
Elaboración del proyecto de ejecución de la estructura
de una vivienda unifamiliar.
Estructura de hormigón armado
“la casa cruzada”

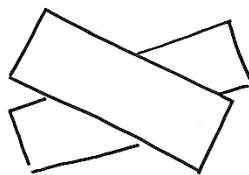
TFG | MES-FO122

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

CURSO | 2017_2018

ALUMNO | VÍCTOR PAVÍA GIMÉNEZ

TUTOR | LUIS DE MAZARREDO AZNAR



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

RESUMEN

Castellano

El objetivo del trabajo es el rediseño, cálculo y estudio del comportamiento de la estructura de la una vivienda unifamiliar aislada, con pórticos de hormigón armado. La vivienda está situada en la calle Sierra del Taibilla, en la urbanización “La Alcayna”, proyectada por el estudio de arquitectura, Clavel arquitectos, para un promotor privado. El proyecto fue denominado como “LA CASA CRUZADA”, y se realizó en el año 2013.

El proyecto real está resuelto por medio de una estructura de hormigón armado, formada por pórticos y pantallas de hormigón armado. Los elementos horizontales se resuelven mediante forjados bidireccionales con casetón perdido.

La vivienda se resuelve en dos plantas. La planta baja es una pastilla rectangular orientada a sur donde encontramos la zona de día, y la planta primera es otra pastilla rectangular “cruzada”, donde se encuentra la zona de noche.

El programa en planta baja cuenta con el acceso por la zona norte de la parcela, un aseo de cortesía, lavadero, cocina y salón-comedor. La totalidad de la fachada sur está acristalada y da acceso a la zona exterior de la parcela y la piscina. En la planta primera se encuentra la zona noche con dos dormitorios dobles, un sencillo y dos baños completos. El dormitorio principal se encuentra orientado a este con terraza privada. Además, la parcela cuenta con piscina privada y zona cubierta como zona de aparcamiento.

La idea de proyecto es evidentemente formal. Los arquitectos proyectan dos prismas de hormigón armado de las mismas dimensiones, “apilados”, como si de un juego de construcción se tratase, y a la vez simétricos desde el punto central del prisma. Este giro provoca la búsqueda de vistas largas en la planta primera y la protección frente al soleamiento en la planta baja.

El estudio y formalización de la estructura en este proyecto, es una premisa indispensable, ya que resuelve a la vez, la construcción, la forma y la orientación de la vivienda.

Valenciano

L'objectiu del treball és el redisseny, càlcul i estudi del comportament de l'estructura d'un vivenda unifamiliar aïllada, amb pòrtics de formigó armat. La vivenda està situada al carrer Serra del Taibilla, a la urbanització "La Alcayna", projectada per l'estudi d'arquitectura, Clavell arquitectes, per a un promotor privat. El projecte va ser denominat com "LA CASA CREUADA", i es va realitzar en l'any 2013.

El projecte real està resolt per mitjà d'una estructura de formigó armat, formada per pòrtics i pantalles de formigó armat. Els elements horitzontals es resolen mitjançant forjats bidireccionals amb cassetó perdut.

L'habitatge es resol en dues plantes. La planta baixa és una pastilla rectangular orientada a sud on trobem la zona de dia, i la planta primera és una altra pastilla rectangular "croada", on es troba la zona de nit.

El programa en planta baixa compta; amb l'accés per la zona nord de la parcel·la, un lavabo de cortesia, safareig, cuina i saló-menjador. La totalitat de la façana sud està vidre i dona accés a la zona exterior de la parcel·la i la piscina. A la planta primera hi ha la zona nit amb dos dormitoris dobles, un senzill i dos banys complets. El dormitori principal es troba orientat a est amb terrassa privada. A més, la parcel·la disposa de piscina privada i zona coberta com a zona d'aparcament.

La idea de projecte és evidentment formal. Els arquitectes projecten dos prismes de formigó armat de les mateixes dimensions, "apilats", com si d'un joc de construcció es tractés, i la mateixa vegada simètrics des del punt central del prisma. Aquest gir provoca la recerca de vistes llargues a la planta primera i la protecció enfront del assolellament a la planta baixa.

L'estudi i formalització de l'estructura en aquest projecte, és una premissa indispensable, ja que resol a la mateixa vegada, la construcció, la forma i l'orientació de la vivenda.

English

The objective of the work is the redesign, calculation and study of the behavior of the structure of an isolated single-family house, with reinforced concrete porticoes. The house is located on the street Sierra del Taibilla, in the urbanization "La Alcayna", designed by the studio, Clavel architects, for a private promoter. The project was called "LA CASA CRUZADA", and was carried out in 2013.

The real project is solved by means of a reinforced concrete structure, formed by reinforced concrete porticoes and reinforced concrete walls. The horizontal elements are solved by bidirectional slabs with lost boxes.

The house is resolved in two floors. The ground floor is a rectangular prism facing south where we find the day area, and the first floor is another "crossed" rectangular prism, where the night area is located.

The program on the ground floor counts; with access to the north area of the plot, a toilet, laundry, kitchen and living room. The entire south facade is glazed and gives access to the outdoor area of the plot and the pool. On the first floor there is the night area with two double bedrooms, one single and two full bathrooms. The master bedroom is facing east with a private terrace. In addition, the plot has a private pool and covered area as a parking area.

The idea of a project is obviously formal. The architects project two prisms of reinforced concrete of the same dimensions, "stacked", as if they were a construction game, and at the same time symmetrical from the central point of the prism. This turn provokes the search for long views on the first floor and the protection against sun exposure on the ground floor.

The study and formalization of the structure in this project, is an indispensable premise, since it solves at the same time, the construction, the form and the orientation of the house.

PALABRAS CLAVE

Castellano | palabras clave

Casa cruzada

Vivienda unifamiliar aislada

Estructura de hormigón armado

Cálculo estructural

Architrave

Valenciano | paraules clau

Casa creuada

Vivenda unifamiliar aïllada

Estructura de formigó armat

Càlcul estructural

Architrave

English | Key words

Cross house

Single-family house

Reinforced concrete structure

Structural calculation

Architrave

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por ayudarme tanto. Sé que no dejaré nunca de sorprenderles.
A mi futura mujer, "Verónica sin ti, no hubiese llegado hasta aquí", y lo que me queda.

#space maker | air | pocket symphony | 2007

ÍNDICE	PAG
RESUMEN	2
Castellano	
Valenciano	
English	
PALABRAS CLAVE	5
Castellano Valenciano English	
AGRADECIMIENTOS	6
ÍNDICE	7
OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	9
Objetivos	
Metodología	
CLAVEL ARQUITECTOS	11
MEMORIA DESCRIPTIVA PROYECTO	13
Antecedentes Situación	
“La Casa Cruzada”	
MEMORIA CONSTRUCTIVA PROYECTO	17
ESTUDIO FOTOGRÁFICO PROYECTO	19
MEMORIA CONSTRUCTIVA ESTUDIO TFG	24
ESTUDIO COMPORTAMIENTO DEL MODELO ESTRUCTURAL	26
CRUZO1	
CRUZO2	
CRUZO3	
CRUZO4	
ESTUDIO ECONÓMICO	55
CONCLUSIONES	56
BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES	57
Páginas web	
Normas	
Fotografías	
Documentación aportada por los arquitectos	

	PAG
ANEXOS	59
Anexo 1 - Mediciones y presupuesto.	
Anexo 2 - Planos de estructura estudio TFG	

OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Objetivos

El objetivo principal del proyecto es el análisis estructural y económico de la estructura, de manera que podamos obtener una segunda solución con respecto al proyecto original.

Se estudiarán diferentes modelos estructurales dentro de la tipología de “pórticos de hormigón armado”, con pilares rectangulares y jácenas con diferentes cantos; de manera que encontrando una solución final, que no deberá ser la única, en su ejecución, pueda ser la opción más económica del mismo modo.

Se realizará un análisis del comportamiento de los pórticos, llegando a tener un estudio exhaustivo del global de la estructura, para poder obtener secciones y armados reales, cumpliendo normativa vigente.

Finalmente, una vez valorada la ejecución de la estructura definitiva, se realizará un comparativo con las diferentes soluciones propuestas por los compañeros para ver las diferencias de precio, medición y manera de ejecución de las mismas.

Metodología

A continuación, se detalla de manera esquemática, la metodología que se ha llevado a cabo para la realización del trabajo:

- Estudio de la vivienda. Comprensión de funcionalidad del edificio.
- Plantear la estructura tipo del edificio, según los arquitectos y determinar los elementos estructurales que servirán para el diseño de la “Casa Cruzada”
- Plantear la estructura tipo del edificio, aplicando como premisa el uso de pórticos de hormigón.
- Dibujar el modelo estructural en soporte informática (modelización con autocad, desde la aplicación de architrave).
- Predimensionar la estructura.
- Establecer una estimación de cargas de la estructura.
- Generar el modelo y exportarlo para comprobar su correcta modelización en Architrave 2015, v1.13.
- Calculo del modelo estructural con Architrave 2015, v1.13
- Dimensionado de pilares y vigas del modelo estructural con Architrave 2015, v1.13
- Dimensionado de zapatas del modelo estructural con Architrave 2015, v1.13
- Estudio de los resultados obtenidos, comparándolos con 3 de los modelos predimensionados.
- Redimensionado de secciones y armados según resultados obtenidos, de la solución última.
- Generar planos de cimentación, pórticos, forjados y pilares.
- Generar medición y presupuesto de la estructura obtenida.

CLAVEL ARQUITECTOS

Clavel arquitectos, es un estudio de arquitectura con sede en Murcia (España) y Florida (USA). Estudio con más de 40 años de experiencia en el desarrollo de proyectos de arquitectura, urbanismo, paisajismo e interiorismo.

El estudio lo dirige Luís Clavel y Manuel Clavel, con un equipo formado por más de 15 profesionales relacionados con la arquitectura y la ingeniería.

El estudio cuenta con más de 78 premios nacionales e internacionales y más de 100 obras publicadas, entre la que destacan.

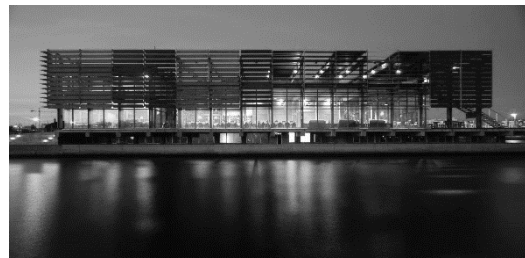
Club Náutico de Cartagena

Situación | Cartagena

Año de construcción | 1997

Superficie construida | 1.496 m²

Tipología | Equipamiento



Parking Avenida Libertad

Situación | Murcia

Año de construcción | 2010

Superficie construida | 50.553 m²

Tipología | Equipamiento



Edificio San Cristóbal

Situación | Murcia

Año de construcción | 2012

Superficie construida | 908 m²

Tipología | Residencial, Terciario



Casa 4 en 1

Situación | Guadalupe

Año de construcción | 2013

Superficie construida | 1.210 m²

Tipología | Residencial, vivienda unifamiliar aislada



La casa Cruzada

Situación | Murcia

Año de construcción | 2015

Superficie construida | 232 m²

Tipología | Residencial, vivienda unifamiliar aislada



“La Casa Cruzada”, será la vivienda objeto de este TFG, una elección consensuada con el tutor, y los diferentes compañeros del TFG, donde se buscaba una vivienda que pudiera alcanzar grandes voladizos para ver su comportamiento con diferentes sistemas estructurales, ya fueran de hormigón armado o de estructuras de acero laminado.

MEMORIA DESCRIPTIVA PROYECTO

Antecedentes | Situación

La parcela se encuentra en la parte alta de una urbanización residencial llamada “La Alcayna” a las afueras de Murcia, con vistas a los montes colindantes, la Sierra de la Pila y El Valle de Ricote, una zona urbanizada de manera ortogonal con parcelas de entre 600-800m². La vivienda se sitúa en el N° 38 de La calle Sierra Taibilla, con una parcela de 617m².



La vivienda aterriza como si de dos prismas apilados se tratase sobre la parcela. Dispone de un acceso principal peatonal y otro rodado. Esta orientada en planta baja al sur, y en planta primera al este. La vivienda cuenta con 234m² construidos.

REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE
2074518XH6127S0001PW

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN:
CL SIERRA TAIBILLA [ALCAYNA] 38
30507 MOLINA DE SEGURA [MURCIA]

USO PRINCIPAL: **Residencial** AÑO CONSTRUCCIÓN: **2013**

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN: **100,000000** SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): **234**

PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN:
CL SIERRA TAIBILLA [ALCAYNA] 38
MOLINA DE SEGURA [MURCIA]

SUPERFICIE CONSTRUIDA (m²): **234** SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA (m²): **617** TIPO DE FINCA: **Parcela construida sin división horizontal**

CONSTRUCCIÓN

Destino	Escala	Planta	Puerta	Superficie m ²
VIVIENDA	1	00	01	118
VIVIENDA	1	01	01	101
DEPORTIVO	P	ISC	INA	15

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

INFORMACIÓN GRÁFICA E: 1/1000

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

Miércoles, 4 de Julio de 2018

062.050 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89
 - Límite de Manzana
 - Límite de Parcela
 - Límite de Construcciones
 - Mobiliario y aceras
 - Límite zona verde
 - Hidrografía

“La Casa Cruzada”

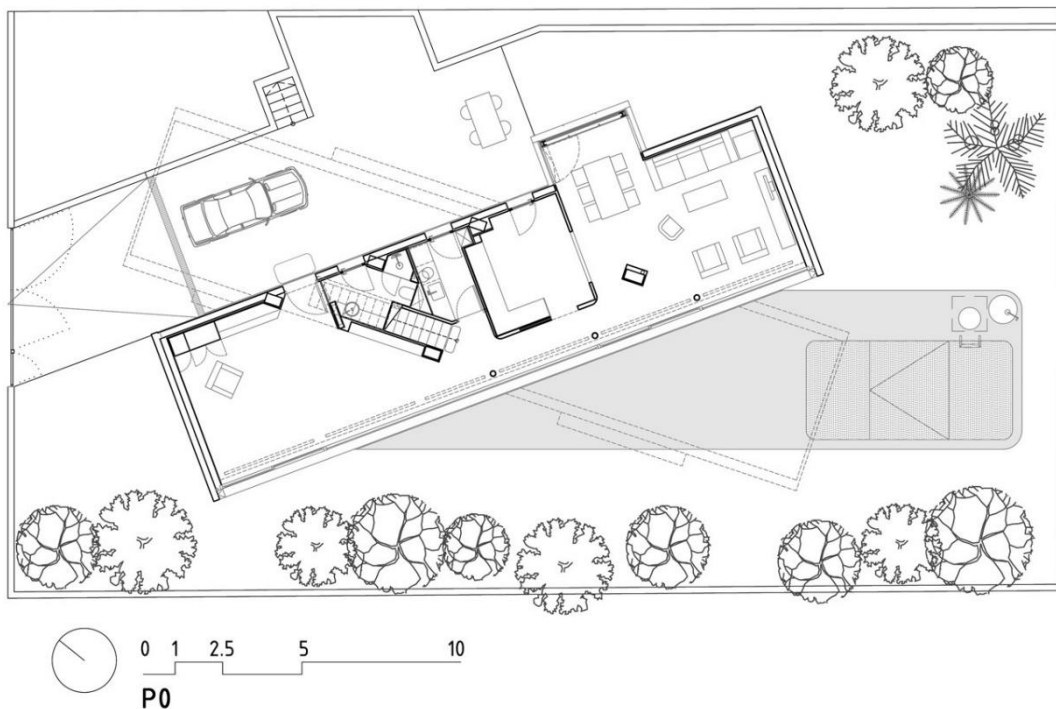
“Dicha disposición conceptual se materializa mediante una operación geométrica, el giro de dos elementos, como si se tratara de dos bloques de un juego de construcciones que se apilan y manipulan con facilidad. Los volúmenes longitudinales apilados, de unos 20m de longitud y una profundidad cercana a los 5m, se giran entre sí unos 35°, de forma que los extremos del volumen superior buscan la orientación y vistas más favorables y generan, al tiempo, importantes voladizos de hasta 10m de longitud, estos voladizos, unidos al giro entre ambos cuerpos, proporcionan la protección solar necesaria en la fachada y zonas de estancia de la piscina.”

Los arquitectos. Clavel arquitectos.

La vivienda se resuelve en dos plantas. La planta baja es una pastilla rectangular orientada a sur, y la planta primera es otra pastilla rectangular “cruzada”, orientada al este.

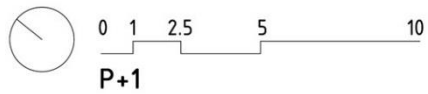
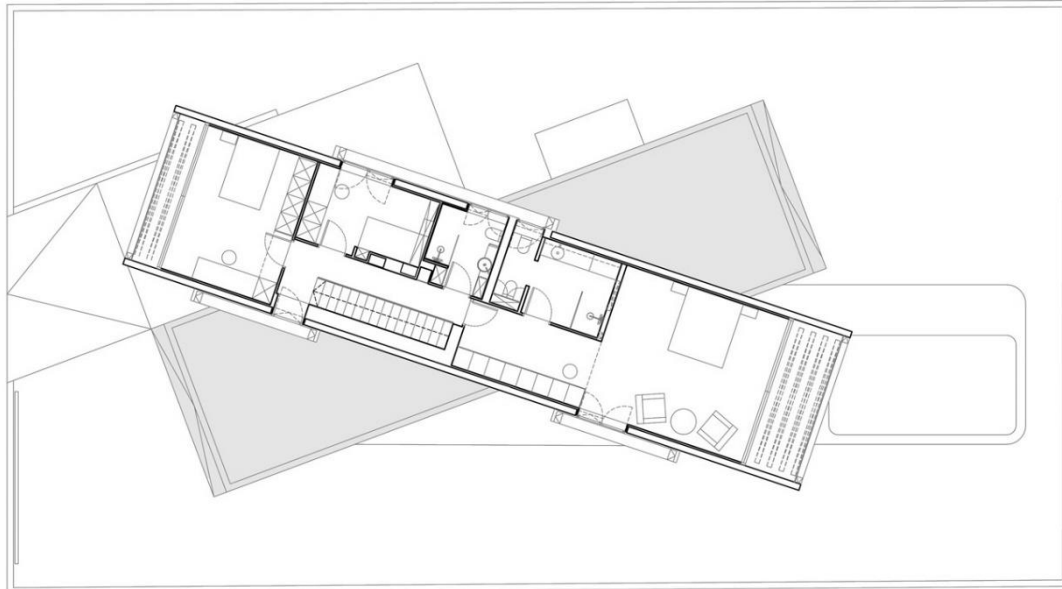
El programa en planta baja esta proyectado para ser la zona de día; cuenta; con el acceso por la zona norte de la parcela, un aseo de cortesía, lavadero, cocina y salón-comedor. La totalidad de la fachada sur está acristalada y da acceso a la zona exterior de la parcela y la piscina.

Superficie Construida en PB - 115m²



En la planta primera se encuentra la zona noche con dos dormitorios dobles, un sencillo y dos baños completos. El dormitorio principal se encuentra orientado a este con terraza privada y cuenta con un vestidor en el acceso del mismo. El dormitorio orientado a oeste, cuenta con una "fachada" totalmente acristalada provista de una protección solar tanto por el interior como por el exterior.

Superficie Construida en P1 - 115m²



Superficie Construida total Vivienda - 230m²

MEMORIA CONSTRUCTIVA PROYECTO

Sustentación del edificio

Características geotécnicas del terreno

El solar donde se proyecta el edificio de estudio, se sitúa la localidad de la Alcayna (Murcia). No disponemos de información sobre el tipo de terreno, pero si sabemos que los arquitectos estimaron una tensión admisible del terreno de 2'50 kg/cm².

Cimentación

En consonancia con lo indicado en el CTE, el DB-SE-C, que ofrece una orientación para la presión admisible del terreno según el tipo de suelo, de 2'50 kg/cm², Los arquitectos proyectaron una cimentación con zapatas asiladas y vigas riostras, con un canto de cimentación de 40cm de hormigón útil, con un armado según planos facilitados por ellos, y sobre capa de hormigón de limpieza de 10 cm. El hormigón de cimentación que consideraron es, HA-25/B/20/IIa, con una resistencia característica de 25 N/mm² y el acero de armaduras sería B-500-SD, de límite elástico no menor que 500 N/mm².

Sistema estructural

Los arquitectos plantearon una estructura por medio de pantallas de hormigón losas bidireccionales. Empleando puntualmente 3 pilares metálicos vistos en planta baja.

Los forjados de planta baja y planta primera en contacto con el exterior, de canto 30cm se proyectaron como bidireccionales con "elementos aligerantes perdidos" de bovedilla de hormigón, el forjado de planta baja es un forjado sanitario, que no está en contacto directo con el terreno.

La planta primera se proyectó por medio de una losa de hormigón armado de 25cm de espesor. Y el forjado de la cubierta es bidireccional con casetones perdidos de poliestireno extruido.

La zanca de escalera esta resuelta por medio de una losa inclinada de 20cm de espesor.

Sistema Envoltente

Comprende este sistema los diferentes elementos que definen la piel del edificio, incluso los elementos que lo relacionan con el terreno.

Separación con el Terreno (zonas exteriores)

Solera de hormigón armado formada por capa base de piedra caliza "machaca" compactada de 25cm de espesor, colocación de lámina de polietileno de 1,2mm de espesor y solera 10cm de canto de hormigón 25 N/mm², (HA- 25/B/20/IIA), con mallazo #5/20x20 cm.

Separación con el Terreno (zonas interiores)

Forjado bidireccional con casetón perdido de bovedilla de hormigón, de canto 25+5cm de capa de compresión, de hormigón 25 N/mm², (HA- 25/B/20/IIA), con mallazo #5/20x20 cm.

Muros de fachada

Todas las fachadas están resueltas por medio de muros de hormigón armado de 20cm de espesor, en su totalidad visto. La fachada tiene función estructural y colabora con el resto de la estructura, ejecutándose en la misma fase.

Carpintería exterior general

Carpintería de ALUMINIO realizada a base de perfiles con rotura de puente térmico y vidrios tipo "climalit" con cámara de aire y vidrios con protección solar.

Cubierta No Transitable

Cubierta Plana No Transitable realizada con lámina para formación de barrera de vapor, capa de 2-15 cm. hormigón celular, formación de pendientes comprendidas entre $1 \leq p \leq 5\%$, capa de regularización con 2 cm de espesor de mortero de cemento M-40a (1:6), impermeabilización con lámina asfáltica de una unidad sin solapes, anclaje perimetral sobre cerramiento vertical previa creación de roza horizontal a 20cm de altura, capa separadora a base de fieltro sintético geotextil de 100 gr/m², aislamiento térmico a base de poliestireno extruido (XPS), 35 Kg de 4+4 cm de espesor y capa de protección entre 10 y 15 cm de grava blanca de cantos redondeados.

Cubierta Transitable

Cubierta Plana Transitable realizada con lámina para formación de barrera de vapor, aislamiento térmico a base de poliestireno extruido (XPS), 35 Kg, de 4+4 cm de espesor, capa de 14 cm. hormigón celular, formación de pendientes comprendidas entre $1 \leq p \leq 5\%$, capa de regularización con 2 cm de espesor de mortero de cemento M-40a (1:6), capa separadora con fieltro de fibra de vidrio de 100 gr/m², impermeabilización con lámina asfáltica de una unidad sin solapes, anclaje perimetral sobre cerramiento vertical previa creación de roza horizontal a 20cm de altura, capa separadora a base de fieltro sintético geotextil de 100 gr/m² y capa de protección mediante una solera de 5cm de hormigón fratasada.

ESTUDIO FOTOGRÁFICO PROYECTO

Exteriores | día



19





Interiores



21





Exteriores | noche



23



Fotografías | David Frutos

La Casa Cruzada

La Alcayna | octubre 2015 | Casas y Apartamentos - Houses and Apartments

MEMORIA CONSTRUCTIVA ESTUDIO TFG

En el apartado de la memoria descriptiva del proyecto hemos comprobado como funciona la estructura de “la Casa Cruzada”, por lo que a continuación realizaremos una descripción constructiva de estudio de la estructura que se a realizado en este TFG para el calculo de la vivienda por medio de pórticos de hormigón, sin tener en cuenta la estructura proyectada por los arquitectos autores del proyecto.

Sustentación del edificio

Características geotécnicas del terreno

El solar donde se proyecta el edificio de estudio, se sitúa la localidad de la Alcayna (Murcia). No disponemos de información sobre el tipo de terreno, por lo que se estimará para cálculo una tensión estimada de cálculo de 2'50 kg/cm².

Por lo que se refiere al estudio geotécnico, el DB SE-C Capítulo 3. 3.1 Generalidades nos dice:

“1 El estudio geotécnico es el compendio de información cuantificada en cuanto a las características del terreno en relación con el tipo de edificio previsto y el entorno donde se ubica, que es necesaria para proceder al análisis y dimensionado de los cimientos de éste u otras obras.

2 Las características del terreno de apoyo se determinarán mediante una serie de actividades que en su conjunto se denomina reconocimiento del terreno y cuyos resultados quedarán reflejados en el estudio geotécnico.

3 El reconocimiento del terreno, que se fijará en el estudio geotécnico en cuanto a su intensidad y alcance, dependerá de la información previa del plan de actuación urbanística, de la extensión del área a reconocer, de la complejidad del terreno y de la importancia de la edificación prevista. Salvo justificación el reconocimiento no podrá ser inferior al establecido en este DB

Por lo que es “obligatorio” la realización de un estudio geotécnico para obtener la información necesaria del terreno y poder proyectar, tanto cimentación como estructura de la construcción, con la mayor seguridad posible.

El terreno deberá ser inspeccionado previamente a cualquier acción en la cimentación, pudiendo adoptar cuantas disposiciones se vean convenientes tanto por exceso como por defecto de la capacidad portante del terreno.

Cimentación

En consonancia con lo indicado en el CTE, el DB-SE-C, que ofrece una orientación para la presión admisible del terreno para este tipo de suelo, de 2'50 kg/cm², se proyecta una cimentación con zapatas y riostras con un canto de espesor 50 cm de hormigón útil, con armado según tablas de armado, **anexo 2** de este documento, y sobre capa de hormigón de limpieza de 10 cm. El hormigón de cimentación se considerará con una resistencia característica de 25 N/mm² y el acero de armaduras será B-500-SD.

Sistema estructural

El planteamiento del TFG, parte de la búsqueda de un nuevo modelo estructural para una vivienda ya concebida, modificando el sistema de manera que se pueda encontrar una nueva solución más o menos óptima, tanto en modo de trabajo, como en sistema de ejecución, como de coste.

En este caso la “La Casa Cruzada” ha pasado por varios estadios, en los que ha ido evolucionando según hemos comprobado y entendido el comportamiento de la estructura. A continuación, describiremos brevemente cada uno de esos estadios para poder explicar con detalle, la modelización, comportamiento y cálculo definitivo de la estructura de “La Casa Cruzada”.

CRUZ01

Cruz 01 ha sido el primer estadio, donde se planteó una estructura aporricada, con pilares cuadrados de 30x30cm, y forjados unidireccionales de 30cm de canto. Para poder sustentar los grandes vuelos del prisma de la primera planta se plantean jácenas de 80/100cm de canto en la dirección de ambos vuelos.

CRUZ02

Cruz 02 evoluciona adaptándose a la estructura inicial de la vivienda, pasando a pilares rectangulares de 50x25cm, y forjados unidireccionales de 30 de canto, con jácenas de 100cm de canto en planta primera y planta cubierta. Se han unido los forjados de planta primera y cubierta por medio de unos pilares y diagonales de 25x25 de manera que ambos trabajen conjuntamente.

CRUZ03

Cruz 03 van a modificarse en el modelo de architrave para su cálculo, sus elementos horizontales en planta primera y planta cubierta. En este caso vamos a coser el prisma de la primera planta con dos losas de 12cm de espesor de hormigón armado, como si la capa de compresión del forjado unidireccional se tratase, ya que este elemento en ejecución sí que tiene rigidez y trabaja conjuntamente, no viéndose repercutido esto en el modelo si trabajamos con las áreas de reparto. Comprobaremos si reducimos la flecha, si cumplen las vigas de 100cm de canto a ELU y ELS, y si repartimos los esfuerzos en el prisma de la primera planta.

CRUZ04

Cruz 04 Es el último modelo, y con el que vamos a trabajar el cálculo, dimensionado y definición de presupuesto y planos de la estructura. En este caso CRUZ 03 ha funcionando en perfectas condiciones, pero aun así vamos comprobar si reduciendo los diferentes cantos de las vigas en planta cubierta y primera, nos ayuda a que se optimice el presupuesto sin que se vea mermado el comportamiento de la estructura.

ESTUDIO | COMPORTAMIENTO DEL MODELO ESTRUCTURAL

Estimación de cargas

A continuación, pasamos a enumerar la estimación de cargas que se ha tenido en cuenta para la modelización de los diferentes modelos estudiados.

CARGAS PERMANENTES (G) - HIPÓTESIS 1

ELEMENTOS HORIZONTALES DE ESTRUCTURA

Planta tipo I (forjado 1 y 2) forjado unidireccional | forjado sanitario en planta baja, forjado planta primera.

-	Peso propio forjado unidireccional	3,50 KN/m ²
-	Peso pavimento de gres porcelánico sobre mortero de cemento	1,25 KN/m ²
-	Peso tabiquería interior	0,75 KN/m ²
-	Falso techo de placas de cartón-yeso	0,25 KN/m ²
-	Instalaciones colgadas en forjado	0,25KN/m ²
-	Total, cargas permanentes	6,00 KN/m²

Planta tipo II (forjado 2 y 3) forjado unidireccional | forjado planta primera con el exterior, forjado planta cubierta

-	Peso propio forjado unidireccional	3,50 KN/m ²
-	Peso propio cubierta de grava invertida	2,50 KN/m ²
-	Falso techo de placas de cartón-yeso	0,25 KN/m ²
-	Instalaciones colgadas en forjado	0,25KN/m ²
-	Total, cargas permanentes	6,50 KN/m²

26

Para la zanca de escalera se estiman las mismas cargas permanentes que para el forjado tipo I.

CERRAMIENTOS

Cerramientos en planta baja y planta primera

-	Cerramiento opaco	7,00KN/ml
-	Cerramiento transparente (carpintería + vidrio)	3,00 KN/ml

CARGAS VARIABLES (Q) - HIPÓTESIS 2

Planta tipo I | Planta tipo II (forjados 1 y 2)

-	Sobre carga de uso planta viviendas	2,00KN/m ²
-	Sobre carga de uso mantenimiento cubierta	1,00KN/m ²
-	Sobre carga de uso cubierta transitable	2,00KN/m ²

Se consideran 2,00KN/m² ya que las terrazas se entienden como una proyección de los dormitorios.

CARGAS VARIABLES NIEVE (Q) - HIPÓTESIS 3

Planta tipo II (forjados 2 y 3)

- Sobre carga de uso por nieve (Murcia, SK O,2) 0,20KN/m2

CARACTERÍSTICAS RESISTENTES DE LOS MATERIALES

Resistencias de Cálculo | Hormigón para la estructura

- (HA-25/B/20/IIA) fcd = 16'66 N/mm2

Coefficientes de Seguridad adoptados:

- Mayoración de cargas 1'60
- Minoración del hormigón 1'50
- Minoración del acero 1'15

COMBINACIÓN DE HIPÓTESIS DE CARGA - ELU

Combinaciones de Hipótesis

Combinaciones: ELU | ELS | CIM

ELU 01 -- Resistencia, Persistente: Uso
ELU 02 -- Resistencia, Persistente: Nieve
ELU 03 -- Estabilidad, Persistente: Uso
ELU 04 -- Estabilidad, Persistente: Nieve

Información de combinación

Nombre: Resistencia, Persistente: Uso

(1.35*HIP01) + (1.50*HIP02) + (0.75*HIP03)

Factor	Hipótesis
1.35	01. Peso propio
1.50	02. Uso
0.75	03. Nieve

Opciones:

Combs. de estabilidad
 Combs. gravitatorias
 Viento en ambos sentidos

Ordenar hipótesis:

27

COMBINACIÓN DE HIPÓTESIS DE CARGA - ELS

Combinaciones de Hipótesis

Combinaciones: ELU | ELS | CIM

ELS 01 -- Característica: Uso
ELS 02 -- Característica: Nieve
ELS 03 -- Frecuente: Uso
ELS 04 -- Frecuente: Nieve
ELS 05 -- Casi Permanente

Información de combinación

Nombre: Característica: Uso

(1.00*HIP01) + (1.00*HIP02) + (0.50*HIP03)

Factor	Hipótesis
1.00	01. Peso propio
1.00	02. Uso
0.50	03. Nieve

Opciones:

Combs. de estabilidad
 Combs. gravitatorias
 Viento en ambos sentidos

Ordenar hipótesis:

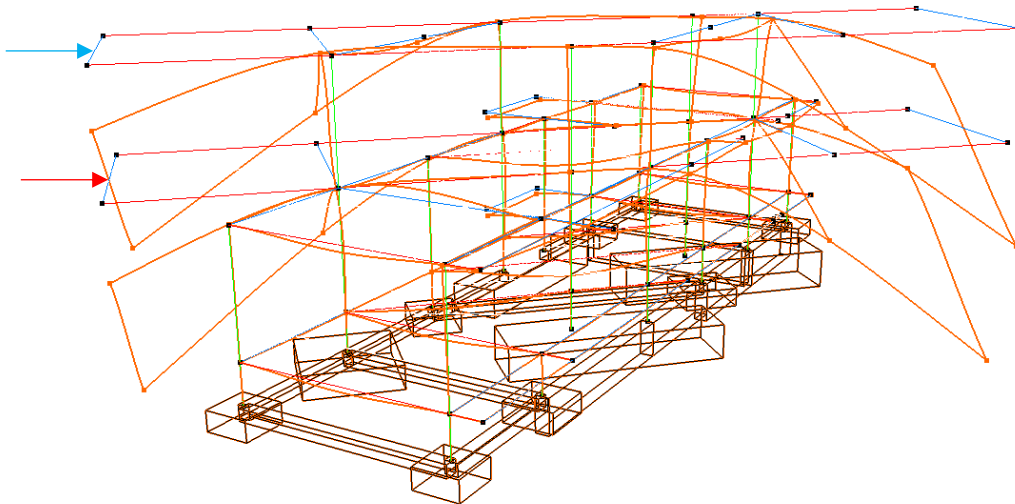
CRUZ01

DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Cruz 01 ha sido el primer estadio, donde se planteó una estructura aperticada, con pilares cuadrados de 30x30cm, y forjados unidireccionales de 30cm de canto. Para poder sustentar los grandes vuelos del prisma de la primera planta se plantean jácenas de 80/100cm de canto en la dirección de ambos vuelos.

En las imágenes de la deformada vemos como aun con los grandes cantos de las vigas para absorber los vuelos, no es suficiente para el conjunto de la estructura trabaje al unísono y cumpla con la normativa.

DEFORMADA - ELS



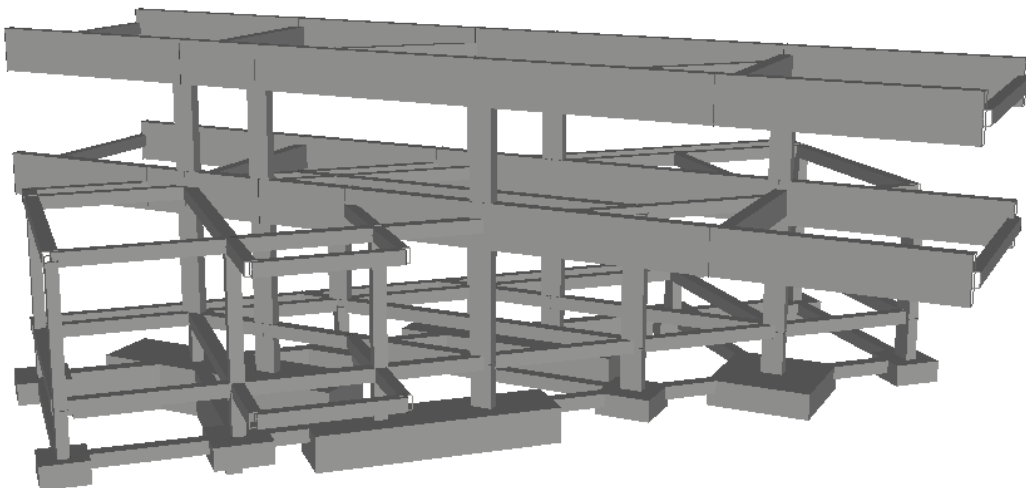
Flecha absoluta en extremo de voladizo forjado planta primera - 15,87cm →

Flecha relativa en extremo de voladizo forjado planta primera - 0,243cm →

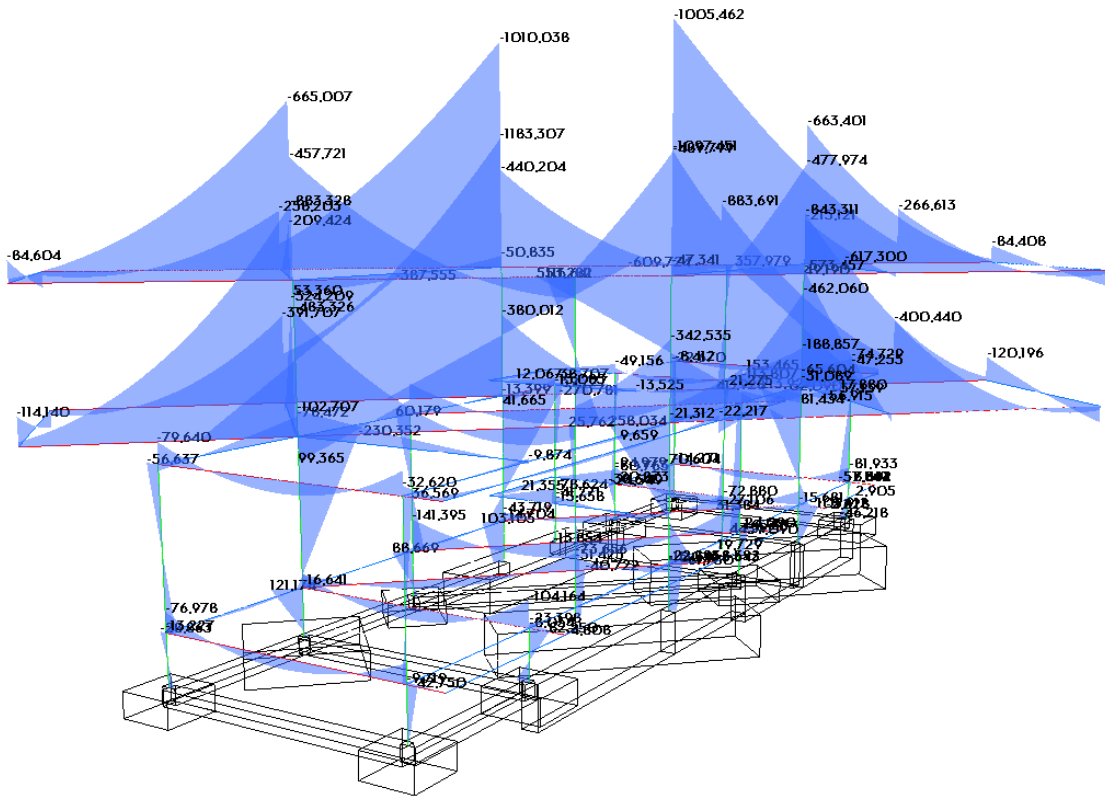
Flecha absoluta en extremo de voladizo forjado planta cubierta - 14,18cm →

Flecha relativa en extremo de voladizo forjado planta cubierta - 0,159cm →

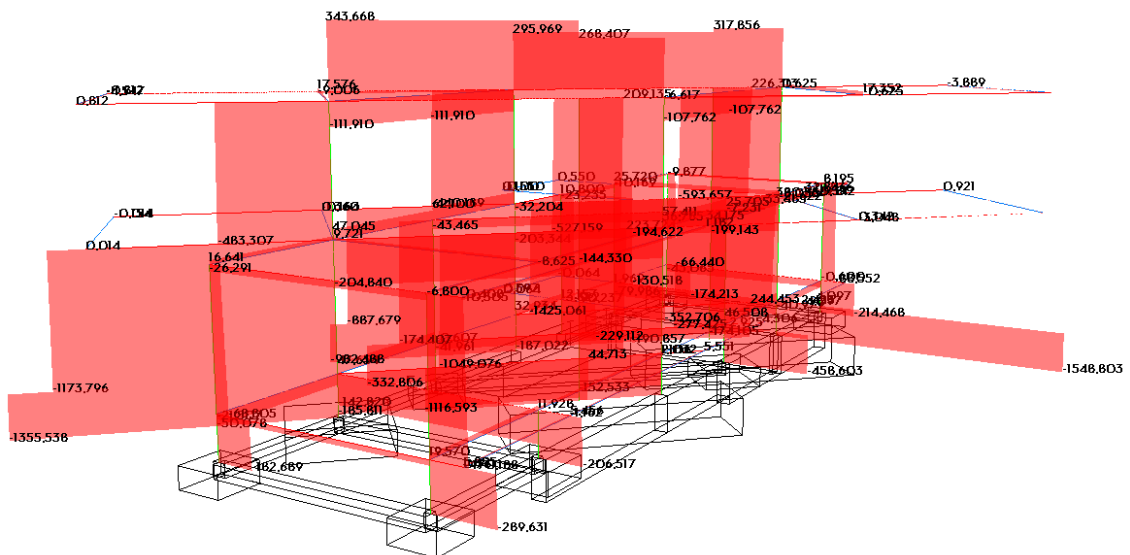
MODELO CRUZ01 EN VOLUMEN



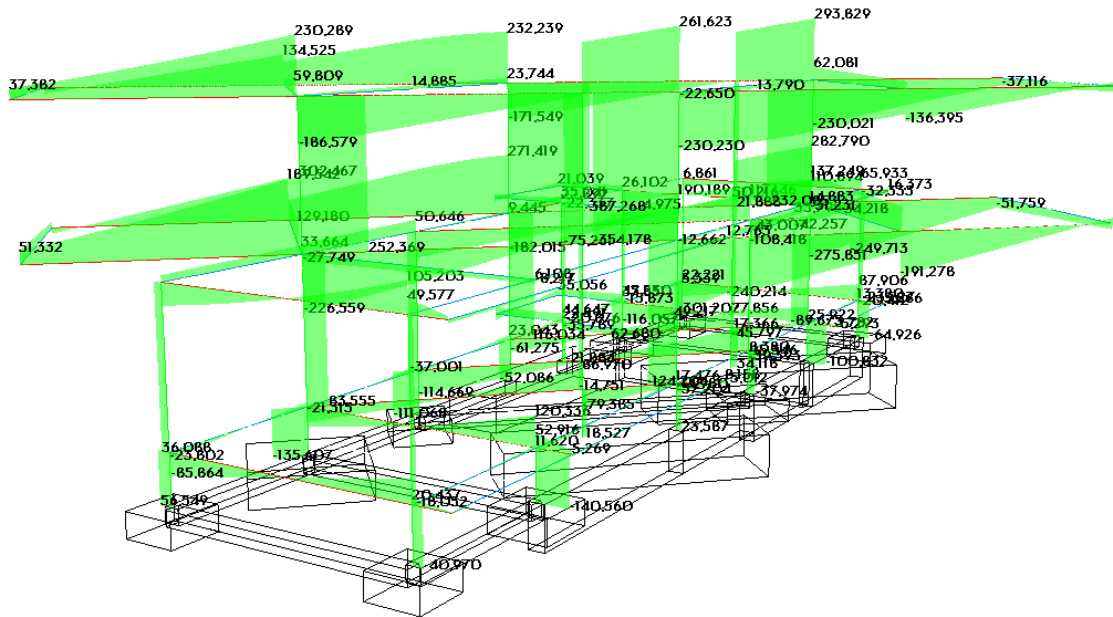
MOMENTOS EN EJE Z - ELU



AXILES - ELU



CORTANTES EN EJE Y - ELU



RESUMEN CRUZO1

Como observamos en el modelo de la deformada, las flechas que obtenemos en los extremos de los voladizos son excesivas, entre 16,00 - 14,00 cm.

Consideraciones	Flecha	EHE, art. 50 Valores máximos admisibles	CTE DB SE 4.3.3. Valores máximos admisibles
General	Total	$\leq L/250$ y $L/500 + 1\text{cm}$	
General	Activa	$\leq L/400$	$\leq 1/500$ tabiques frágiles $\leq 1/400$ tabiques ordinarios/ pavimentos sin juntas $\leq 1/300$ resto de los casos
Forjados unidireccionales sustenten tabiques o muros	Total	$\leq L/250$ y $L/500 + 1\text{cm}$ (*)	
Forjados unidireccionales sustenten tabiques o muros	Activa	$\leq L/500$ y $L/1000 + 0,5\text{ cm}$ (*)	

Siendo L la longitud del elemento que se comprueba.

(*) En la tabla anterior, en voladizos de forjados unidireccionales se tomará $L = 1.6 L_{\text{voladizo}}$.

Si observamos la siguiente tabla, que compara las flechas admisibles según EHE08 Y CTE, podemos decir que nuestra estructura, en este caso los voladizos, que son los puntos más críticos en nuestro modelo, tienen un valor admisible inferior o igual a $L^*1,6/400$.

Por lo que nuestra flecha admisible en el voladizo más desfavorable que es de 10m, se puede considerar igual o inferior a 4,00cm.

Aun así, con la evolución de la modelización de la estructura, vamos a intentar conseguir que la flecha mas desfavorable no sea superior a 1,00 - 1,20cm. Con esa flecha podremos darlo como admisible.

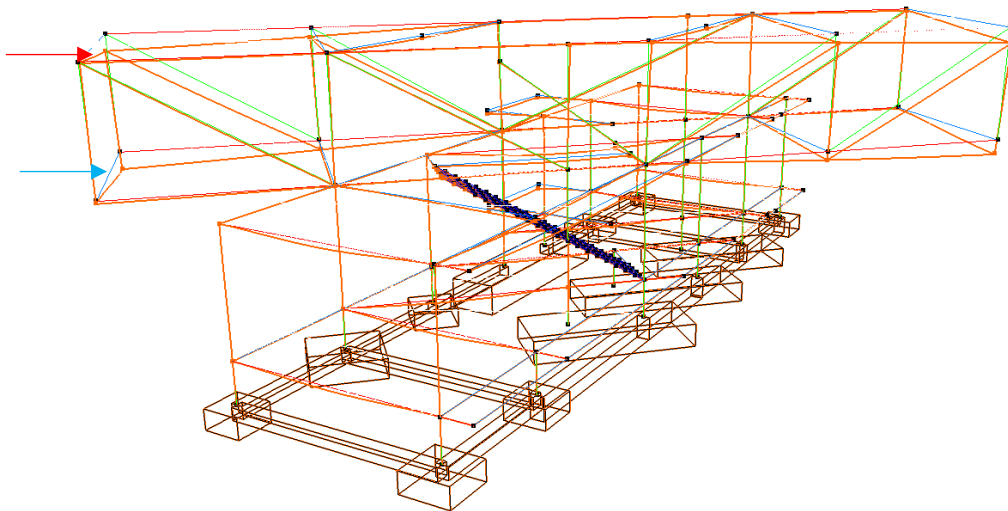
CRUZ02

DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Cruz O2 evoluciona de manera que pasamos a pilares rectangulares de 50x25cm, y forjados unidireccionales de 30 de canto, con jácenas de 100cm de canto en planta primera y planta cubierta. Se han unido los forjados de planta primera y cubierta por medio de unos pilares y diagonales de 25x25 de manera que ambas plantas trabajen conjuntamente.

Se pretende que la unión entre la planta primera y la planta cubierta trabaje como una cercha de hormigón se tratase. Con ello conseguiríamos que las diagonales trabajaran a compresión y que se produzca una flecha excesiva en la punta de ambos voladizos.

DEFORMADA - ELS



31

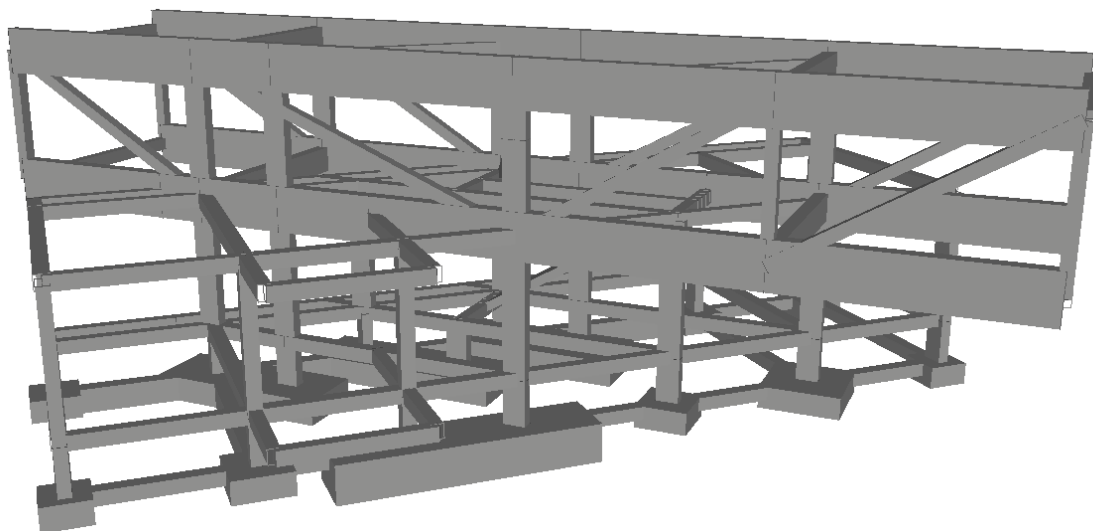
Flecha absoluta en extremo de voladizo forjado planta primera - 1,74cm →

Flecha relativa en extremo de voladizo forjado planta primera - 0,048cm →

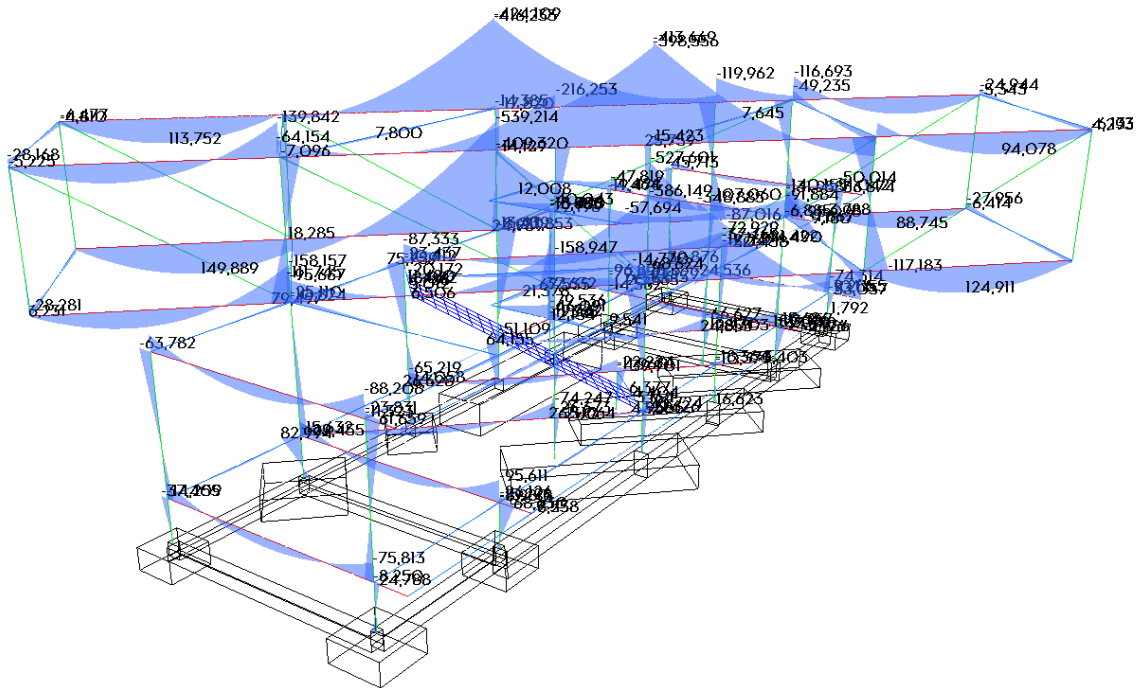
Flecha absoluta en extremo de voladizo forjado planta cubierta - 1,73cm →

Flecha relativa en extremo de voladizo forjado planta cubierta - 0,064cm →

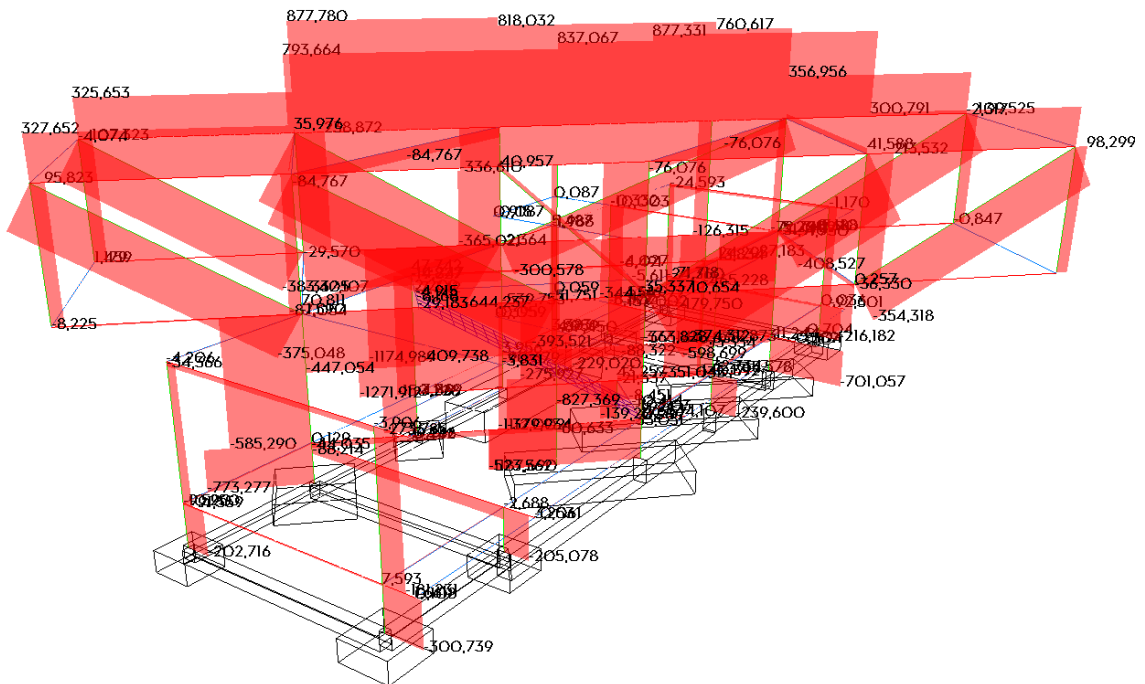
MODELO CRUZ02 EN VOLUMEN



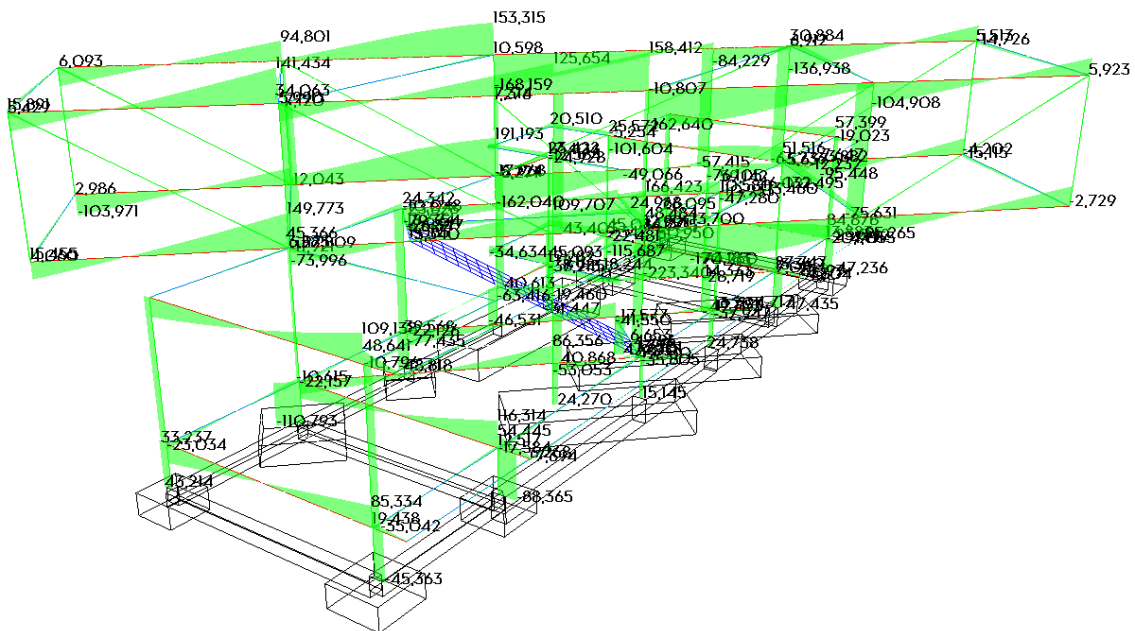
MOMENTOS EN EJE Z - ELU



AXILES - ELU



CORTANTES EN EJE Y - ELU



RESUMEN CRUZO2

Como observamos en el modelo, el orden de magnitud de deformada, momentos, axiles y cortantes se han reducido. Hemos conseguido que el prisma superior trabaje conjuntamente y pueda disminuirse las flechas en ambos extremos.

Aun así, el modelo, aún falla en ELS en una de las vigas del forjado de planta primera. El siguiente paso será utilizar losas macizas en el forjado de planta primera y cubierta, como si de la capa de compresión del forjado unidireccional se tratase para ver como se comporta en conjunto todo el modelo, ya que las áreas de reparto proyectadas inicialmente en el proyecto no son elementos rígidos.

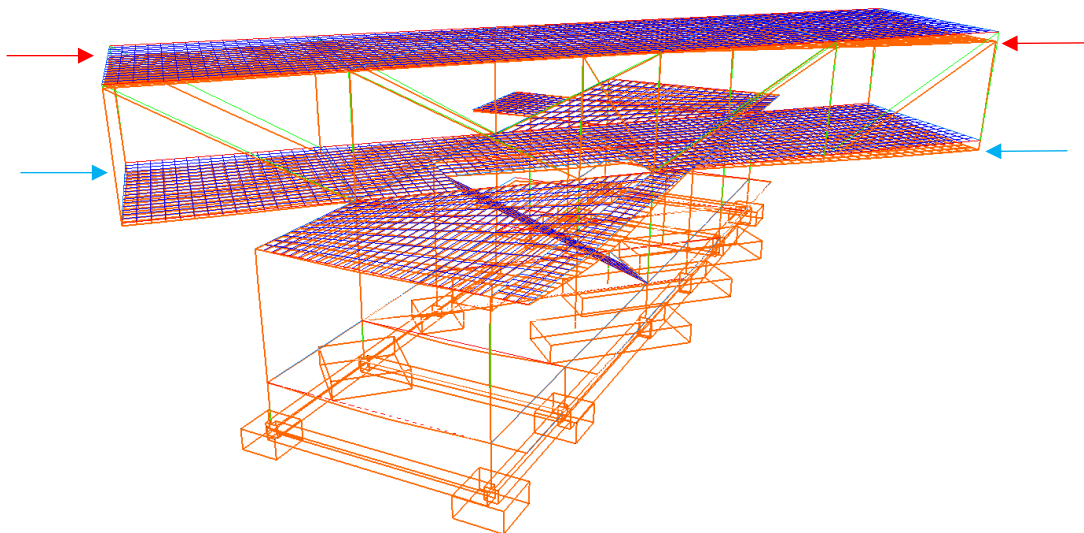
CRUZ03

DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Cruz 03 va a modificar en el modelo de architrave para su cálculo, sus elementos horizontales en planta primera y planta cubierta. En este caso vamos a coser el prisma de la primera planta con dos losas de 12cm de espesor de hormigón armado, como si la capa de compresión del forjado unidireccional se tratase, ya que este elemento en ejecución sí que tiene rigidez y trabaja conjuntamente, no viéndose repercutido esto en el modelo si trabajamos con las áreas de reparto. Comprobaremos si reducimos la flecha, si cumplen las vigas de 100cm de canto a ELS y si repartimos los esfuerzos en el prisma de la primera planta.

Conseguiremos que el prisma de la planta primera trabaje conjuntamente como si tuviera dos vigas de canto de la altura la propia planta.

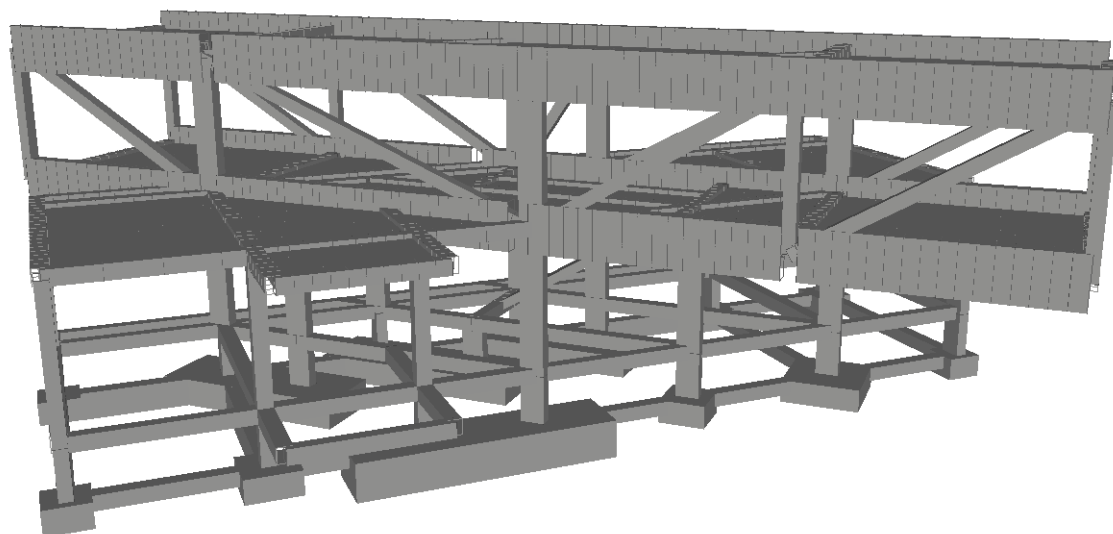
DEFORMADA - ELS



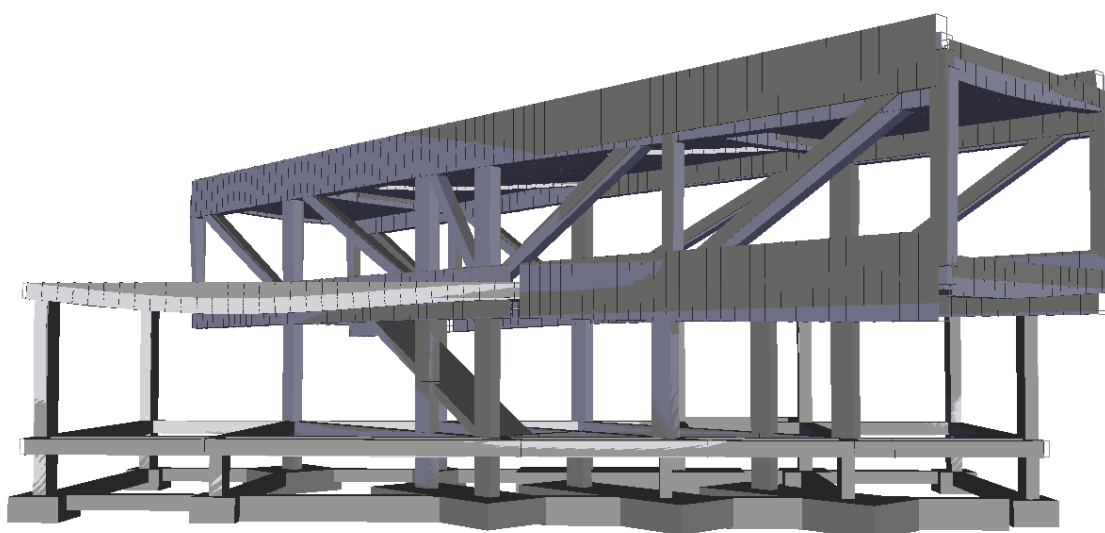
Flecha absoluta en extremo de voladizo forjado planta primera - 1,20cm ←
Flecha relativa en extremo de voladizo forjado planta primera - 0,001cm ←

Flecha absoluta en extremo de voladizo forjado planta cubierta - 1,18cm ←
Flecha relativa en extremo de voladizo forjado planta cubierta - 0,001cm ←

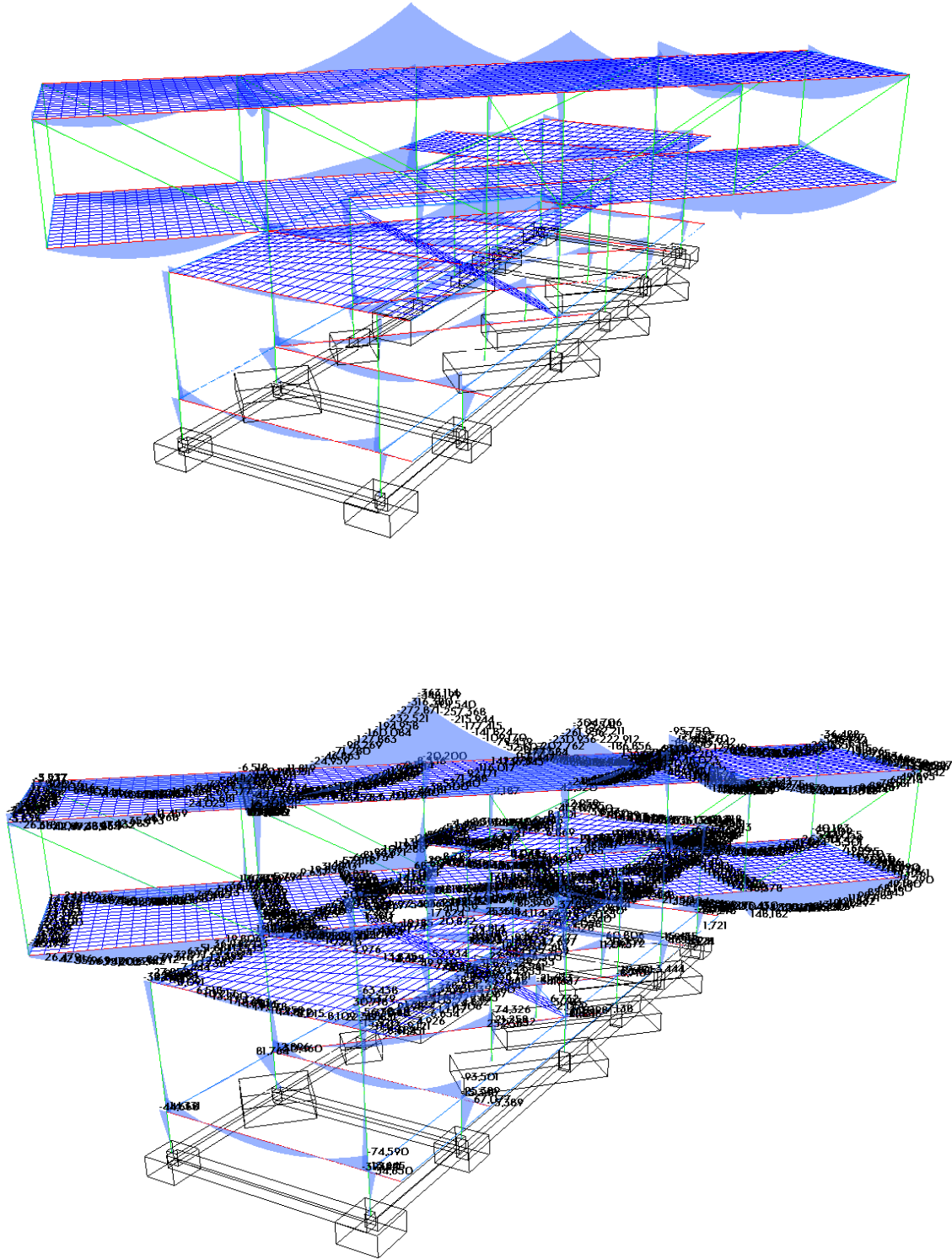
MODELO CRUZO3 EN VOLUMEN



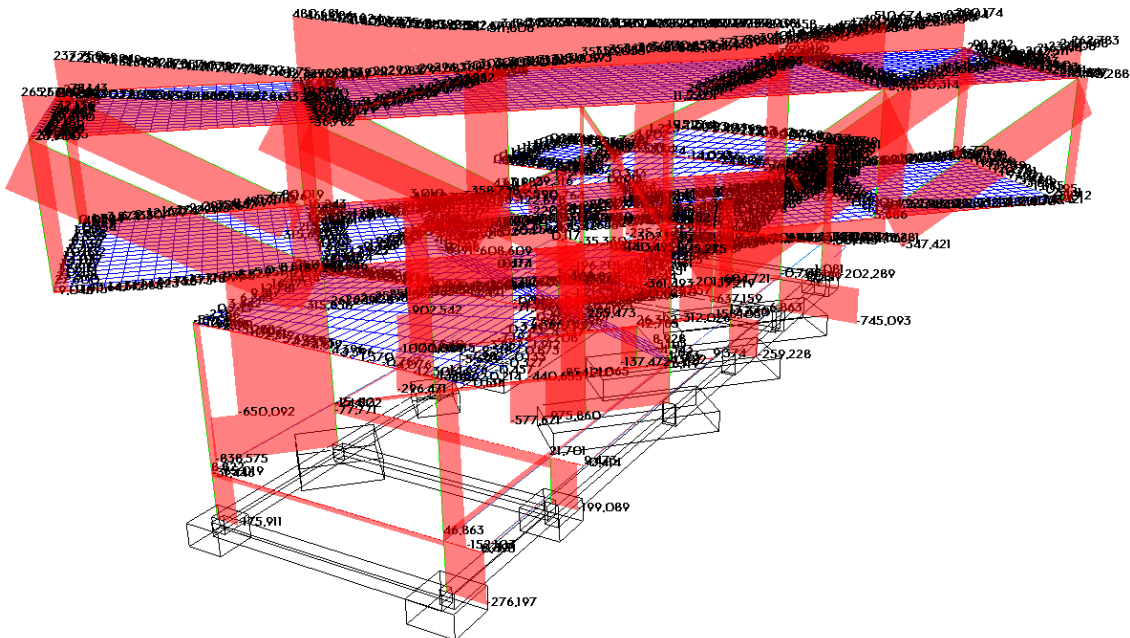
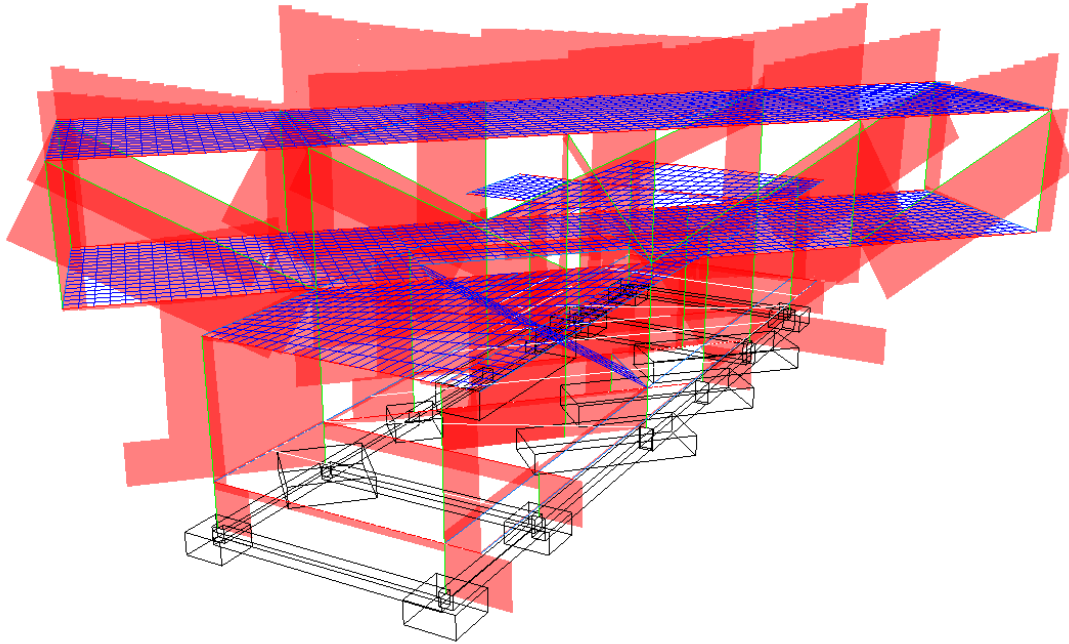
MODELO CRUZO3 EN VOLUMEN - DEFORMADA VOLUMEN 



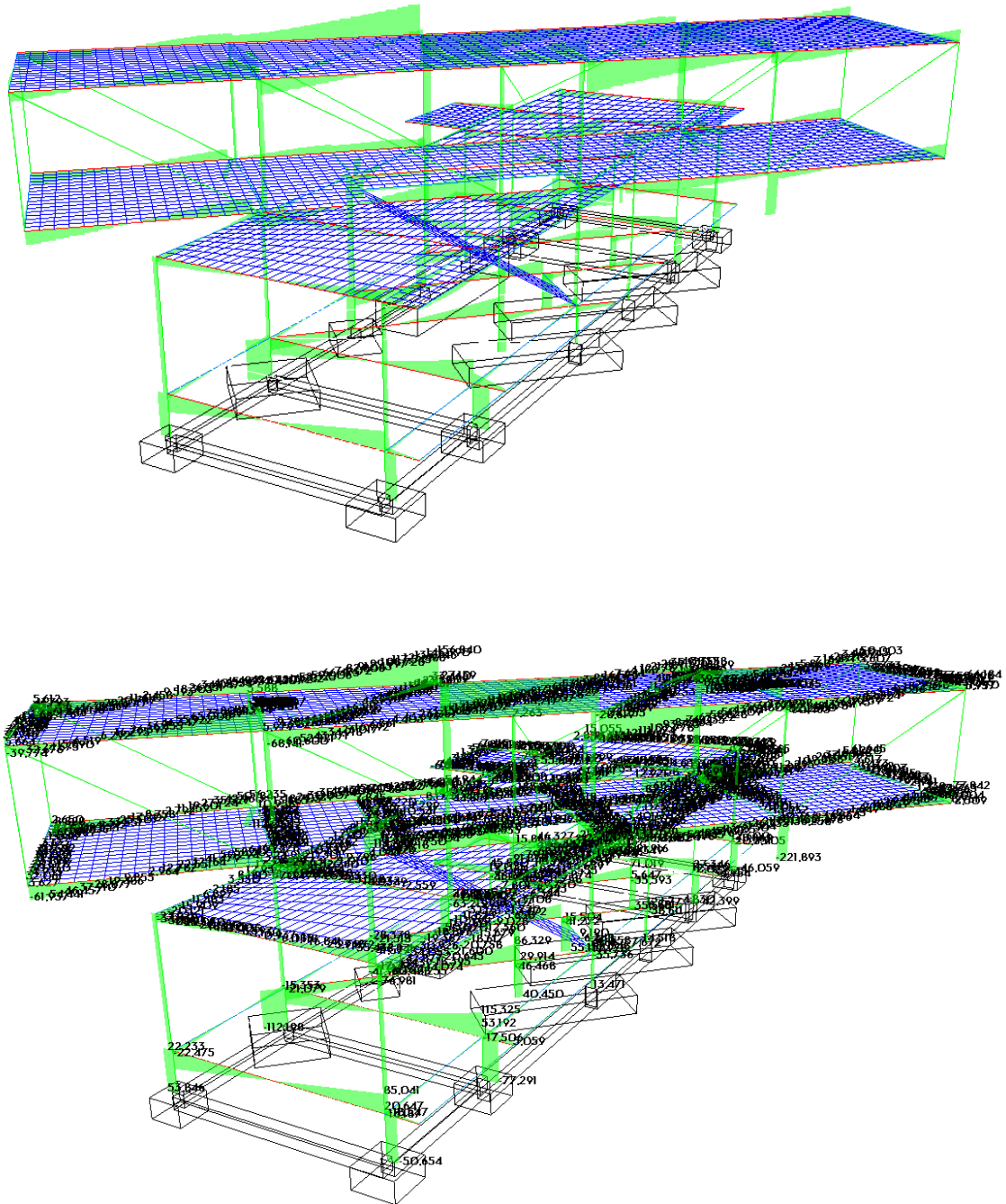
MOMENTOS EN EJE Z - ELU - momento máximo 363 KNm



AXILES - ELU - axil máximo - 480 KN



CORTANTES EN EJE Y - ELU - cortante máximo - 133 KN



RESUMEN CRUZO3

Como observamos en el modelo, el orden de magnitud de deformada, momentos, axiles y cortantes han tendido a mejorar un poco más. La sustitución de las áreas de reparto por losas, que harían la función de la capa de compresión del forjado unidireccional como elemento rígido, han cosido aún más el prisma superior, hemos reducido la flecha en el voladizo en 0,5cm, aun sin llegar al 1,00cm que nos habíamos propuesto. Ahora mismo toda la estructura cumple a ELU y ELS.

El paso siguiente será desmenuzar la versión CRUZO3 y pasar a **CRUZO4**, donde optimizaremos los cantos de las vigas de la planta cubierta, reduciendo peso de las mismas y consiguiendo mejorar la estructura.

Podemos decir que después de haber trabajado con el modelo, avanzando y con los cambios que han mejorado el comportamiento del mismo; escogemos este modelo para realizar el estudio económico y definir los planos de la estructura para su construcción.

CRUZ04.

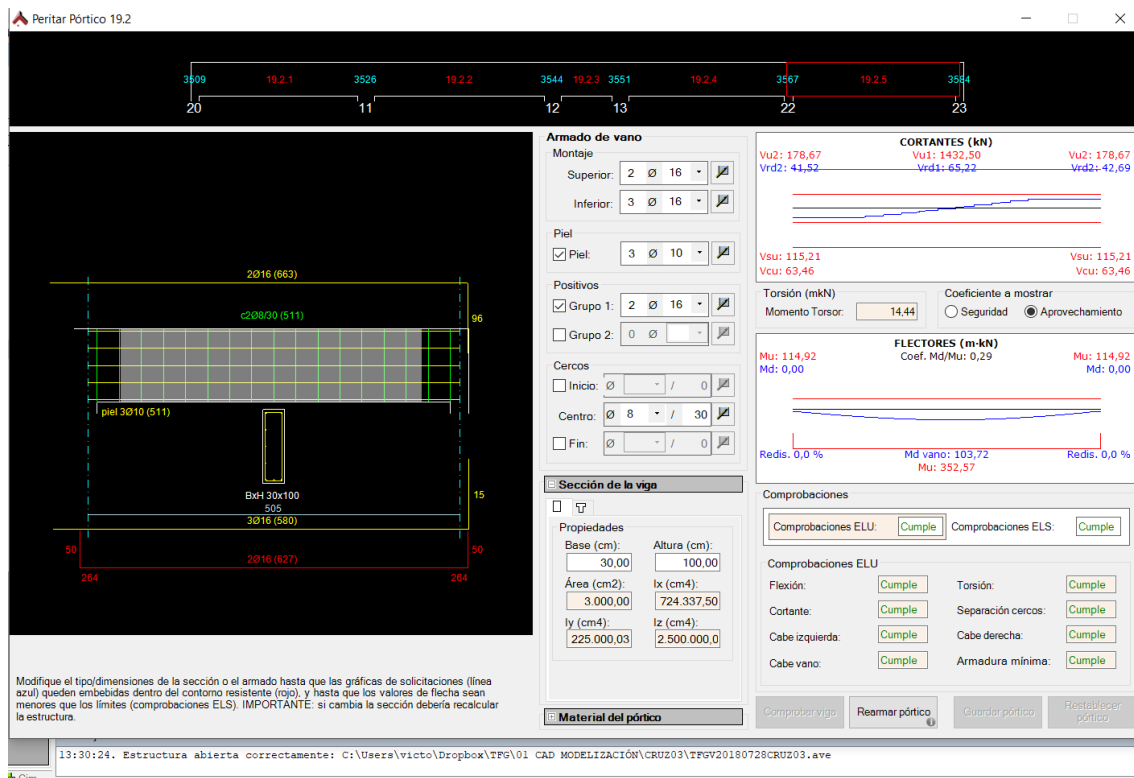
DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Cruz O4 Es el último modelo, y con el que vamos a trabajar el cálculo, dimensionado y definición de presupuesto y planos de la estructura. En este caso CRUZ O3 ha funcionado en perfectas condiciones, pero aun así vamos a comprobar si reduciendo los diferentes cantos de las vigas en planta cubierta y primera, nos ayuda a que se optimice el presupuesto sin que se vea mermado el comportamiento de la estructura. Comprobaremos si al reducir cantos, y reduciendo pesos, la flechas en punta de ambos voladizos se reduce.

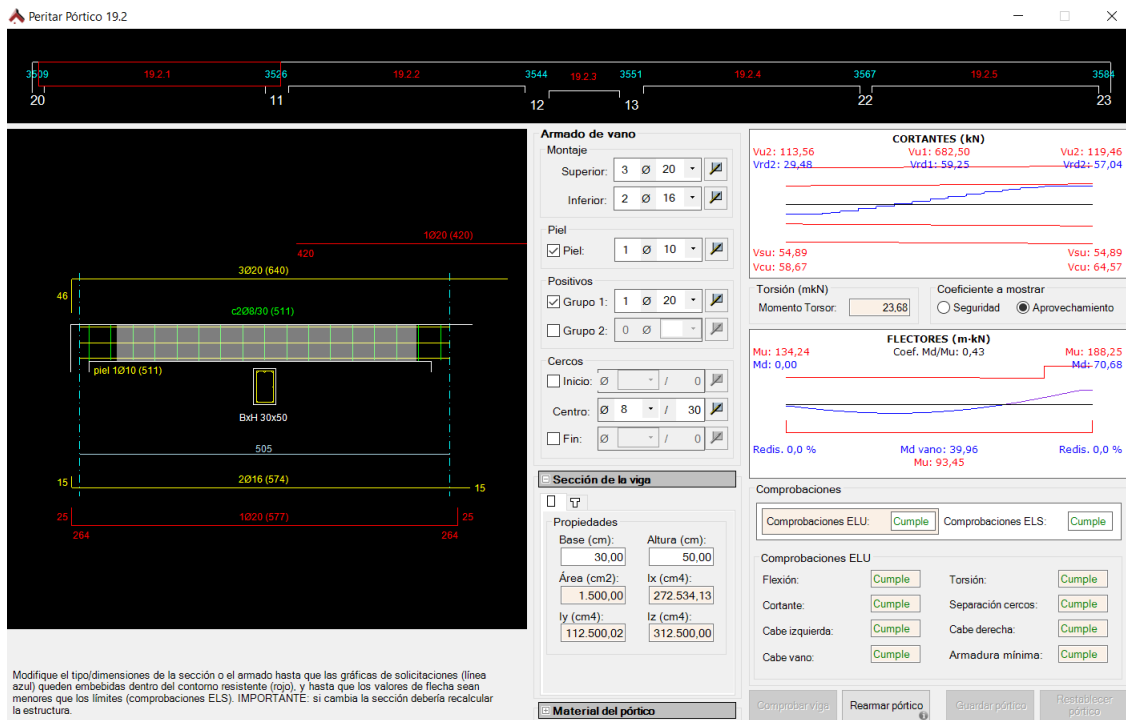
A continuación, enumeraremos los cambios realizados sobre el modelo CRUZ03:

Cambio 1.1 - cambio de canto en vigas de forjado 3

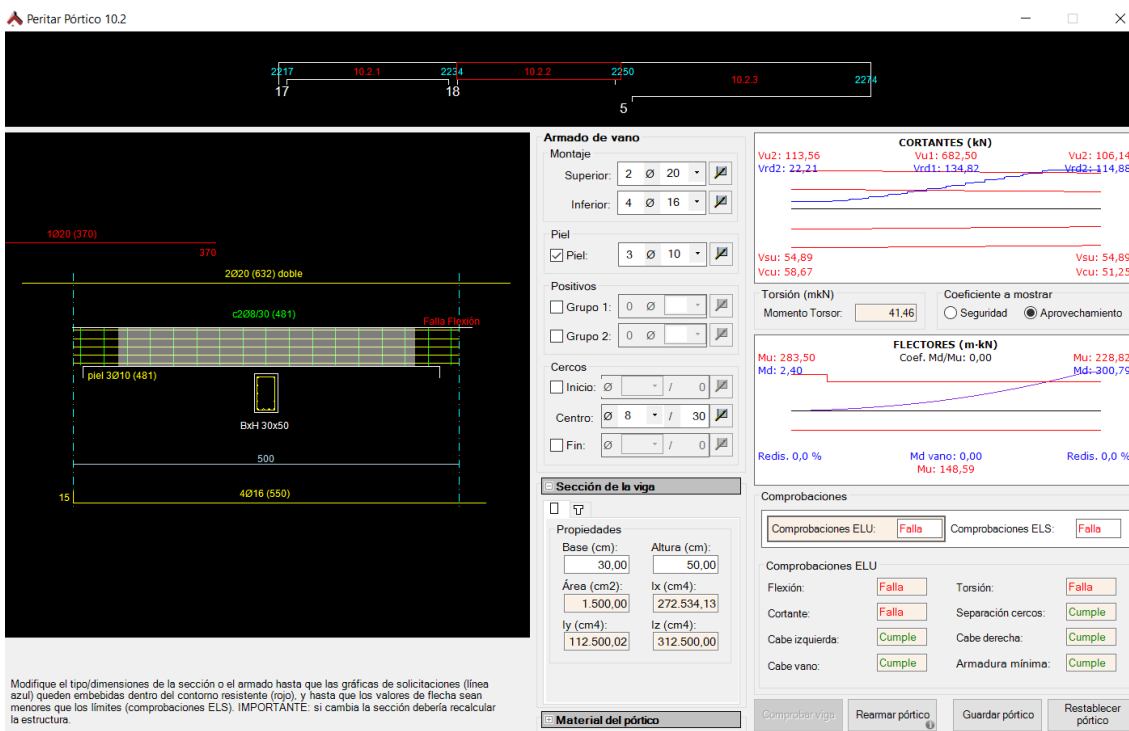
En este caso hemos reducido los cantos de las vigas de planta cubierta, que van paralelas a fachada, de 100cm a 50cm, salvo la viga de la parte central del pórtico 19.2 que a 50cm no cumple a flexión y debe ser de 60cm de canto reduciendo el volumen de hormigón y cuantías de acero en las vigas. Lo mismo pasa en el pórtico 13.2 y 10.2, donde dos de sus vigas podemos reducirlas a 50cm y otras dos no podemos bajar el canto de 100cm, ya que no cumple a flexión con un canto inferior.



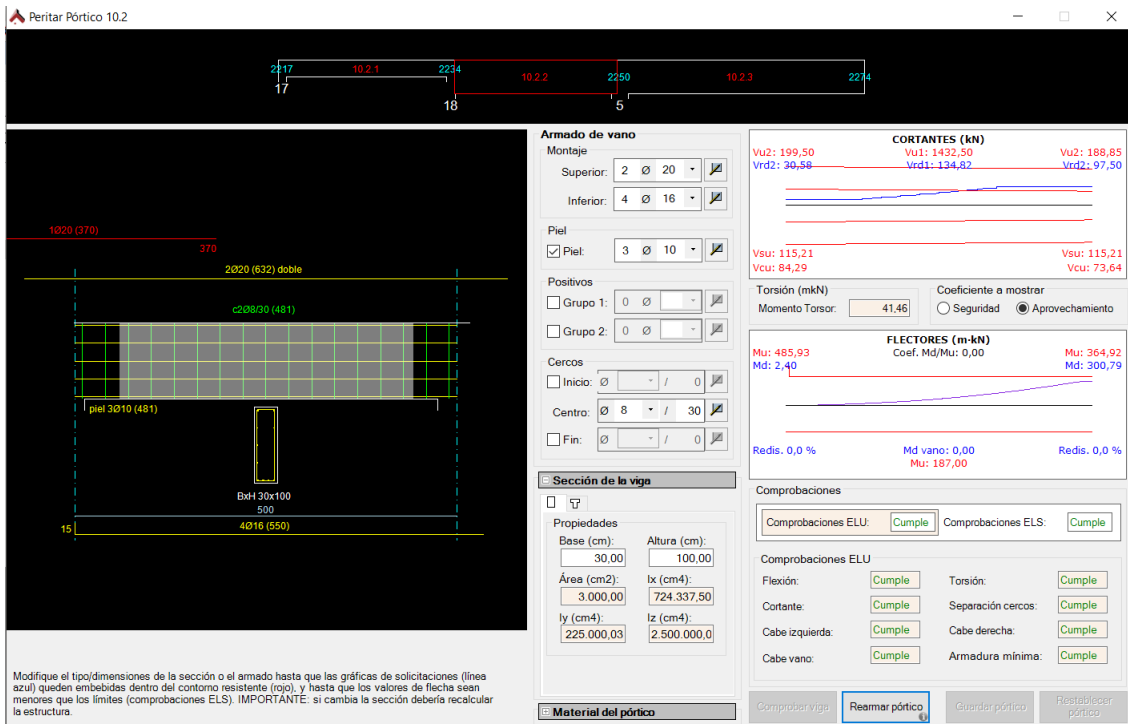
Comparación del pórtico 19.2 | viga 100cm de canto



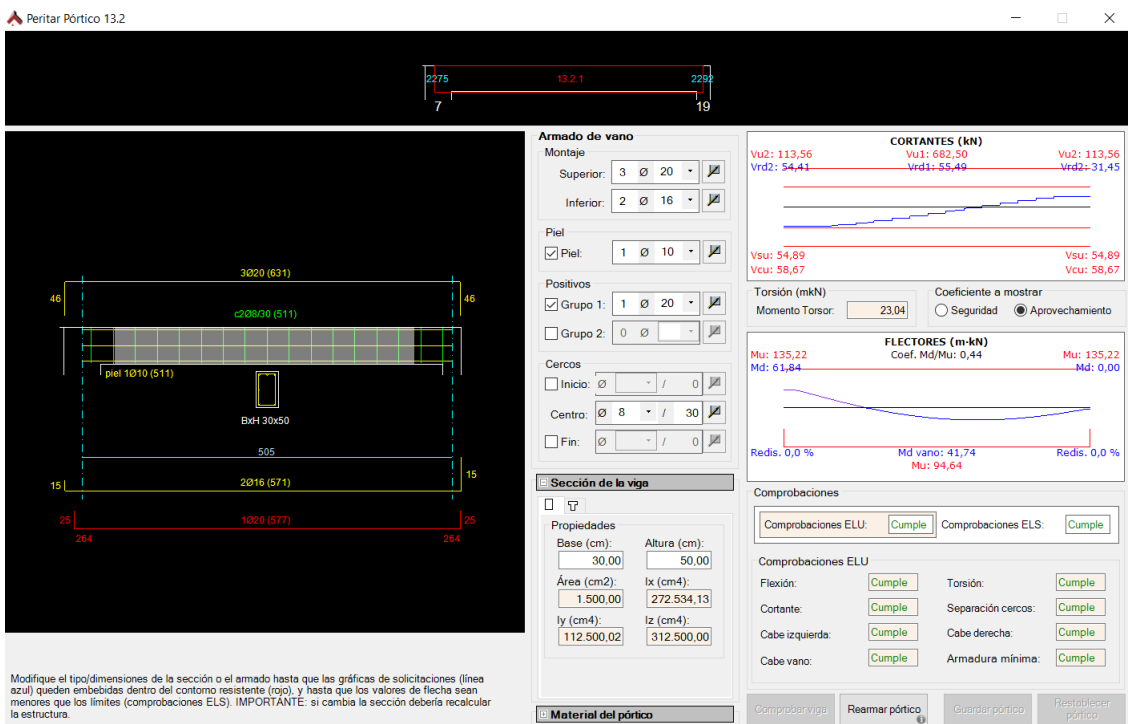
Comparación del pórtico 19.2 | viga 50cm de canto



Comparación del pórtico 10.2 | viga 50cm de canto fallo a flexión y torsión



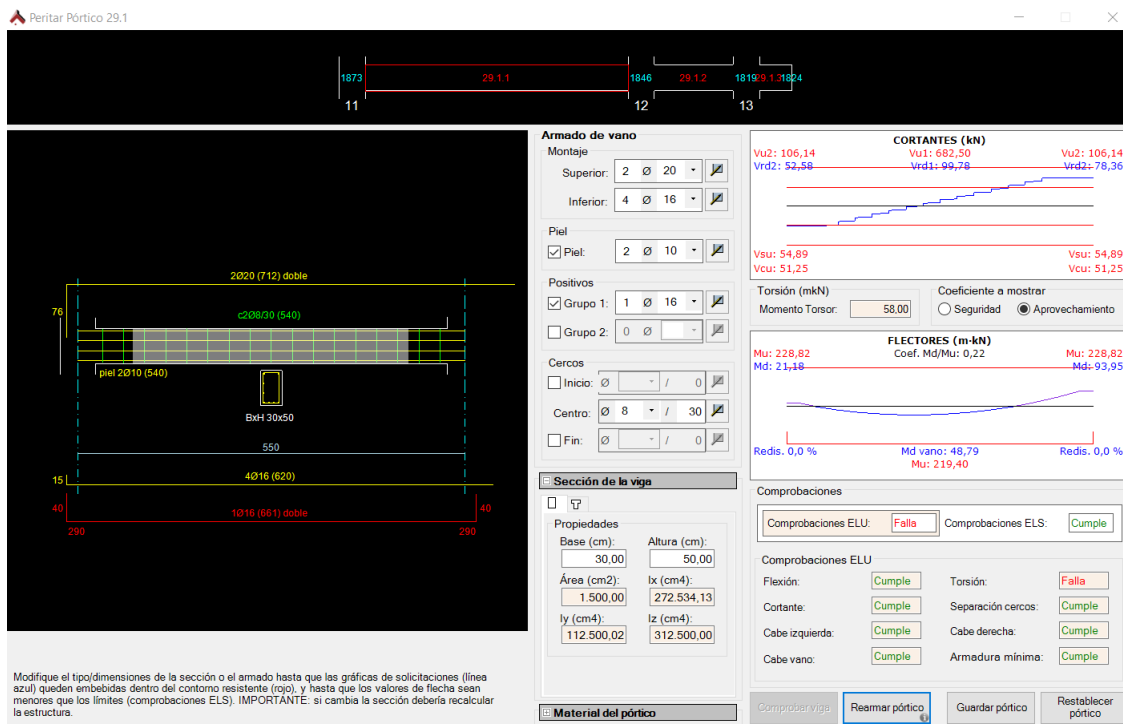
Comparación del pórtico 10.2 | viga 100cm de canto



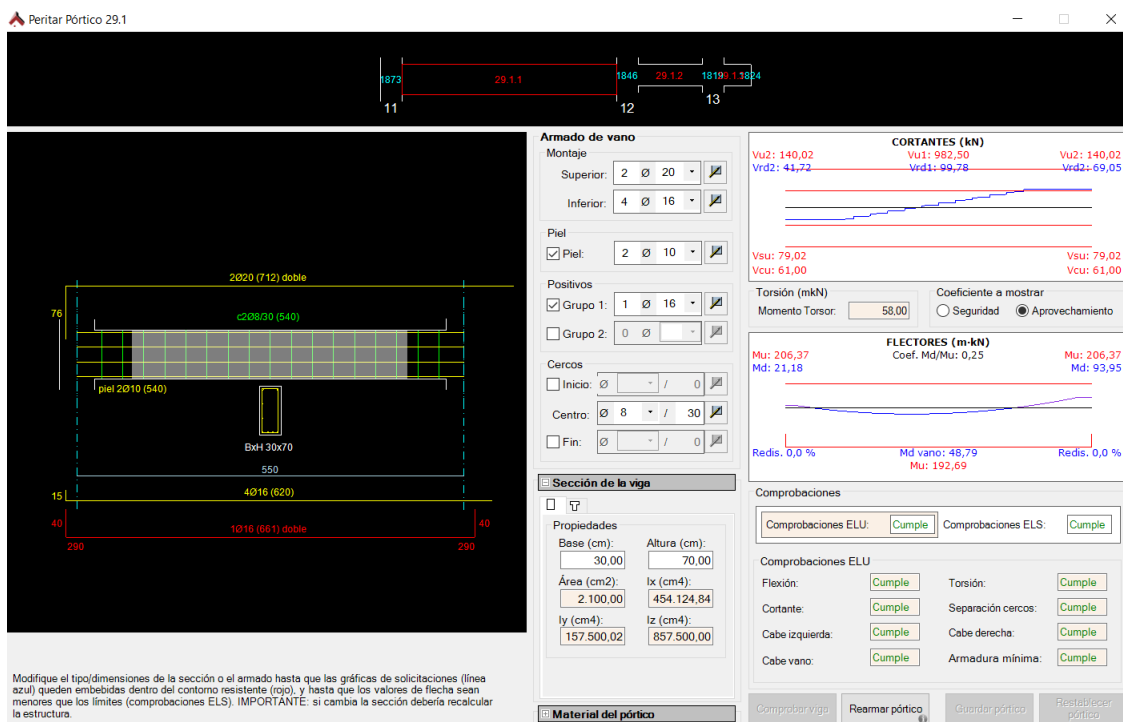
Comparación del pórtico 13.2 | viga 50cm de canto

Cambio 1.2 - cambio de canto en vigas de forjado 2

En este caso hemos reducido los cantos de las vigas de planta cubierta de 100cm a 50cm, salvo una de las vigas del pórtico 29.1 que no cumple a torsión con canto 50cm y tenemos que pasarlo a 70cm, reduciendo el volumen de hormigón y cuantías de acero en las vigas. Para adaptarse al volumen de la vivienda, las vigas de la planta primera paralelas a fachada se ejecutarán peraltadas.



Comparación del pórtico 29.1 | viga 50cm de canto fallo por torsión



Comparación del pórtico 29.1 | viga 70cm de canto

Cambio 2 - pilares rectangulares a apantallados

Además, los pilares extremos del prisma los hemos cambiado de 25x25cm por 25x50cm, apantallados en la dirección de las vigas de canto, para que lleguen a trabajar como una pantalla de hormigón y poder conseguir reducir el desplazamiento en z del prisma de la primera planta.

Peritar Pilar 19.2 (Barra: 37)

Armadura
En esquinas: 4 Ø 16
En caras:
 Perpendicular al eje Y: 1 Ø 20
 Perpendicular al eje Z: 1 Ø 20
Solape: 60 cm
Cercos: Ø 8 / 15
Cercos en extremos: / 15 L ce 0

Geometría
Longitud Pilar: 297,60 cm
L Pandeo Y: 148,93 cm
Esbeltez Y: 20,64
L Pandeo Z: 151,25 cm
Esbeltez Z: 20,96

Sección
Base: 25,00 cm
Altura: 25,00 cm
Área: 625,00 cm²
Ix: 55 078,13 cm⁴
Iy: 32 552,08 cm⁴
Iz: 32 552,08 cm⁴

Columna de pilares
Nombre de la columna: 19
Nº de pilares: 1
Pilar actual: 19.2

Comprobaciones
Cumple normativa

Resultados mecánicos
Cap. mecánica U. tot: 824,35 kN
Cuantía mecánica u: 0,79

ELU	Posición	Nd (kN)	Myd (mKN)	Mzd (mKN)	Nu (kN)	Myu (mKN)	Mzu (mKN)	Coefficiente
1	Superior	-98,98	59,00	5,33	-107,98	64,36	5,81	0,92
1	Inferior	-92,70	-54,07	-5,44	-109,96	-64,13	-6,45	0,84
2	Superior	-93,13	56,64	5,09	-106,09	64,52	5,80	0,88
2	Inferior	-86,85	-51,11	-5,26	-109,09	-64,19	-6,60	0,80

Peritar Pilar 19.2 (Barra: 37)

Armadura
En esquinas: 4 Ø 16
En caras:
 Perpendicular al eje Y: 0 Ø
 Perpendicular al eje Z: 2 Ø 16
Solape: 40 cm
Cercos: Ø 8 / 15
Cercos en extremos: / 15 L ce 0

Geometría
Longitud Pilar: 297,60 cm
L Pandeo Y: 150,86 cm
Esbeltez Y: 10,45
L Pandeo Z: 154,33 cm
Esbeltez Z: 21,39

Sección
Base: 25,00 cm
Altura: 50,00 cm
Área: 1 250,00 cm²
Ix: 175 401,75 cm⁴
Iy: 65 104,17 cm⁴
Iz: 260 416,67 cm⁴

Columna de pilares
Nombre de la columna: 19
Nº de pilares: 1
Pilar actual: 19.2

Comprobaciones
Cumple normativa

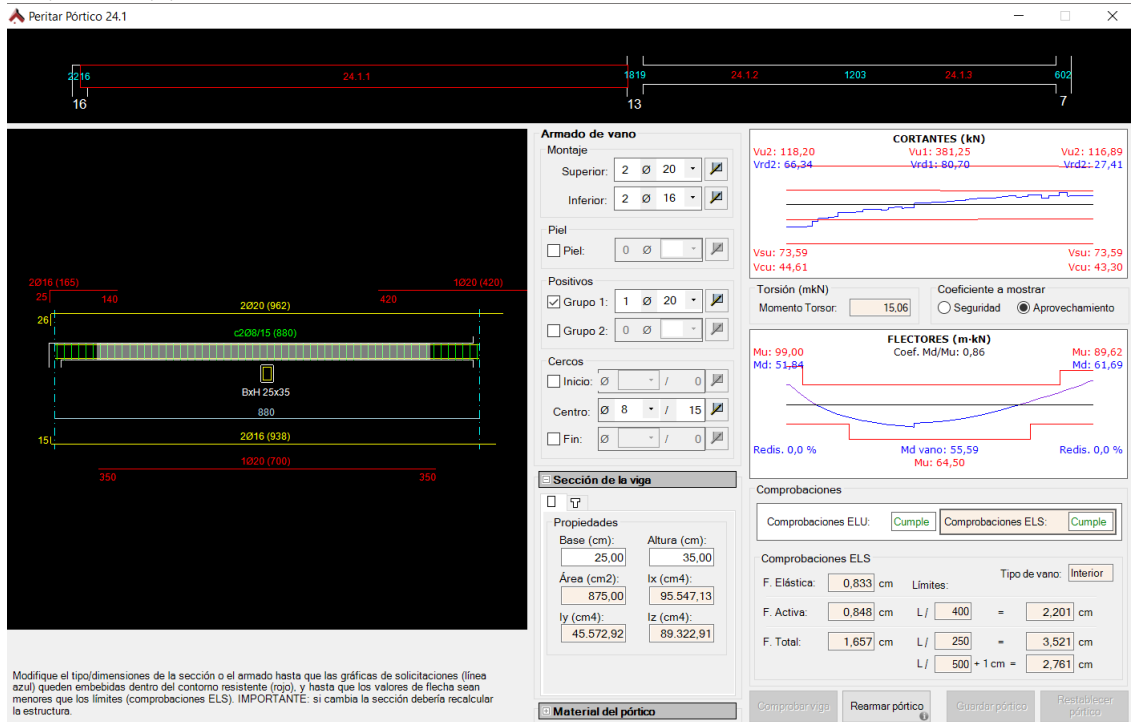
Resultados mecánicos
Cap. mecánica U. tot: 643,40 kN
Cuantía mecánica u: 0,31

ELU	Posición	Nd (kN)	Myd (mKN)	Mzd (mKN)	Nu (kN)	Myu (mKN)	Mzu (mKN)	Coefficiente
1	Superior	-124,00	86,93	19,49	-156,43	109,66	24,58	0,79
1	Inferior	-111,44	-80,42	-12,80	-154,39	-111,40	-17,74	0,72
2	Superior	-118,24	83,78	18,67	-155,16	109,95	24,50	0,76
2	Inferior	-105,68	-76,23	-12,77	-154,27	-111,28	-18,64	0,69

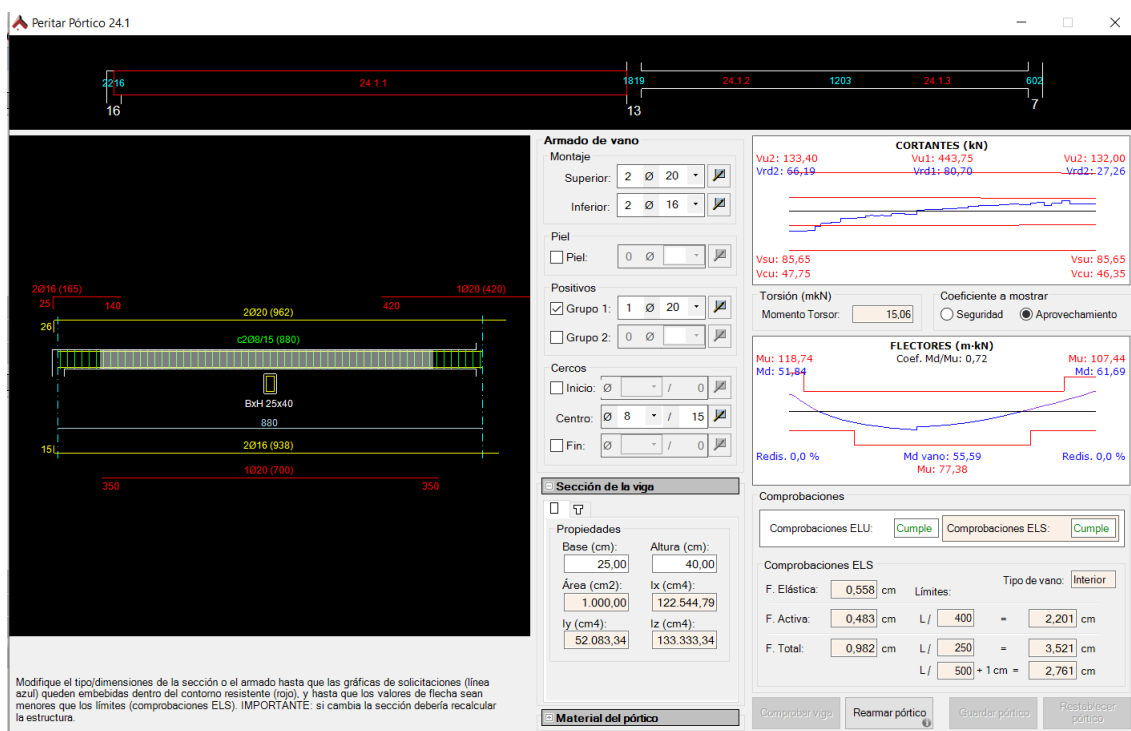
Comparación de pilares extremos en prisma de planta primera, cambio de 25x25cm a 25x50cm

Cambio 3 - cambio sección viga en fachada acristalada

Por otro lado, una de las vigas de planta primera que está ubicada en la fachada totalmente acristalada de planta baja, a línea con la carpintería, le hemos tenido que aumentar el canto, ya que, al haber una luz muy grande entre pilares, hemos querido reducir la flecha lo máximo posible, pasando de canto 35cm, teniendo una flecha activa de 0,85cm a canto 40cm, pasando a una flecha activa de 0,40cm, prácticamente la reducimos a la mitad, para . La justificación viene dada por todo el ventanal, ya que podría en un futuro afectar a la carpintería y provocar un mal funcionamiento.



Comparación del pórtico 24.1 | viga 35cm de canto



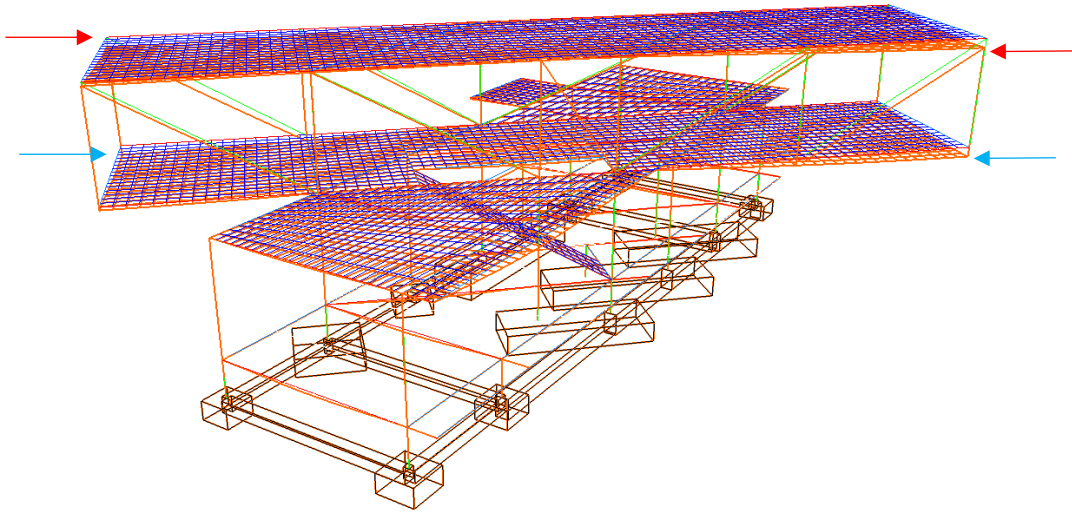
Comparación del pórtico 24.1 | viga 40cm de canto

Cambio 4

Por lo que se refiere a la cimentación, hemos condicionado que las zapatas tengan un canto máximo de 50cm, cumpliendo de la misma manera.

El comportamiento de la estructura es el mismo que en CRUZO3, como veremos a continuación con las gráficas. Mejorando en unos milímetros las flechas en los extremos de los voladizos y reduciendo el volumen de hormigón y kg de acero, ya que hemos reducido alguna sección.

DEFORMADA - ELS



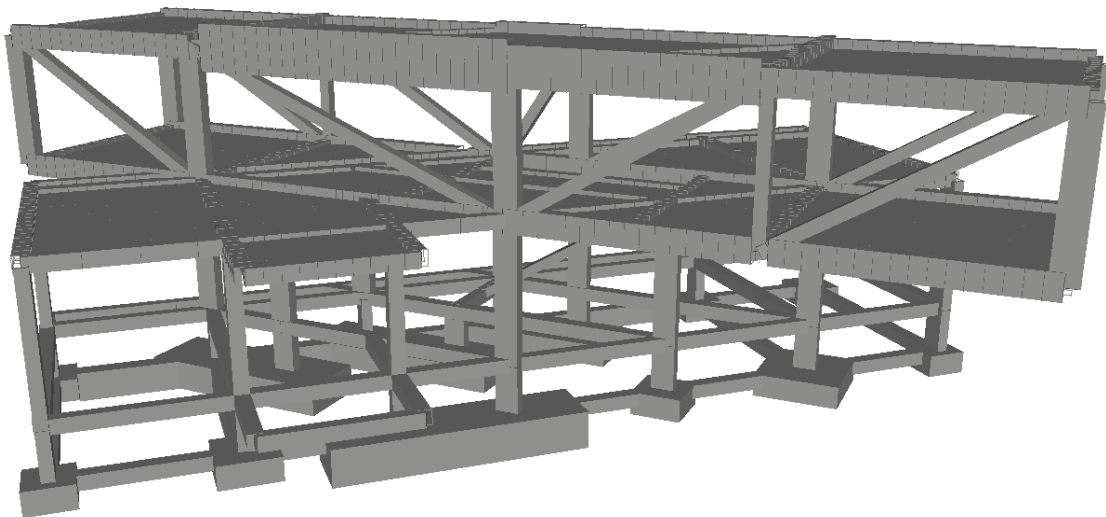
Flecha absoluta en extremo de voladizo forjado planta primera - 0,87cm ←

Flecha relativa en extremo de voladizo forjado planta primera - 0,001cm ←

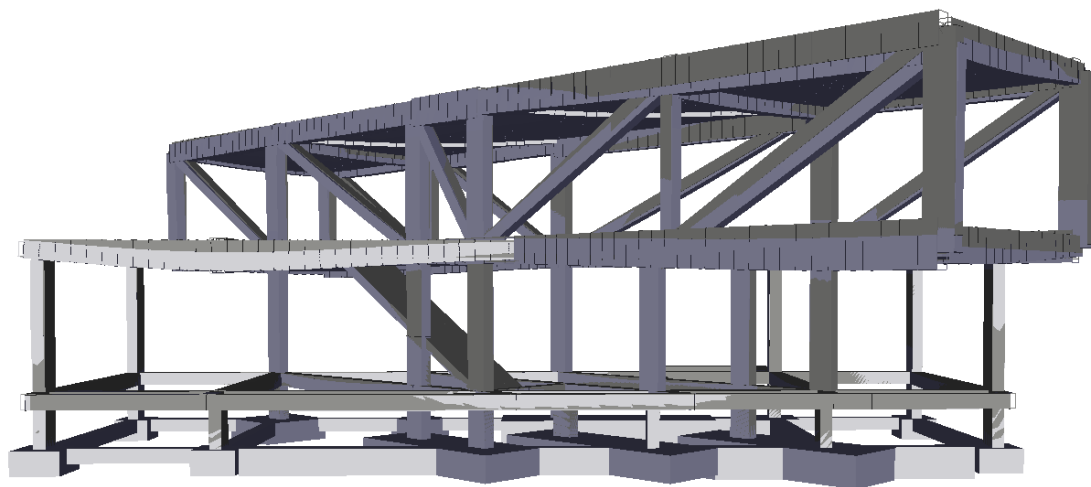
Flecha absoluta en extremo de voladizo forjado planta cubierta - 0,88cm ←

Flecha relativa en extremo de voladizo forjado planta cubierta - 0,001cm ←

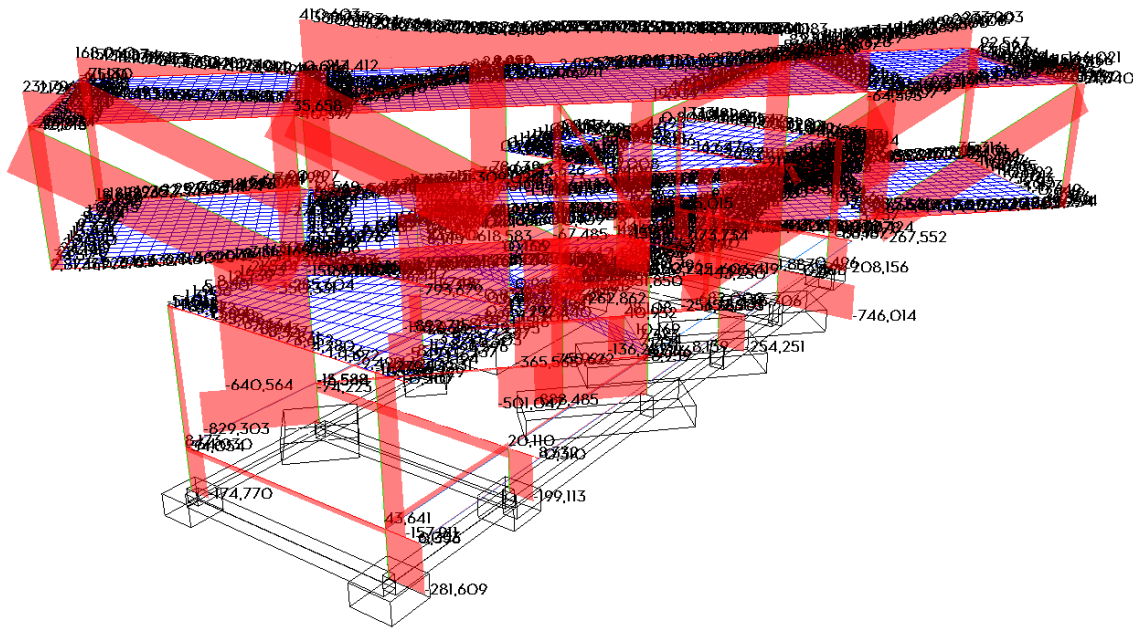
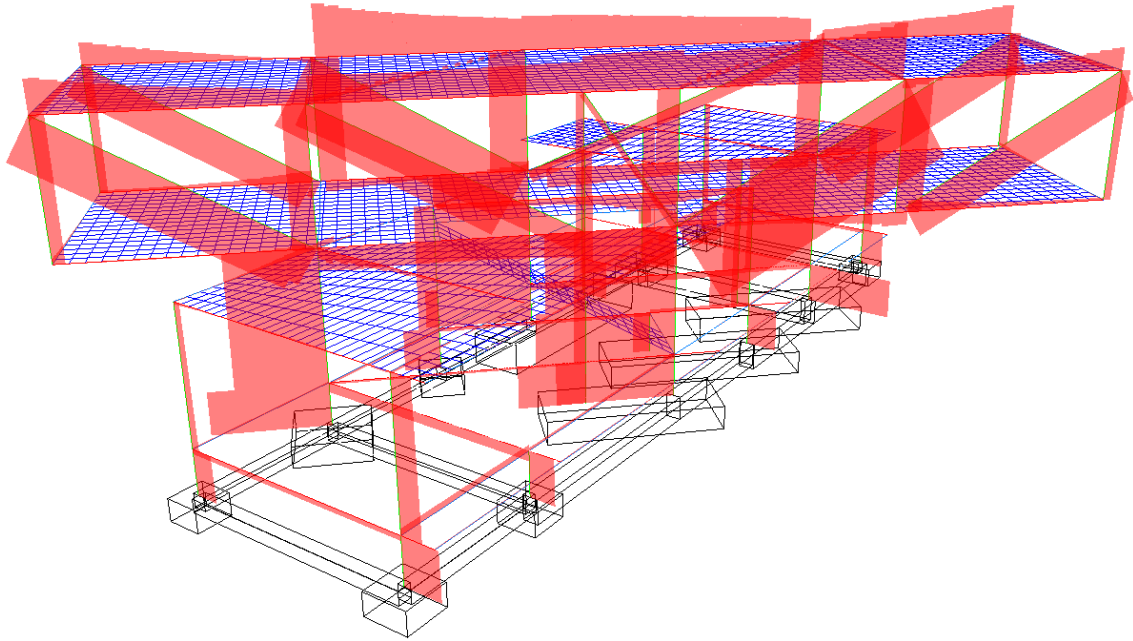
MODELO CRUZO4 EN VOLUMEN



MODELO CRUZ03 EN VOLUMEN - DEFORMADA VOLUMEN 



AXILES - ELU - axil máximo - 412 KN

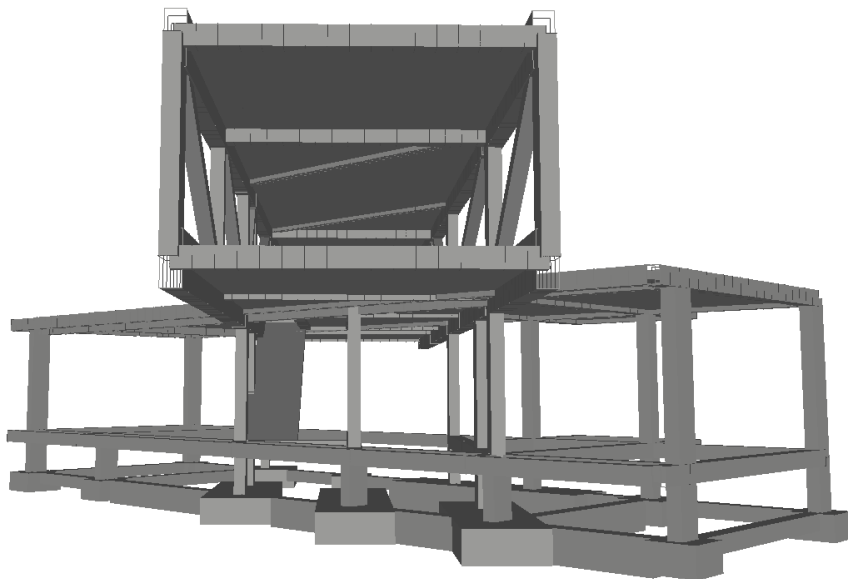


RESUMEN CRUZO4. ESTRUCTURA ÚLTIMA.

La estructura obtenida finalmente cumple según Architrave a ELU y ELS. Obteniendo una flecha en la punta del voladizo del prisma menor a 1,00cm.

La conclusión que obtenemos de la evolución de los diferentes estadios de la estructura "CRUZ", es que para que funcione correctamente el conjunto, tanto el primer forjado como el forjado de cubierta, deben trabajar conjuntamente, ya que, si trabajan de manera independiente, con los vuelos que tiene, la estructura no va a funcionar.

Si comparamos el resultado de CRUZO4, con la estructura real proyectada por los arquitectos, llegamos a la conclusión que la estructura que mejor trabajará será, vigas de canto unidas por pantallas de hormigón, que a su vez hacen función de la fachada del proyecto, además de que los forjados trabajen conjuntamente en ambas direcciones, ya sean losas macizas o aligeradas.



Veremos diferentes puntos de vista de como queda finalmente el modelo calculado, con las diferentes secciones de vigas y pilares.



ESTUDIO ECONÓMICO

Una vez tenemos calculada y dimensionada la estructura, podemos pasar a enumerar la relación de unidades de obra / partidas de obra que englobaran el Capítulo de Movimiento de tierras, el Capítulo de la cimentación y Capítulo de la estructura, dentro del proyecto de la vivienda. Dentro del **anexo 1**, encontraremos las mediciones y resumen del presupuesto de la estructura.

CAPÍTULO 01 - MOVIMIENTO DE TIERRAS	789,08€
CAPÍTULO 02 - CIMENTACIÓN	7.007,82€
CAPÍTULO 03 - ESTRUCTURA	42.687,33€
TOTAL. PEM (presupuesto de ejecución material)	50.484,23€

Para el estudio económico se han utilizado la base de datos de precios del IVE de 2018 (Instituto Valenciano de la Edificación), y la base de datos de precios del CAAT Valencia.

Si hiciéramos números de gordos, y usáramos el módulo de edificación que nos presta el INSTITUTO VALENCIANO DE LA EDIFICACIÓN, diríamos que el coste unitario de ejecución de “La Casa Cruzada”, considerando que el nivel de calidad es alto. Sería de **829,57€/m2 aproximadamente**.



Tipos constructivos

RESIDENCIAL

Fecha de cálculo: Agosto 2018 MBE 08/2018 = 590 €/m² COSTE UNITARIO DE EJECUCIÓN = 829,57 €/m²

<p>Ct TIPOLOGÍA EDIFICACIÓN</p> <p><input type="radio"/> Entre medianeras</p> <p><input type="radio"/> Abierta</p> <p><input type="radio"/> En hilera</p> <p><input checked="" type="radio"/> Unifamiliar aislada</p>	<p>Ch Nº DE PLANTAS</p> <p><input checked="" type="radio"/> nº de plantas<3</p> <p><input type="radio"/> 3 < nº de plantas<8</p> <p><input type="radio"/> nº de plantas>8</p>	<p>Cu UBICACIÓN CENTRO HISTÓRICO</p> <p><input checked="" type="radio"/> No</p> <p><input type="radio"/> Sí</p>
<p>Cv Nº DE VIVIENDAS</p> <p><input type="radio"/> nº de viviendas>80</p> <p><input type="radio"/> 20 < nº de viviendas<80</p> <p><input checked="" type="radio"/> nº de viviendas < 20</p>	<p>Cs SUPERFICIE ÚTIL VIVIENDAS</p> <p><input checked="" type="radio"/> S viviendas>70m²</p> <p><input type="radio"/> 45m² < S viviendas < 70m²</p> <p><input type="radio"/> S viviendas < 45m²</p>	<p>Cc CALIDADES</p> <p><input type="radio"/> Básico</p> <p><input type="radio"/> Medio</p> <p><input checked="" type="radio"/> Alto</p>

Edificación residencial unifamiliar aislada con una altura menor o igual a 3 plantas, de menos de 20 viviendas de una superficie útil media de 70m² y de un nivel alto de acabados.

Siendo en este caso el coste de la vivienda de - 829,57€/m² x 230 m² - **190.801,10 €** de presupuesto de ejecución material (PEM).

La estructura de la vivienda repercutiría en coste del 26,45% del PEM.

CONCLUSIONES

“La construcción es pieza fundamental en la fase de ideación del proyecto”

Ya sea un proyecto de pequeña envergadura o uno de gran tamaño, con el estudio del comportamiento de la estructura de la “La Casa Cruzada” podemos decir que el estudio previo, tanto de la estructura, tipología y materiales, como la construcción de la misma, es una fase fundamental a la hora de abordar cualquier encargo profesional.

Después de haber estudiado más de 10 modelos diferentes, únicamente apareciendo los 4 últimos en este TFG, se llega a entender como la estructura por si sola va adaptándose a la solución final.

Desde un principio se ha entendido que los forjados de planta primera y cubierta necesitarían de vigas de gran canto para adoptar los vuelos de más de 10 metros. En este caso las vigas son grandes cerchas de hormigón de canto toda la planta primera, dotando al prisma con una gran inercia para poder sustentar los grandes vuelos y evitar la flecha excesiva que los primeros modelos de la estructura, CRUZO1, obteníamos. La luz entre fachadas de ambos prismas no es muy grande, alcanzando los 6 metros, en su lado más corto, por lo que el prisma de planta baja funciona con un forjado unidireccional separado del terreno en planta baja. En cambio, el prisma superior, que alberga la planta primera, debe cambiar la dirección de las vigas principales, para que estas vuelen tanto como el vuelo del propio prisma. Tanto la superficie de la planta primera como de la cubierta se ha modelado con una losa de 12cm de canto, que pretende simular la rigidez que nos daría en su totalidad el forjado unidireccional, con esto hemos conseguido que el programa tenga en cuenta el forjado como un elemento rígido y pueda trabajar todo el conjunto a la vez. Hemos conseguido reducir las flechas en las puntas de ambos voladizos por debajo de 1,00cm, y hemos optimizado el precio de la construcción reduciendo cantos y volumen de hormigón con el último modelo, CRUZO4.

Por lo que se refiere a la construcción y el coste de la estructura, vemos que será complejo su montaje, ya que todos los elementos requieren de encofrados para su ejecución. Las uniones entre las vigas de planta primera y cubierta con las diagonales serán los puntos más conflictivos a tener en cuenta. Todo ese trabajo artesanal por los encofradores, encarecerá sin duda, el coste del proyecto. De ahí se puede deducir que, optando una solución mixta entre estructura de acero y estructura de hormigón, el coste de la construcción de la estructura pudiera reducirse en tiempo, pero seguramente no en precio, ya que el precio de ejecución de la estructura de acero es más caro que la de hormigón.

La solución adoptada como final, es la considerada como más idónea si hacemos caso al título del trabajo, ya que debíamos abordar la estructura con la condición de que fueran pórticos de hormigón armado. Aun así, si comparamos esta solución con la estructura real construida por los arquitectos, se puede decir que es la que más se le acerca.

Hemos deducido, que, según la solución estructural empleada, puede haber cambios sustanciales en el comportamiento de la estructura. La elección de un modelo, viene condicionado en muchos proyectos por la forma del mismo, algo fundamental si se quiere alcanzar las pretensiones del arquitecto/cliente, y digo primero arquitecto, porque muchas veces somos nosotros mismos quienes debemos empujar a ir más allá en un proyecto.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

Páginas web

- issuu.com
<https://issuu.com/clavelarquitectos/docs/OOOO de la gran escala al detalle w>
- Plataforma arquitectura.
www.plataformaarquitectura.cl/cl/765174/casa-cruzada-clavel-arquitectos
- David frutos | Fotógrafo.
www.davidfrutos.com/casa-cruzada/
- Revista AD | Casas AD.
www.revistaad.es/decoracion/casas-ad/galerias/casa-cruzada-en-murcia-clavel-arquitectos/8378/image/616981/
- ARCHITRAVE | Software cálculo de estructuras
www.architrave.es/
- IVE. Instituto Valenciano de la Edificación.
www.five.es/
- Generador de precios. CYPE INGENIEROS.
www.generadordeprecios.info/

Normas

- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN
www.codigotecnico.org/
- EHE08. Instrucción de Hormigón estructural. REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
www.fomento.gob.es/organos-colegiados/mas-organos-colegiados/comision-permanente-del-hormigon/cph/instrucciones/ehe-08-version-en-castellano/

Fotografías

Por orden de aparición

- Imagen 1. Portada. Sketch "la casa cruzada" Víctor Pavía Giménez. 2018
- Imagen 2. Club Náutico de Cartagena. Clavel arquitectos. 1997
- Imagen 3. Parking avenida libertad. Clavel arquitectos. 2010
- Imagen 4. Edificio San Cristóbal. Clavel arquitectos. 2012
- Imagen 5. Casa 4 en 1. Clavel arquitectos. 2013
- Imagen 6. Casa cruzada. Clavel arquitectos. 2013
- Imagen 7. Fotografía aérea. Google earth. 2018
- Imagen 8. Referencia catastral. Ministerio de hacienda. Gobierno de España.
- Imagen 9. Fotografía aérea. Google earth. 2018
- Imagen 10. Fotografía Calle sierra taibilla nº 38. Sede catastro.
- Imagen 11. Planta baja. Clavel arquitectos. 2015
- Imagen 12. Planta primera. Clavel arquitectos. 2015

- Imagen 12. Casa cruzada. David Frutos. 2015
- Imagen 13. Casa cruzada. David Frutos. 2015
- Imagen 14. Casa cruzada. David Frutos. 2015
- Imagen 15. Casa cruzada. David Frutos. 2015
- Imagen 16. Casa cruzada. David Frutos. 2015
- Imagen 17. Casa cruzada. David Frutos. 2015
- Imagen 18. Casa cruzada. David Frutos. 2015
- Imagen 19. Casa cruzada. David Frutos. 2015
- Imagen 20. Casa cruzada. David Frutos. 2015
- Imagen 21. Casa cruzada. David Frutos. 2015
- Imagen 22. Casa cruzada. David Frutos. 2015
- Imagen 23. Software. Architrave. Combinación de hipótesis de cargas. ELU
- Imagen 24. Software. Architrave. Combinación de hipótesis de cargas. ELS
- Imagen 25. Software. Architrave. Análisis deformada. CRUZO1
- Imagen 26. Software. Architrave. Volumen modelización CRUZO1
- Imagen 27. Software. Architrave. Análisis momentos Z valorados. ELU. CRUZO1
- Imagen 28. Software. Architrave. Análisis axiles valorados ELU. CRUZO1
- Imagen 29. Software. Architrave. Análisis cortantes valorados ELU. CRUZO1
- Imagen 30. Comparativo valores máximos admisibles flechas EHE08 y CTE
- Imagen 31. Software. Architrave. Análisis deformada. CRUZO2
- Imagen 32. Software. Architrave. Volumen modelización CRUZO2
- Imagen 33. Software. Architrave. Análisis momentos Z valorados. ELU. CRUZO2
- Imagen 34. Software. Architrave. Análisis axiles valorados ELU. CRUZO2
- Imagen 35. Software. Architrave. Análisis cortantes valorados ELU. CRUZO2
- Imagen 36. Software. Architrave. Análisis deformada. CRUZO3
- Imagen 37. Software. Architrave. Volumen modelización CRUZO3
- Imagen 38. Software. Architrave. Volumen modelización deformada CRUZO3
- Imagen 39. Software. Architrave. Análisis momentos Z. ELU. CRUZO3
- Imagen 40. Software. Architrave. Análisis momentos Z valorados. ELU. CRUZO3
- Imagen 41. Software. Architrave. Análisis axiles ELU. CRUZO3
- Imagen 42. Software. Architrave. Análisis axiles valorados ELU. CRUZO3
- Imagen 43. Software. Architrave. Análisis cortantes ELU. CRUZO3
- Imagen 44. Software. Architrave. Análisis cortantes valorados ELU. CRUZO3
- Imagen 45. Software. Architrave. Peritación pórtico 19.2.
- Imagen 46. Software. Architrave. Peritación pórtico 19.2.
- Imagen 47. Software. Architrave. Peritación pórtico 10.2.
- Imagen 48. Software. Architrave. Peritación pórtico 10.2.
- Imagen 49. Software. Architrave. Peritación pórtico 13.2.
- Imagen 50. Software. Architrave. Peritación pórtico 29.1.
- Imagen 51. Software. Architrave. Peritación pórtico 29.1.
- Imagen 52. Software. Architrave. Peritación pilar 19.
- Imagen 53. Software. Architrave. Peritación pilar 19.
- Imagen 54. Software. Architrave. Peritación pórtico 24.1.
- Imagen 55. Software. Architrave. Peritación pórtico 24.1.
- Imagen 56. Software. Architrave. Análisis deformada. CRUZO4
- Imagen 57. Software. Architrave. Volumen modelización CRUZO4
- Imagen 58. Software. Architrave. Volumen modelización deformada CRUZO4
- Imagen 59. Software. Architrave. Análisis momentos Z. ELU. CRUZO4
- Imagen 60. Software. Architrave. Análisis momentos Z valorados. ELU. CRUZO4
- Imagen 61. Software. Architrave. Análisis axiles ELU. CRUZO4

- Imagen 62. Software. Architrave. Análisis axiales valorados ELU. CRUZO4
- Imagen 63. Software. Architrave. Análisis cortantes ELU. CRUZO4
- Imagen 64. Software. Architrave. Análisis cortantes valorados ELU. CRUZO4
- Imagen 65. Casa cruzada. David Frutos. 2015
- Imagen 66. Software. Architrave. Modelo estructural 1 3D CRUZO4.
- Imagen 67. Software. Architrave. Modelo estructural 2 3D CRUZO4.
- Imagen 68. Software. Architrave. Modelo estructural 3 3D CRUZO4.
- Imagen 69. Software. Architrave. Modelo estructural 4 3D CRUZO4.
- Imagen 70. Software. Architrave. Modelo estructural 5 3D CRUZO4.
- Imagen 71. IVE. Módulo de edificación.

Información proporcionada por los arquitectos.

- Clavel arquitectos, estudio de arquitectura.
Documentación "Casa cruzada" para estudiantes.

