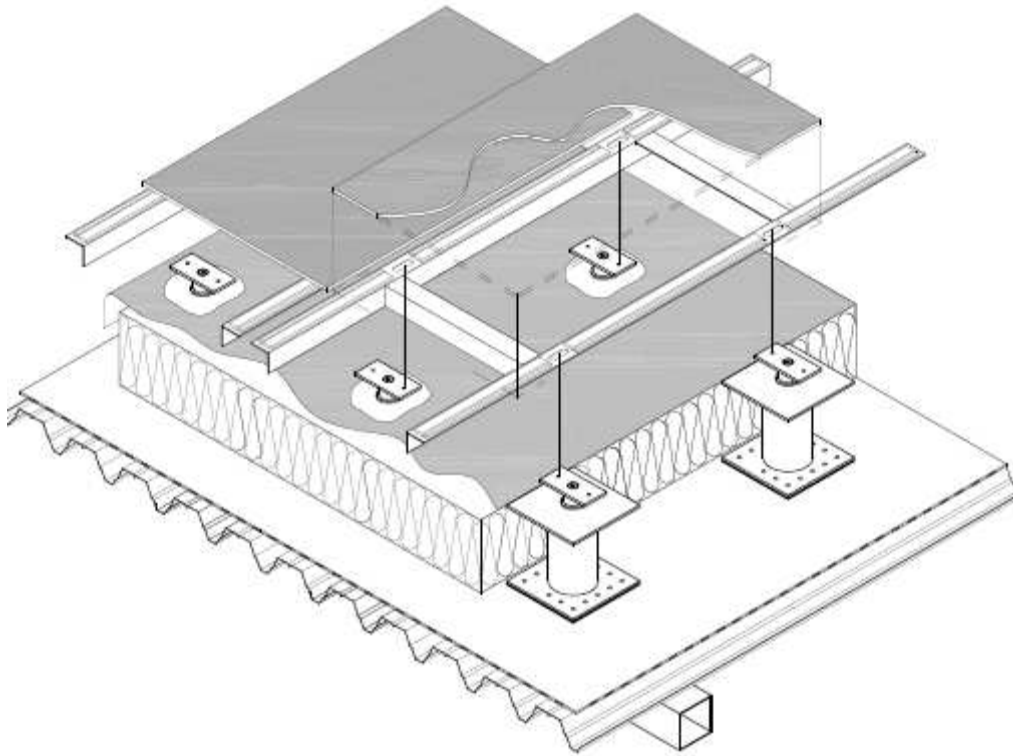


Figura 10 – Aïllament de coberta

El fals sostre horitzontal i vertical s'executa amb xapes de zinc fixades a una subestructura d'acer galvanitzat ancorades a l'estructura d'acer tubular de coberta.

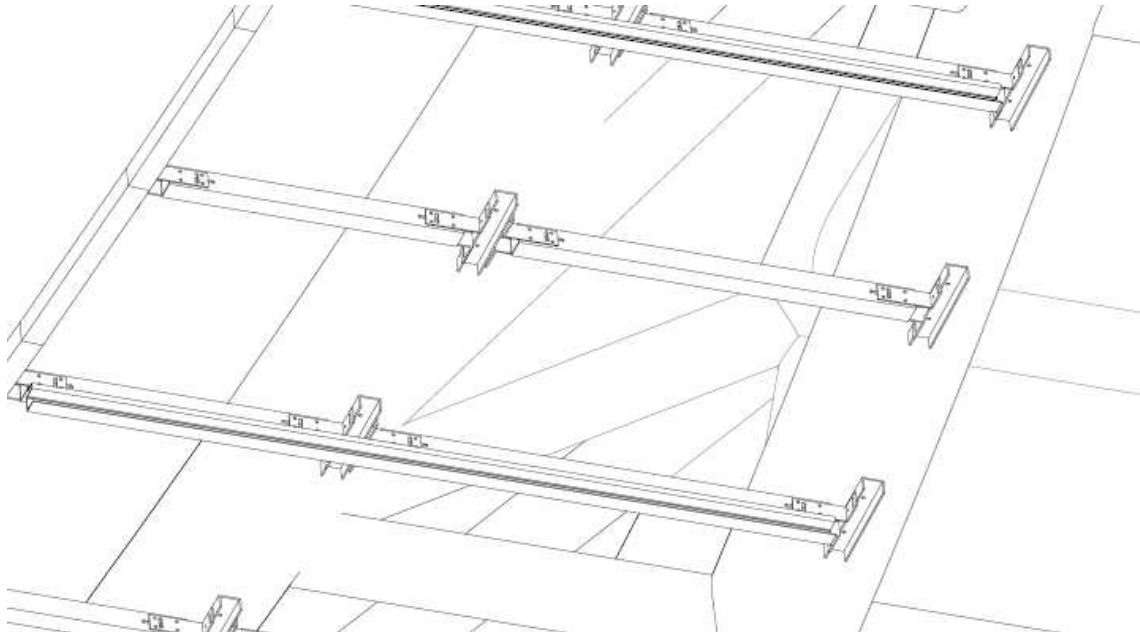


Figura 11 – Rastrell per col·locar les safates de zinc de fals sostre

La figura superior mostra la subestructura de recolzament de les xapes de zinc horitzontal vistes des de baix.

Les xapes horitzontals seran instal·lades per *BELLAPART* sense cap mecanitzat per albergar les instal·lacions; els forats en el sí de la xapa per allotjar els dispositius anti-incendi i lluminàries seran a realitzar per altres industrials un cop les xapes estiguin instal·lades a obra.

La xapa de revestiment horitzontal té una doblada de 30mm en a l'extrem interior sobre la qual es recolza la xapa de revestiment vertical, la qual puja a 79° respecte del pla horitzontal fins al travessar més exterior del lluernari.

2.2.4. Lluernari

El lluernari està format per una retícula de perfils d'alumini de color RAL 9003 a la zona interior i RAL 7038 a la zona exterior, fixats sobre ancoratges d'acer soldats a l'estructura tubular de coberta. A la figura següent es mostra la unió d'un muntant d'alumini del lluernari amb un dels ancoratges fixats sobre l'estructura d'acer de coberta. La peça marcada en vermell és un passamà d'alumini que arriba a obra reblonada en el propi muntant. Un cop a obra la unió entre l'ancoratge i el muntant s'executa a partir d'un cargol que s'enrosca en el passamà d'alumini.

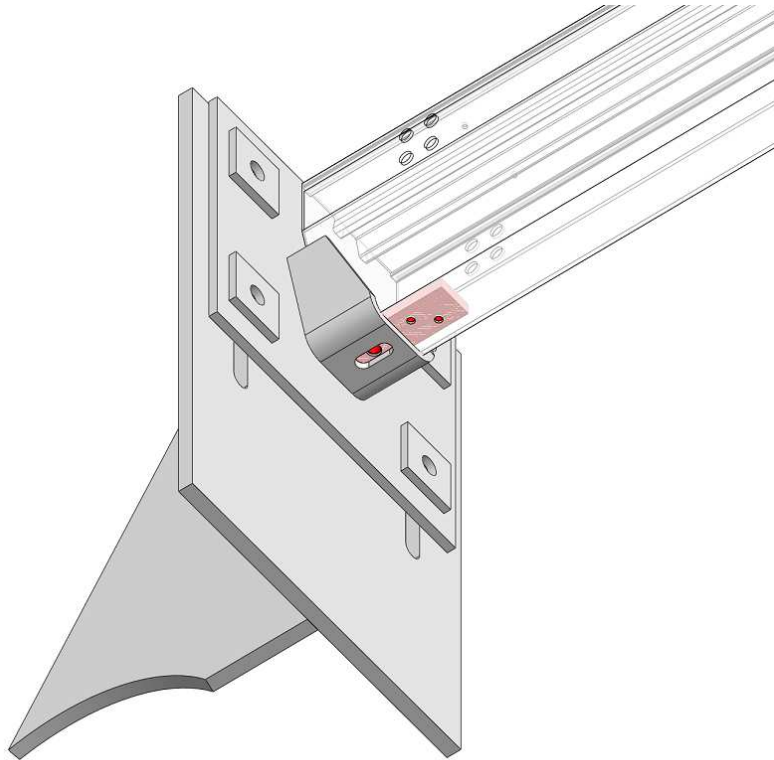


Figura 12 – Unió entre muntant del lluernari i ancoratge

El revestiment del lluernari s'executa amb vidre amb diferents composicions en funció de si es troba a la zona de coberta o a la zona de marquesina.

- Composició del vidre a la zona de coberta:

Component exterior: Laminat 10mm extraclar termoendurit amb serigrafia RAL 9002 a cara #2 del conjunt del vidre + 0,76mm PVB + 8mm extraclar termoendurit amb capa Stopray ClearVision 50T a cara #4 del conjunt del vidre.

Cambra d'aire de 20mm amb intercalari d'inoxidable i butil SikaGlaze IG-5 PIB gris S6.

Component interior: Laminat 10mm extraclar + 0,76mm PVB + 8mm extraclar.

- Composició a la zona de marquesina:

Laminat 10mm extraclar termoendurit amb serigrafia RAL 9002 a cara #2 + 0,76mm PVB + 8mm extraclar termoendurit.

Tots els vidres de coberta presenten serigrafia a punts RAL 9002 al 40%.

Els vidres del lluernari es troben recolzats als 4 costats. En els vidres de cambra el recolzament s'aconsegueix a partir de perfils d'alumini que pressionen el component interior del vidre (de la mateixa manera que se sustenten les arestes verticals dels vidres de les façanes est i oest). Mentre que els vidres laminats (els de marquesina) s'encolen sobre un premarc d'alumini que queda fixat pel mateix perfil pressionador utilitzat en els vidres de cambra (veure imatges). Així doncs, es prescindeix de l'ús de tapetes de pressió per a la sustentació del vidre i s'aconsegueix un acabat més net i la junta es sella únicament amb silicona neutra de baix mòdul elàstic.

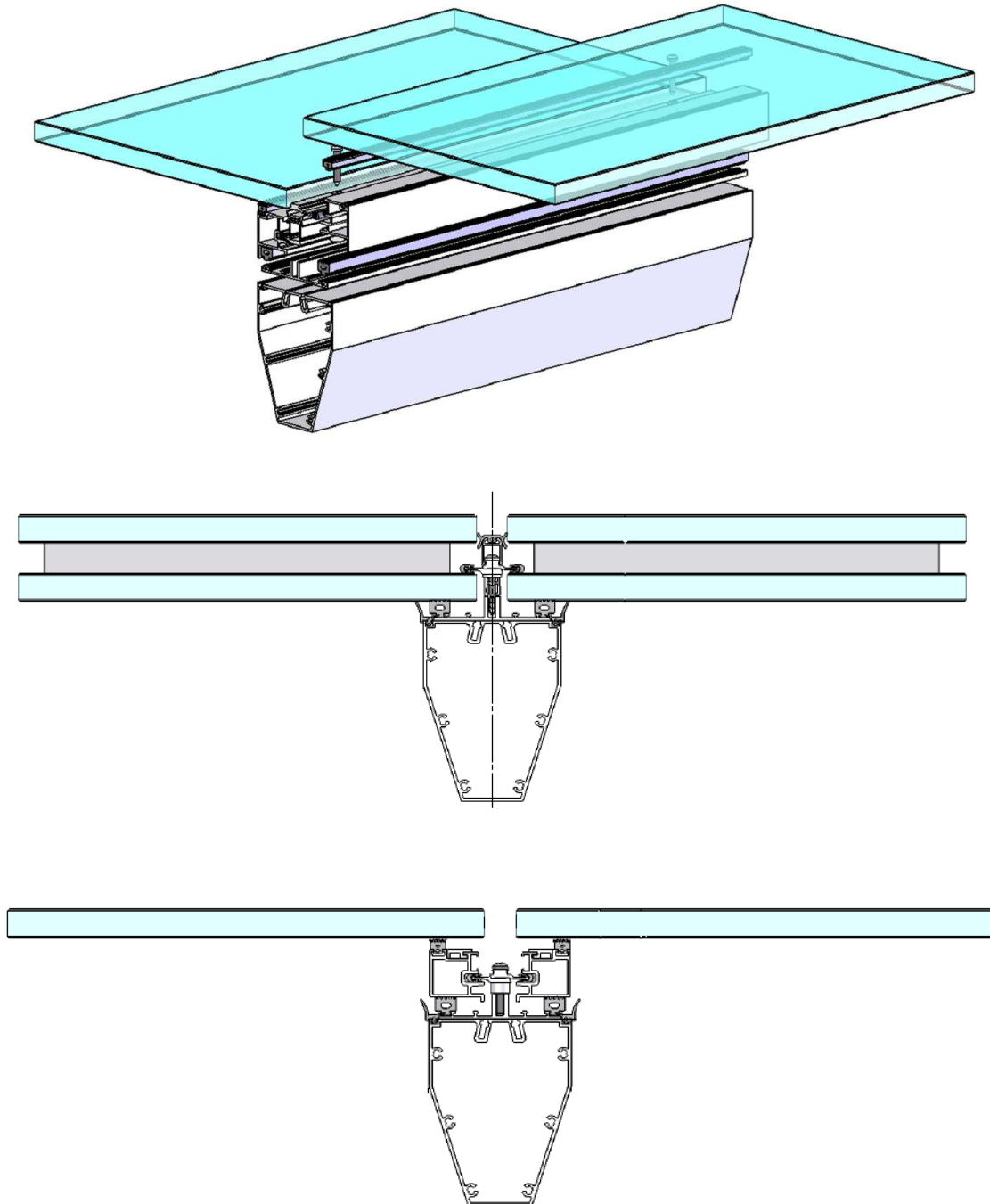


Figura 13 –Unió muntant–vidre lluernari (imatges superiors) i marquesina (imatge inferior)

Es denomina muntants els perfils d'alumini disposats de forma paral·lela a la façana d'entrada i transversers als que van de muntant a muntant. L'estructura està formada per 20 muntants, tots d'alumini a excepció del situat més a l'extrem de la marquesina, el qual per raons estructurals i estètiques és d'acer massís (exteriorment és idèntic a la resta de muntants). El muntant número 9, que és el que separa l'interior de l'edifici de l'exterior, s'ha realitzat a partir de la unió de dos perfils, un de color RAL 9003 i l'altre RAL 7038, i la cavitat del perfil resultant s'ha omplert amb llana de roca (veure detall 03 del plànol nº26 del *Document nº2 – Plànols*). Aquesta separació s'ha fet per tal de disposar de pont tèrmic entre la part interior i exterior de l'edifici. El perfil d'alumini que es situa a la part superior del muntant número 9 i que serveix per a l'acomodació del vidre presenta un elevat nombre de forats colissos per tal d'obtenir la ruptura del pont tèrmic (és possible aconseguir una ruptura de pont tèrmic dins un mateix perfil metàl·lic a partir de la realització de traus que dificultin el pas tèrmic a través del perfil). A la figura següent es mostren els colissos a realitzar a l'esmentat perfil: amb una longitud de 45mm, distància entre centres més propers de 30mm i solapament de 15mm.

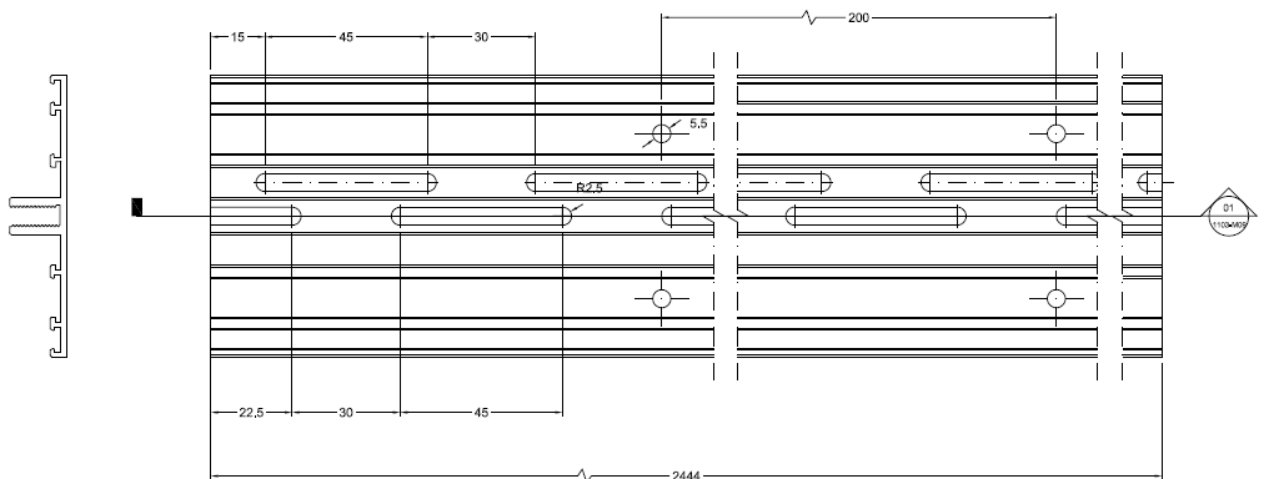


Figura 14 – Perfil d'alumini amb ruptura de pont tèrmic gràcies al mecanitzat

Amb el mateix propòsit, en l'estructura d'acer de coberta es disposa llana de roca al voltant de tots els tubs que componen les dues gelosies tridimensionals, des d'1 metre endins respecte de la façana principal (façana sud) fins a una sortida d'aproximadament 5 metres.

Els muntants d'alumini es recolzen sobre els ancoratges d'acer soldats a l'estructura d'acer de coberta. Entre el perfil d'alumini i l'ancoratge d'acer es disposa una làmina adhesiva a 1 cara per tal d'evitar el par galvànic. En els muntants nº 6 / 7 / 8 / 14 / 15 / 16 i 20 és necessari reforçar el perfil d'alumini amb un tub d'acer de 80x40x4mm.



Figura 15 – Reforç muntant lluernari

A la imatge de l'esquerra es mostra una secció vertical del muntant reforçat. A dalt i a baix del tub d'acer de reforç es situen dues peces de plàstic mecanitzades que aconsegueixen dues funcions: per una part de separador alumini-acer, i de l'altra serveixen per guiar el tub durant el seu assemblatge amb el muntant d'alumini.

En els muntants nº 2 / 3 / 4 / 5 / 17 / 18 i 19 es resol el problema de resistència i deformació a partir de l'aplicació de 2 suports puntuals. El suport puntual es mostra a la figura següent, i connecta el perfil d'alumini amb el tubular d'acer de l'estructura de coberta.

Aquests suports puntuals segueixen la inclinació dels muntants de la gelosia de l'estructura d'acer de coberta, tal i com es mostra a la figura següent.

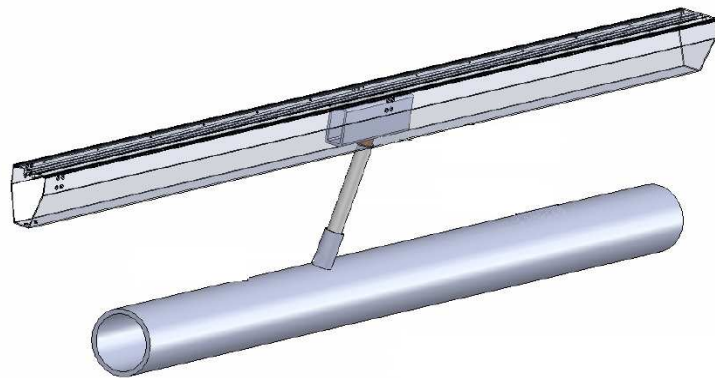


Figura 16 – Suport intermig

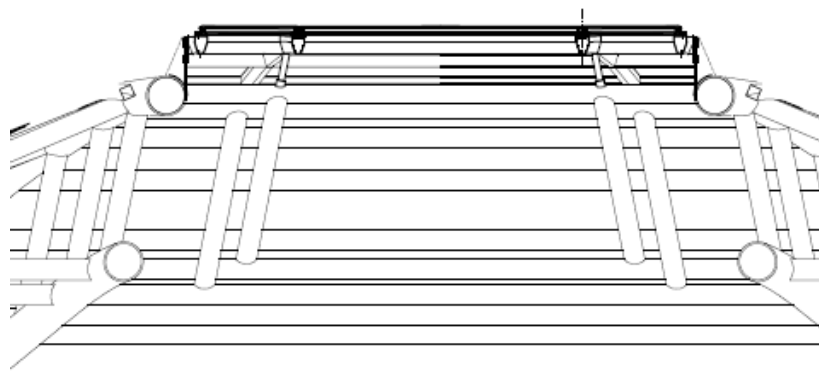


Figura 17 – Secció vertical lluernari

La unió entre muntants i travessers es realitza a partir de metxes massisses d'alumini mecanitzades en un centre de mecanitzat de 5 eixos que s'adaptin a la forma del perfil. Degut

a la complexa geometria del lluernari, cada una de les metxes és diferent. La unió entre la metxa i el muntant es porta a terme a partir de 4 unions amb femelles reblonables a la part superior i un cargol autotaladrant a la part inferior per tal d'evitar folgances quan l'estructura entri en càrrega. Els travessers es connecten a les metxes per mitjà de dos cargols avellanats DIN7991 M6 inoxidables A2 situats a la part inferior. Es col·locarà una volandera en forma de volcanet per disminuir l'impacte visual. Cargol i volandera es pintaran del mateix color RAL que el travesser en qüestió.

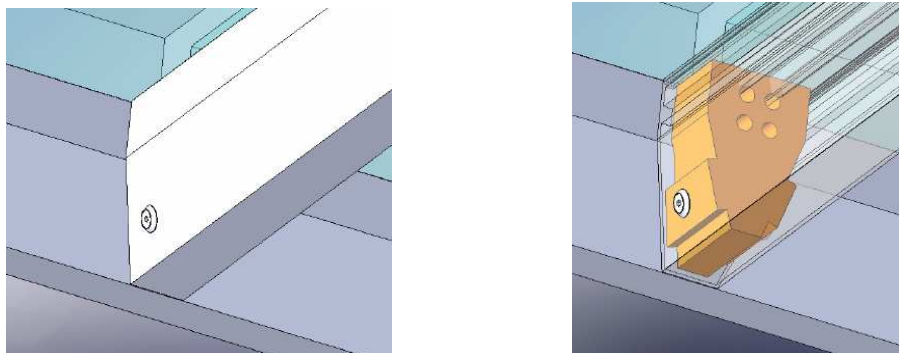


Figura 18 – Unió entre muntant i travesser del lluernari

2.2.5. Façana nord i façana sud

- Façana nord

La façana nord constitueix la unió entre les façanes laterals del vestíbul, és a dir, les façanes est i oest, contra les façanes laterals de la pròpia torre. En el seu punt més alt presenta una altura de 16.6 metres sobre el paviment exterior.

Els vidres de façana nord es munten sobre una retícula de perfils d'alumini lacats RAL 9003 i collats amb tapeta exterior. Els vidres de façana nord tenen la mateixa composició que els vidres de les façanes laterals, és a dir:

Vidre exterior: Laminat 6mm extraclar termoendurit amb serigrafia RAL 9002 a cara #2 del conjunt del vidre + 0.76mm PVB + 6mm extraclar termoendurit amb capa tipus Stopray ClearVision 50T a la cara #4 del conjunt del vidre.

Cambra d'aire de 20mm amb intercalari d'inoxidable i butil SikaGlaze IG-5 PIB gris S6.

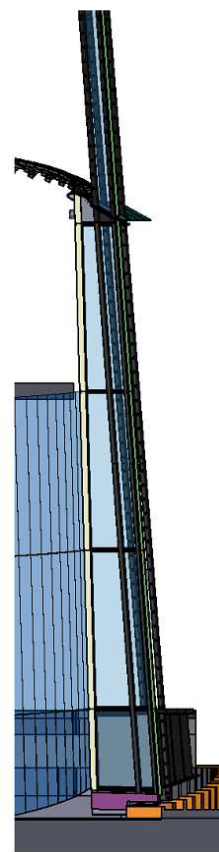


Figura 19- Façana nord

Vidre interior: Laminat 6mm extraclar + 0.76mm PVB + 6mm extraclar.

Les tres files de vidres superiors de la façana nord presenten una serigrafia a punts RAL 9003 amb un degradat que va des del 80% a l'aresta superior fins al 5% a la inferior. La quarta fila de vidres (a nivell de terra interior) és transparent, sense serigrafia. La fila de vidres per sota el nivell del paviment del vestíbul són opacificats amb caixa d'ombra.

Aquest tancament es recolza sobre muntants estructurals amb el mateix aspecte visual exterior que els de les façanes laterals. A l'extrem contigu a la façana de la torre es disposa un muntant d'acer S275 revestit de xapes d'alumini lacades RAL 9003.

- Façana sud

La façana sud constitueix la façana principal d'entrada a l'edifici, i queda limitada lateralment per les costelles 67 est i 67 oest, i per la part superior pel tancament de zinc de coberta i el lluernari.

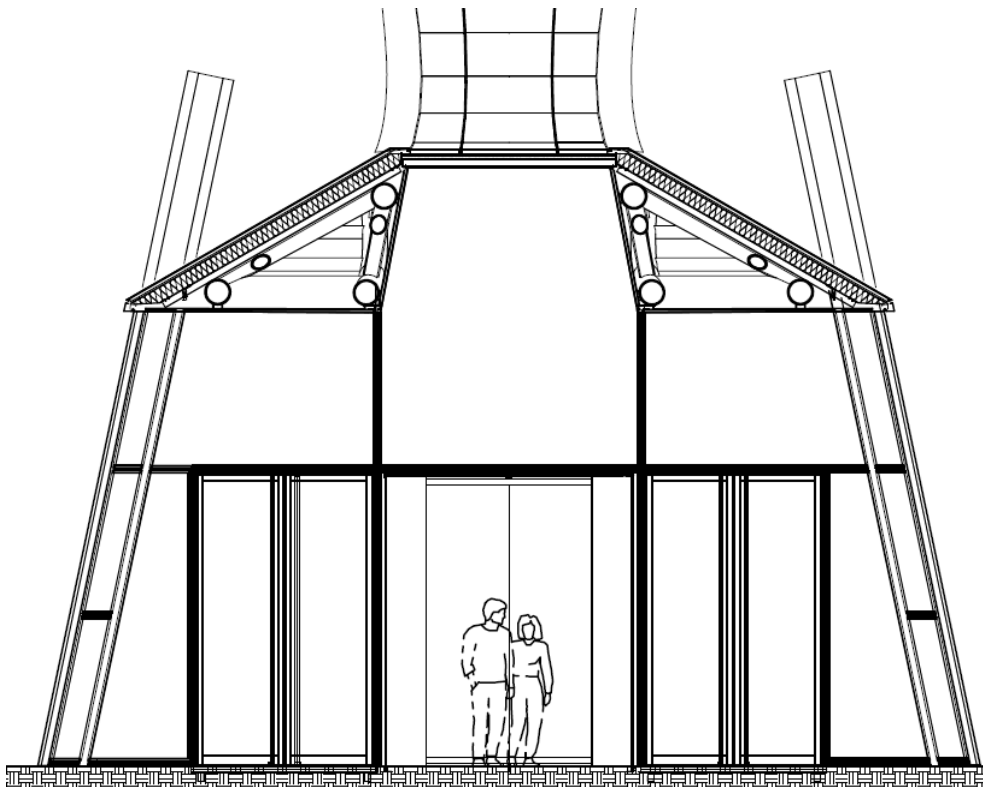


Figura 20 – Alçat façana sud

L'estructura de façana està formada per perfils soldats en doble I revestits per una perfil·leria d'alumini lacat RAL 9003.

A la franja superior de la porta d'entrada s'instal·len tres vidres amb forma que tanquen contra costelles, revestiment de zinc i lluernari.

La solució empleada per les costelles de façana sud és exactament igual a la utilitzada en façana nord, utilitzant muntants estructurals amb el mateix aspecte visual exterior que els de les façanes laterals.

Els vidres que constitueixen el tancament de façana (inclosos els vidres de les portes) tenen la mateixa composició que els vidres de les façanes laterals, és a dir:

Vidre exterior: Laminat 6mm extraclar termoendurit amb serigrafia RAL 9002 a cara #2 del conjunt del vidre + 0.76mm PVB + 6mm extraclar termoendurit amb capa tipus Stopray ClearVision 50T a la cara #4 del conjunt del vidre.

Cambra d'aire de 20mm amb intercalari d'inoxidable i butil SikaGlaze IG-5 PIB gris S6.

Vidre interior: Laminat 6mm extraclar termoendurit + 0.76mm PVB + 6mm extraclar termoendurit.

2.2.6. Portes d'accés principal i lateral

A la part central inferior de la façana sud es situa la porta giratòria de 2.70 metres de diàmetre i 3.15 d'altura; a dreta i esquerra de la porta principal es situen dues portes d'emergència pivotants de doble fulla amb una amplada total de 2.0 metres i 3.15 metres d'altura. El tancament entre portes d'emergència i costelles s'executa amb un vidre de forma trapezoïdal.

A cada una de les façanes laterals es situen tres portes d'emergència simples pivotants de 2.1x0.91 metres de vidre de cambra. Les portes estan encabides dins els muntants de les costelles d'acer i vidre tal i com es mostra en el plànol nº42.

La composició dels vidres de les portes d'emergència és:

Vidre exterior: Laminat 6mm extraclar termoendurit + 0.76mm PVB + 6mm extraclar termoendurit amb capa tipus Stopray ClearVision 50T a la cara #4 del conjunt del vidre.

Cambra d'aire de 20mm amb intercalari d'inoxidable i butil SikaGlaze IG-5 PIB gris S6.

Vidre interior: Laminat 6mm extraclar termoendurit + 0.76mm PVB + 6mm extraclar termoendurit.

2.2.7. Remat entre façana lateral i fals sostre

El tancament de coberta interior entre la façana lateral i el sostre de pladur (a realitzar per altres) es resol amb xapa d'alumini lacat RAL 9003 de 2mm d'espessor amb encaixos pels muntants estructurals. A partir d'on comença el lluernari fins a l'extrem de la marquesina el remat entre la façana lateral i el fals sostre de zinc es resol amb xapes de zinc de 4mm d'espessor amb els encaixos corresponents pels muntants estructurals.

2.2.8. Remat entre façana lateral i paviment

S'instal·len safates d'acer inoxidable satinat d'espessor 2mm sobre una estructura d'acer galvanitzat fixada al paviment mitjançant perns d'ancoratge mecànics. Les safates es realitzen amb encaixos pels muntants estructurals i s'executen forats en el sí de la xapa per permetre el flux d'aire dels airejadors instal·lats (a realitzar per altres industrials) per evitar condensacions el vidre.

3. MUNTATGE

En aquest capítol es descriu breument els procediments de muntatge dels elements principals del projecte.

3.1. Previ

Durant l'execució dels treballs d'elements de formigó es deixaran embeguts en el formigó:

- Perns d'ancoratge pels pilars d'entrada.
- Perfils halfen en els daus de formigó sobre els quals s'ancoren les costelles d'acer i vidre.
- Platines d'acer en el mur de planta M1.

Els elements descrits anteriorment es situaran a obra amb l'ajuda dels topògrafs de *BELLAPART*.

3.2. Estructura d'acer de coberta

Es col·locaran les plaques d'ancoratge dels pilars. Tot seguit es muntarà l'estructura d'acer de la coberta, que s'enviarà a obra des de taller en set parts per cada façana (veure taula 1). Cada part se soldarà amb la següent a obra. Les diferents estructures es presentaran una a una i es realitzaran les comprovacions topogràfiques oportunes abans de soldar l'ancoratge a la platina embeguda en el formigó (l'ancoratge ja arribarà muntat de taller juntament amb l'estructura).

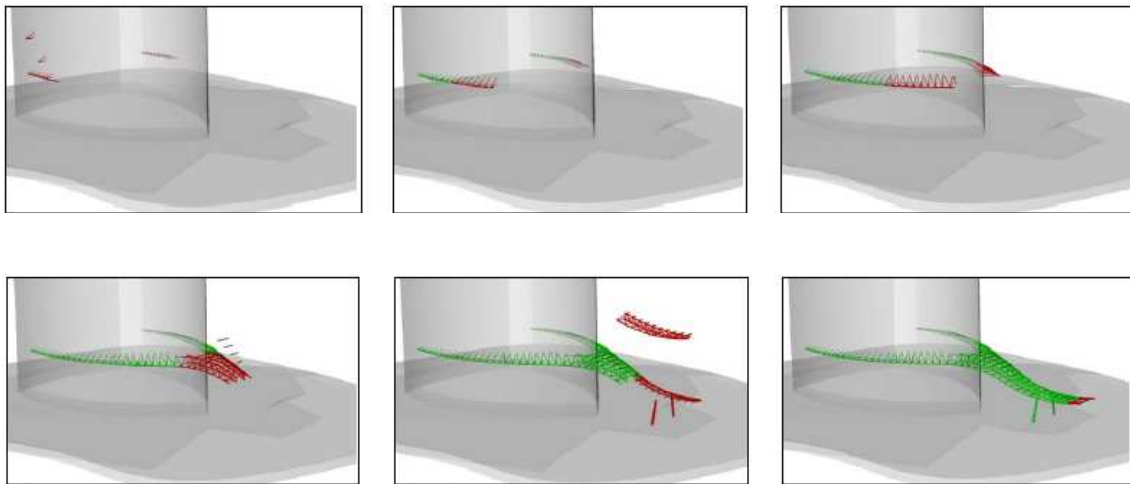


Figura 21 – Seqüència de muntatge de l'estructura d'acer de coberta

3.3. Costelles

Primerament i previ al transport de les costelles a obra, es col·locaran els ancoratges inferiors de cada una de les costelles.

El transport de les costelles d'acer i vidre de taller a obra es realitzarà amb tràilers; la col·locació de les costelles dins el remolc serà en concordança amb el muntatge d'obra i seran correlatives. El muntatge de les costelles s'efectuarà directament des del remolc fins a la seva posició definitiva. El muntatge de les costelles serà correlatiu sempre i quan no hi hagi una ruptura de vidre que comporti un imprevís. En el cas de patir retards en el muntatge degut a ruptures de vidre aquests es resoldran fent transports de 14 costelles (2 pisos dins el tràiler).

L'elevació de la costella es realitzarà mentre la costella encara estigui dins el remolc. Els dos punts de subjecció es troben a l'ancoratge superior i l'inferior de la pròpia costella. L'elevació de la costella es realitzarà amb un camió grua amb cabrestant de forma que permeti una primera elevació de la costella en posició horitzontal per treure-la de la projecció del remolc i un gir per situar-la en la seva posició definitiva. Mentre la costella es trobi en posició

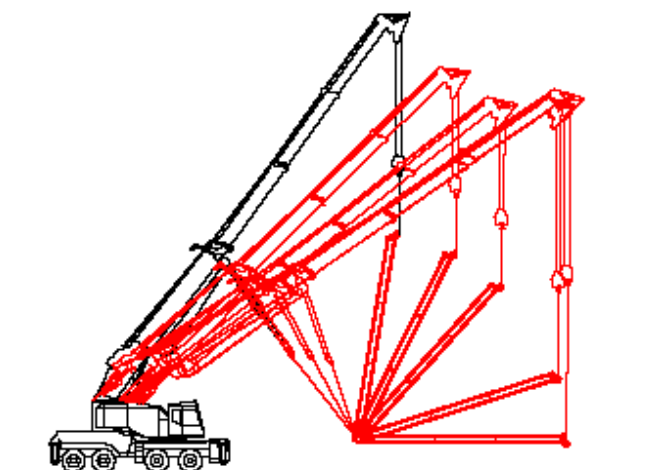


Figura 22 – Elevació costelles d'acer i vidre a obra

horitzontal i fora de la projecció del remolc es procedirà a treure els elements que feien de suport de la cartela durant el transport i es deixaran estocats en el remolc per la seva devolució a taller.

Abans de l'elevació final de la costella fins a la seva posició definitiva es procedirà a recobrir tota la seva longitud amb film transparent per tal de protegir-la d'agents externs com pintura, pols, etc.



Figura 23 – Armelles ancoratge inferior

Es procedirà a lligar un parell de cordes a cada una de les armelles previstes a tal efecte situades vora l'ancoratge inferior per impedir el balanceig de la costella durant la seva elevació.

Primerament es col·locarà la part inferior de la costella i a continuació s'ajustarà la part superior. Tot seguit, es col·locarà el boló de Ø24x66mm i dos circlips DIN471 a l'ancoratge inferior i el cargol DIN

933M24X120 qualitat 12.9 amb femella i arandela a l'ancoratge superior.

A continuació es procedirà a realitzar l'arriostament lateral de la costella, que n'evitarà el gir, a través de 2 tensors, que connecten la part més exterior de la costella amb l'estructura d'acer de coberta.



Figura 24 – Útils per a comprovació topogràfica

Una vegada estabilitzada la costella es procedirà a realitzar la comprovació topogràfica; aquesta s'efectuarà a través d'uns útils que es col·locaran, posteriorment al muntatge, a la part inferior i superior de la costella.

La regulació de la costella fins a la seva posició definitiva es farà a partir dels tensors d'arriostament lateral i dels cargols M12 de l'ancoratge superior.

El procediment es repetirà fins a la col·locació de totes les costelles de cada façana.

3.4. Alumini de les costelles

Els muntants d'alumini de les façanes est i oest arribaran ja cargolats sobre la costella des de taller, evitant la seva manipulació a obra. Per contra, els travessers s'han de col·locar a obra, una vegada les costelles estiguin a la seva posició definitiva. Tots els travessers de l'obra són diferents, i prenen la següent referència:

CXX-PY(S) on CXX és indicatiu de la costella amb valor inferior de les dos que connecta el travesser .

PY és indicatiu del nivell del travesser (Y pot prendre els valors 0 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6).

La presència de la S al final de la referència indica que es tracta d'un travesser de façana EST, la seva absència indica que és de façana OEST.

3.5. Vidres de façanes laterals

Els vidres de façana queden subjectats en el seu extrem inferior i superior per les tapetes horitzontals i verticalment per uns perfils que pressionen en el decalat del vidre. Entre vidre i travesser inferior es disposarà una falca de plàstic per tal d'evitar el contacte vidre alumini; aquesta falca es col·locarà a la part interior, i serà el paquet interior del vidre el que es recolzarà sobre aquest element.

El muntatge dels vidres es realitzarà amb un camió amb pluma i ventosa elèctrica amb càrrega màxima de 500 kg.

Sobre els perfils que pressionen el vidre en les arestes verticals es disposarà una goma EPDM que servirà de fons de junta per a la silicona.

Es cargolaran les tapetes contra els travessers i a continuació es realitzaran els segellats amb silicona.

3.6. Alumini del lluernari

La retícula d'alumini del lluernari es transportarà per mòduls. Cada mòdul estarà format per aquells muntants i travessers que suporten els tres vidres que es troben en el mateix pla. Hi haurà un total de 19 mòduls que es muntaran de nord a sud (la darrera tramada de vidre se sustenta sobre carteles d'acer revestides d'alumini imitant la geometria dels muntants i travessers d'alumini). Un mòdul amb el següent es connecta a partir de metxes d'alumini massís mecanitzat.



Figura 25 – Mòdul lluernari

Els muntants d'alumini es fixaran als ancoratges de coberta a partir d'una unió cargolada. Un cop s'hagin col·locat tots els mòduls es procedirà a la regulació d'aquests a la seva posició definitiva amb l'ajuda dels topògrafs.

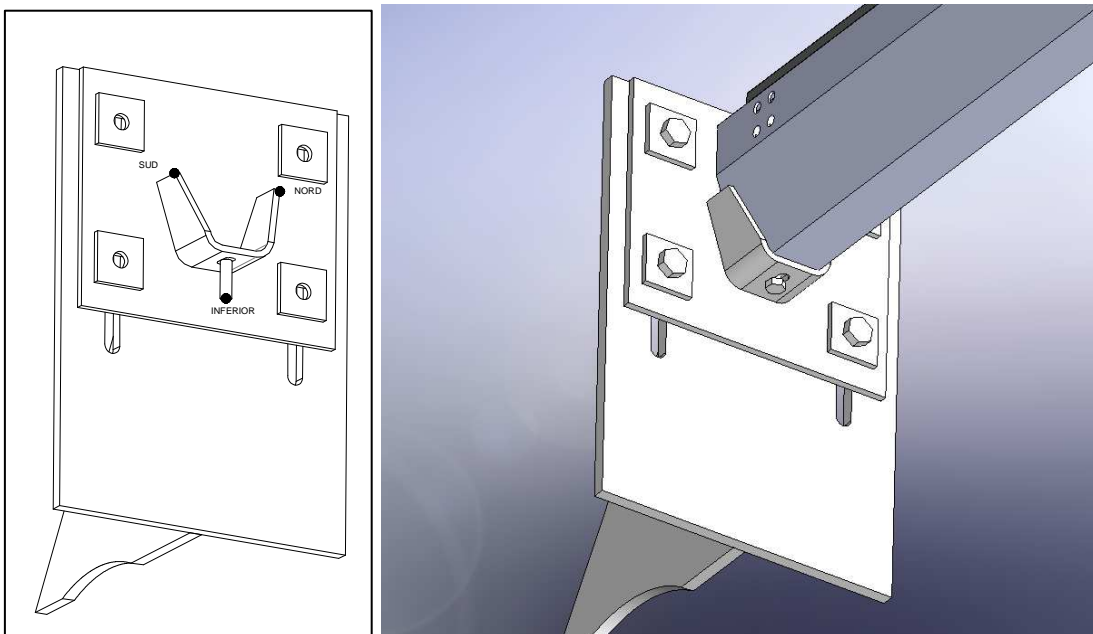


Figura 26 – Punts per ajustament topogràfic. Ancoratge estructura d'acer de coberta

3.7. Vidre del lluernari

El vidre del lluernari es col·locarà una vegada s'hagin col·locat tots els mòduls de coberta. Es diferencienc dos trams del lluernari: el que dóna a l'interior de l'edifici (amb vidre de cambra) i el que dóna a l'exterior (vidre simple laminat).

El sistema de subjecció del vidre de cambra és mitjançant perfils de pressió en tot el seu perímetre actuant sobre el decalat de la cambra d'aire de la unitat de vidre (veure figura 13 en pàgines superiors). Per contra, les unitats de vidre laminat seran enviades a obra amb un marc d'alumini adherit amb silicona estructural; s'utilitzaran els mateixos perfils de pressió per pinçar el marc.

Un cop s'hagin col·locat tots els vidres es procedirà a segellar totes les juntes amb silicona no estructural.

4. TERMINIS D'EXECUCIÓ

El diagrama de Gantt que es mostra a continuació indica els terminis previstos per a cadascuna de les tasques principals del projecte, que s'ha dividit en tres parts:

- El projecte d'enginyeria, que inclou càlculs, plànols generals i detalls típics, i la fabricació del prototip 1. Aquesta primera part té una duració estimada de 119 dies a partir de la data en què la propietat encarrega el projecte a BELLAPART
- El projecte constructiu, que inclou l'avaluació per part de l'arquitecte i les consultories del present projecte. Un cop es tingui l'aprovació definitiva es procedirà a l'elaboració dels plànols de fabricació, a la fabricació del prototip 2, que serà assajat d'acord les normatives adients, i finalment a la fabricació de tots els elements que integren el projecte. Aquesta part té una duració estimada de 202 dies; qualsevol retard en l'acceptació del projecte per part de l'arquitecte o les consultories pot comportar un retard en la data de finalització de l'obra.
- El muntatge a obra, que té una duració estimada de 225 dies.

Conseqüentment, la data prevista per a la finalització completa del projecte aquí descrit és el 25 d'abril de 2011.

A l'Annex J – *Planning* es detalla cada una de les tasques del projecte.

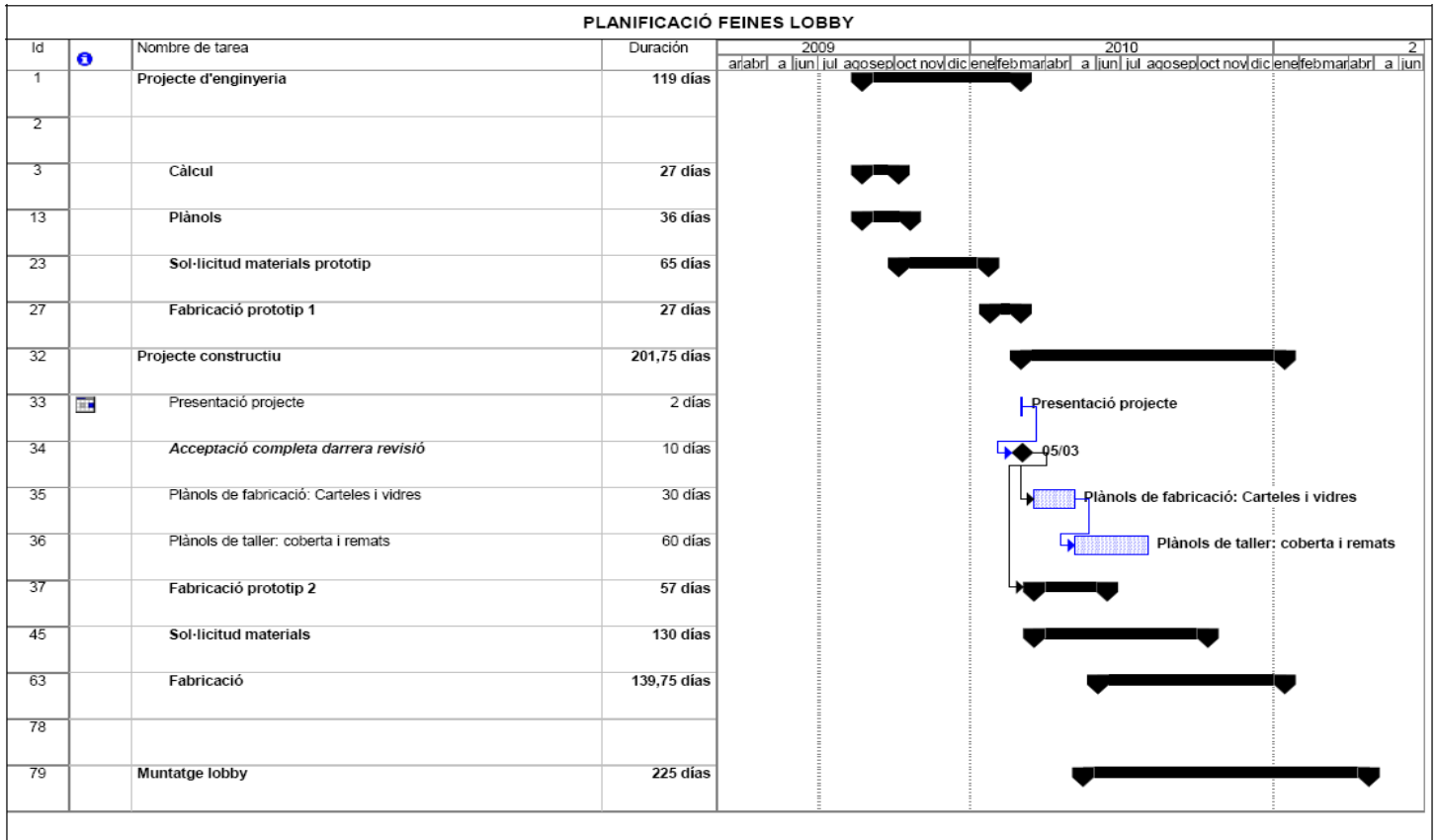


Figura 27 - Planning

5. RESUM ECONÒMIC

L'import total del projecte és de 5.838.461,87€ (Cinc milions vuit-cents trenta-vuit mil quatre-cents seixanta-un mil euros i vuitanta-set cèntims). La taula següent detalla l'import de cadascun dels capítols que s'inclouen. En el *Document nº5: Pressupost* es desglossa cadascun dels capítols.

RESUM DE PRESSUPOST		
	Capítol	Import
1	ESTRUCTURA D'ACER DE LA COBERTA	528.461,03 €
2	ESTRUCTURA I REVESTIMENT FAÇANES LATERALS	4.183.986,12 €
3	REVESTIMENT DE COBERTA I FALS SOSTRE DE ZINC	423.542,25 €
4	LLUERNARI	83.154,90 €

5	FAÇANA NORD I FAÇANA SUD	111.608,60 €
6	PORTES D'ACCÉS PRINCIPAL I LATERAL	137.388,78 €
7	REMAT ENTRE FAÇANA LATERAL I FALS SOSTRE	36.144,03 €
8	REMAT ENTRE FAÇANA LATERAL I PAVIMENT	59.864,72 €
9	PROTOTIP	61.000,00 €
10	ASSAJOS	46.965,00 €
11	ENGINYERIA	166.346,44 €
TOTAL		5.838.461,87 €

Taula 2 – Resum de pressupost

6. ÍNDEX DELS DOCUMENTS DEL PROJECTE

- Document nº1: Memòria
- Document nº2: Plànols
- Document nº3: Plec de condicions
- Document nº4: Amidaments
- Document nº5: Pressupost

7. CONCLUSIONS

El present projecte defineix en la seva totalitat les obres que es volen portar a terme en referència al revestiment del vestíbul d'entrada de l'edifici Torre Iberdrola a Bilbao, el qual inclou com a elements principals:

- Estructura tubular d'acer S355 de coberta.
- Revestiment de les façanes laterals amb vidre de cambra amb serigrafia a punts variable en funció de l'altura muntats sobre uns muntants estructurals d'acer S355 i ànima de vidre trempat i laminat.
- Lluernari del vestíbul d'entrada executat amb vidre de cambra amb serigrafia a punts al 40%.
- Marquesina d'entrada executada amb vidre laminat amb serigrafia a punts al 40%.
- Façana principal d'entrada amb porta d'entrada giratòria i dues portes d'emergència pivotants de doble fulla.

- Revestiment exterior de coberta executat amb un paquet aïllant de 210mm d'espessor a la zona interior i 120mm a la zona de marquesina i rematat amb xapa de zinc.
- Fals sostre de xapa de zinc a la zona del lluernari i marquesina.
- Portes d'emergència en façanes laterals.

També s'inclou una breu descripció dels procediments que s'emprendran pel muntatge dels elements principals de façana i coberta.

En els annexos de la memòria es recullen els càlculs – estructurals, tèrmics i acústics – sol·licitats per la Propietat, així com l'estudi de seguretat i salut, l'estudi d'alternatives i la planificació de les feines.

En el *Document nº2 – Plànols* es defineixen els alçats, seccions i detalls característics de l'obra.