

## Treball final de Màster

Estudi: Màster en Enginyeria Industrial

Títol:

DISSENY I CÀLCUL D'UNA ESTRUCTURA  
PER COBRIR LA PISCINA MUNICIPAL D'OLOT

Document:

0. RESUM

Alumne: David Alba Teixidó

Tutor: Enric Simon Madrenas

Departament: Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: MMCTE

Convocatòria (mes/any): juny 2022



## ÍNDEX

Índex.....	i
Índex de figures.....	i
1 Introducció .....	1
1.1 Antecedents:.....	1
1.2 Objectiu:.....	2
1.3 Abast:.....	2
2 Concepció de la solució.....	2
2.1 Etapa d'estudi de pre-disseny i tria del disseny projectat.....	2
2.2 Morfologia de la solució.....	3
2.3 Simulació.....	3
Geometria .....	3
2.3.1 Definició i magnitud de les càrregues.....	4
2.3.1 Combinacions d'accions.....	4
2.3.2 Verificacions i comprovacions estructurals en E.L.S.....	4
2.3.4 Verificacions i comprovacions estructurals en E.L.U.....	5
2.3.5 Càlcul d'unions.....	5
2.3.6 Fonamentació.....	5
2.4 Plànols.....	5
2.5 Projecte doble.....	5
Figura 1. Vista zenital de les instal·lacions.....	1
Figura 2. <b>ÍNDEX DE FIGURES</b> Vista zenital de l'edifici, vestuaris i edifici de recepció.....	1
Figura 3. Plantejaments de pòrtics tipus C.....	2
Figura 4. Disseny de la solució adoptada (mode estiu).....	3
Figura 5. Disseny d'un eslavó de coberta mòbil.....	3
Figura 6. Distribució de càrrega de pes propi.....	4

Figura 7. Estudi de fletxa en modelat d'Estiu .....4

Figura 8. Resultats gràfics d'anàlisi d'unió IPE400-IPE200.....5

# 1 INTRODUCCIÓ

## 1.1 Antecedents:

La ciutat d'Olot ha estat des de sempre una ciutat que ha valorat molt tenir un punt de bany. Ja fou amb finalitats lúdiques o esportives, els habitants han fet el possible per a tenir un espai que ho permetés.

Fins mitjans del segle passat sols es disposaven de piscines naturals al curs del riu Fluvià, creades amb rescloses. A partir dels anys 50 es creà el Club Natació Olot, el qual va oferir les primeres piscines comarcals inicialment, i més endavant la única piscina coberta també de la comarca. Avui dia a 2022 encara ho és. Al tractar-se d'una entitat privada, els preus per l'admissió resultaven privatius per a les capacitats econòmiques populars. És per això que l'Ajuntament d'Olot construí i inaugurà el 2002 un complex de piscines municipal per a satisfer la necessitat dels ciutadans. Aquest estava dotat d'una piscina de clapoteig per als més petits, una de lleure, una d'ensenyament amb poca fondària, i una de competició de 25 metres. No obstant, aquesta obra ha estat sempre objecte d'alta crítica per part de la ciutadania: cap de les piscines que es construïren fou coberta (veure Figura 1 i Figura 2).

Aquest fet, que podria ser un problema a qualsevol indret del país, a Olot s'accentua al tenir aquest un

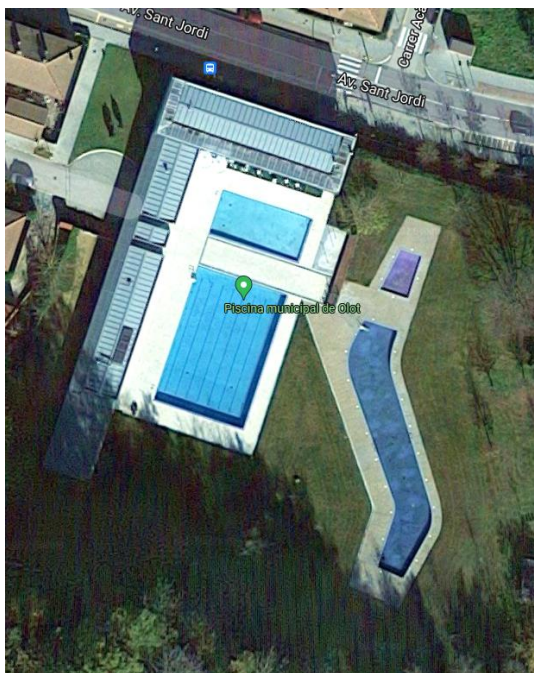


Figura 1. Vista zenital de les instal·lacions.

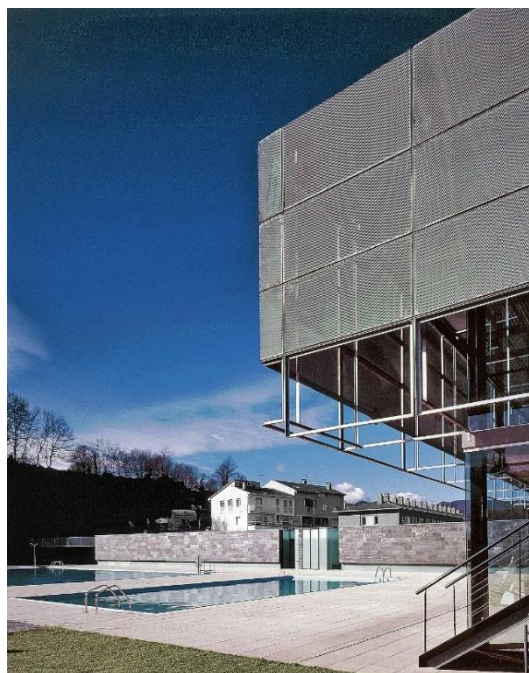


Figura 2. Piscina d'ensenyament i competició, vestuaris i edifici de recepció.

clima peculiarment fresc propi del Prepirineu, i de la cubeta Olotina en particular. En conclusió ens porta a que les instal·lacions sols son aprofitables durant juny, juliol i agost. La ciutat es mostra contrariada envers aquesta situació. Els ciutadans porten dues dècades reclamant una piscina coberta, incidència que té per objectiu solucionar el present projecte.

## 1.2 Objectiu:

Acomplir la sol·licitud del peticionari (l'Ajuntament d'Olot), que és la de cobrir les dues piscines necessàries durant tot l'any: ensenyament i competició (situades a l'esquerra de la Figura 1). Es reclama que les piscines estiguin dotades de la capacitat de descobrir-se total o parcialment per a donar-les d'atractiu pel bany estiuenc, així com un accés ràpid entre piscines durant el mateix període de l'any.

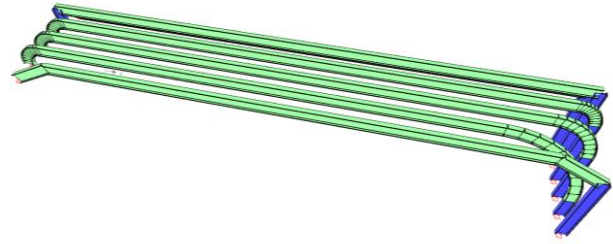


Figura 3. Plantejaments de pòrtics tipus C

És per a tal finalitat que es dissenya, calcula i projecta una estructura metàl·lica retràctil- telescòpica, la qual tindrà una plata d'uns 50 per 26 metres dins dels quals queden recollides les dues piscines. El disseny es realitzarà respectant totes les normatives vigents.

## 1.3 Abast:

El present projecte, com a Treball de Fi de Màster que és, contempla l'abast que en el seu moment es va acordar amb la Comissió de P/TF en el Full de Seguiment de TFM: "- Redacció dels documents 1-Memòria i 2-Plànols de l'estructura; no inclosos: 3-Plec de condicions, 4-Amidaments, 5-Pressupost. - Desenvolupament del conjunt del projecte emprant tecnologia BIM. - No es realitzarà el disseny de la instal·lació del climatitzador d'aire i aigua de les piscines. No es realitzaran els càlculs pertinents a la motorització i automatització de possibles components mòbils."

## 2 CONCEPCIÓ DE LA SOLUCIÓ

### 2.1 Etapa d'estudi de pre-disseny i tria del disseny projectat

Aquesta etapa contempla per una part la visita a l'Arxiu Comarcal de la Garrotxa, on poder consultar tota la documentació pertinent del projecte del complex de piscines, destacant l'obtenció dels plànols (ens aporten les dimensions de les piscines a cobrir i els edificis adjunts), així com l'estudi geotècnic (clau per conèixer quines sol·licituds li podem transmetre al sòl. Simultàniament es realitza un estudi de mercat, cercant altres cobertes de piscina que s'han construït per a casos reals.

A continuació, ja conegudes les dimensions bàsiques que ha de tenir l'estructura, es realitzen diferents dissenys per a poder escollir la millor candidatura (alguns exemples a la Figura 3). Finalment s'escull el disseny de la Figura 4, valorant especialment la lleugeresa i simplicitat de l'estructura mòbil.

## 2.2 Morfologia de la solució

Es projecta una coberta estructural per a les piscines de competició i ensenyament del complex de la Piscina municipal d'Olot. Aquesta coberta es dissenya amb unes dimensions exteriors de 27,3 metres d'amplada per 50,37 de longitud, orientada segons les construccions prèvies de les piscines. Per a la seva construcció s'ha projectat realitzant un ús íntegre perfilaria metàl·lica, pensant en realitzar uns tancaments amb alumini/PVC i policarbonat transparent.

Pel que fa a la coberta, aquesta es de tipologia cilíndrica, motivat per la semblança morfològica amb tal cos

geomètric en posició horitzontal. La coberta queda dividida en quatre trams en el sentit longitudinal global de l'estructura, els quals s'anomenaran esclavos (Figura 5). Aquests tenen una longitud que cobreix tota l'amplada de l'estructura (26 m) i una amplada de 12,7 metres (una quarta part de la longitud total de l'estructura). Dels quatre esclavos només hi hauran dos tipus, ja que la coberta és simètrica a partir de la meitat de la seva longitud: esclavos fixes o extrems, i esclavos mòbils. Els esclavos fixes, tal i com el seu nom indica, restaran sense cap tipus de mobilitat i collats a l'estructura base (els pilars), així com als tancaments laterals. Els dos esclavos mòbils per contra seran els que es poden moure i són els que marcaran l'ús de les piscines en modalitat "hivern" o "estiu", coberta o descoberta. Aquests sols es recolzen al carril. Per a més detalls sobre cada perfil emprat a l'estructura, unió entre ells, la fonamentació, i altres components, consultar la memòria descriptiva del projecte.

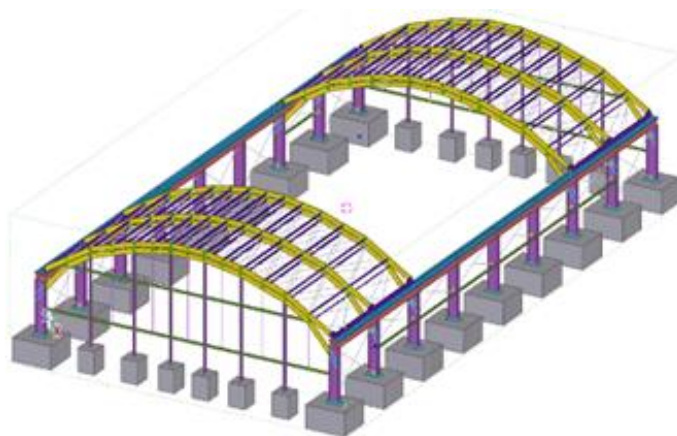


Figura 4. Disseny de la solució adoptada (mode estiu).

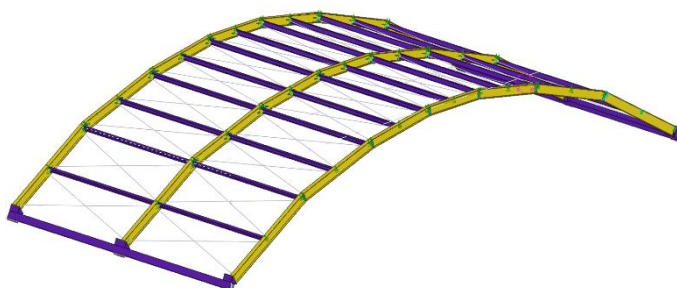


Figura 5. Disseny d'un esclavó de coberta mòbil.

## 2.3 Simulació

### Geometria

Com és lògic, el primer pas per a executar qualsevol pas de simulació de l'estructura és definir-la al programa. Per tant, s'entra al programa *Diamonds* de *BuildSoft* el conjunt de tota la morfologia que podem observar a la Figura 6, definint una estructura unifilar com la de la Figura 6 on s'atribueixen propietats com són les dimensions, perfil de secció, condicions de contorn, materials, grups de vinculament, i grups de seccions, entre d'altres.



## Definició i magnitud de les càrregues

2.3.1 La finalitat de desenvolupar simulacions de l'estructura és la de poder estudiar i preveure com es comportarà envers les diferents accions a les que estarà sotmesa durant la seva vida útil. Per tant primerament el que es realitza és determinar quines accions seran les que interactuaran. Aquestes venen definides pel Codi Tècnic de l'Edificació (CTE), en el seu document DBSE-AE ("Documento Básico- Seguridad Estructural- Acciones en la edificación"), on es descriuen com actuen sobre l'estructura, en quins casos, i en quina magnitud. Pel present projecte les accions que s'han de tenir en compte són el pes propi, sobrecàrrega d'ús i manteniment, l'acumulació de neu, el vent en les direccions ortogonals principals, la pressió i succió interior generada pel vent exterior i les obertures de l'edifici, així com les càrregues tèrmiques produïdes a l'estiu i hivern.

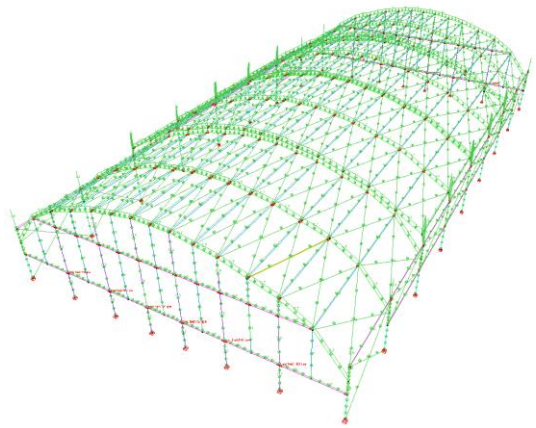


Figura 6. Distribució de càrrega de pes propi

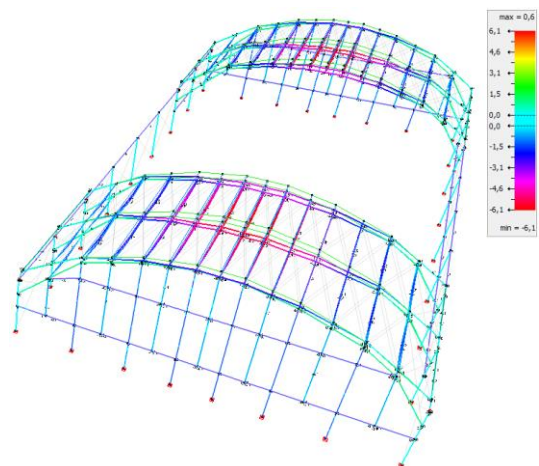


Figura 7. Estudi de fletxa en modelat d'Estiu

## 2.3.2 Combinacions d'accions

Les comentades accions, no actuen individualment. Per exemple pot haver-hi nevada i vents forts simultàniament. És per això que es dissenyen les combinacions factibles d'accions, mitjançant:

- Factors de Simultaneïtat ( $\Psi_i$ ), que indiquen la probabilitat de concomitància contra accions.
- Coefficients parcials de seguretat ( $\gamma_i$ ), que majoren o minoren el valor de les accions en funció de la direcció i sentit de l'acció predominant i les concomitants, per a cada tipus de combinació.

2.3.3 Les combinacions a estudiar són múltiples tant en ELU (comprovacions d'Estat Límit Últim), com en ELS (Estat Límit de Servei).

## Verificacions i comprovacions estructurals en E.L.S.

A l'Estat Límit de Servei (E.L.S.) es pretén verificar que no es produeixin deformacions a l'estructura que es puguin considerar excessives per a l'ús, la sensació visual de seguretat dels usuaris, i que puguin comprometre la integritat d'altres components que es troben annexes a ella. Es realitzen totes les comprovacions corresponents a les deformacions en els tres eixos de desplaçaments no sobrepassen els llimars marcats per la normativa del CTE. Es pot veure un exemple dels gràfics analitzats a la Figura 7.



## Verificacions i comprovacions estructurals en E.L.U.

A l'Estat Límit Últim (E.L.U.) es pretén verificar que tots els perfils podran suportar per criteris de resistència i estabilitat (vinclament) la totalitat de les combinacions d'accions.

2.3.4

A estabilitat, el perfil més sol·licitat arriba a treballar al 95% d'ús, i en resistència al 79%.

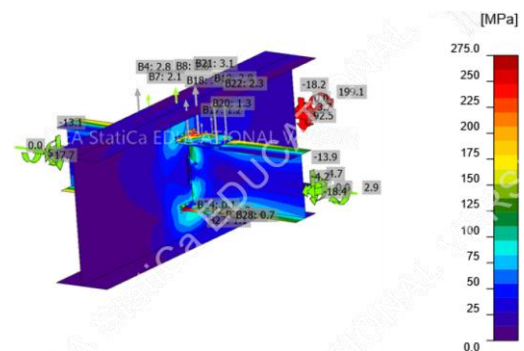


Figura 8. Resultats gràfics d'anàlisi d'unió IPE400-IPE200.

## Càlcul d'unions

El present projecte presenta múltiples unions diferents. Sempre combinen l'ús d'elements placa soldats als extrems de les barres amb elements roscats, per a facilitar el transport i una construcció en obra ràpida i eficaç. Totes aquestes unions han de ser dimensionades per a verificar que podran acomplir la seva funcionalitat, i arribar a suportar les sol·licitacions que se'ls exigeixi.

2.3.5

Un dels objectius del present TFM és el de fer ús de la tecnologia BIM, la qual es veu reflexada en la interoperabilitat de programes. Un dels casos és pel càlcul d'unions, on es passa des del programa de càlcul de l'estructura global (Diamonds) totes les dades que afecten una unió al programa especialitzat de càlcul d'unions. Tant de geometria com de combinacions d'accions.

S'empren doncs els programes Power Connect i Idea StatiCa Connect (Figura 8) per a realitzar i verificar el disseny de totes les unions.

2.3.6

## Fonamentació

Es realitza el disseny i simulació de la fonamentació de l'estructura (Figura 4), definint les sabates de formigó armat. Molt rellevant en aquest punt la coordinació de dades entre la simulació a Diamonds amb els resultats de l'estudi geotècnic obtingut a l'Arxiu Comarcal.

## 2.4 Plànols

De nou, aprofitant la interoperabilitat que ofereix el BIM, s'exporta l'estructura a Tekla Structures. Aquest nou software ens ofereix poder modelar en detall l'estructura i poder extreure tots els plànols entregats.

## 2.5 Projecte doble

Tot l'exposat de simulacions fins aquest punt, és el que es realitzaria per a qualsevol estructura ordinari. No obstant, al tractar-se d'una estructura mòbil, la morfologia de la qual pot canviar molt segons estigui en modalitat Estiu (Figura 7) o Hivern (Figura 6), requereix duplicar tots els passos anteriors per a verificar-la per a les dues modalitats.

