



ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL ESTADIO DE LA CERÁMICA (VILA-REAL)

MARCOS GÓMEZ ALCANTUD
Tutor: IVAN CABRERA i FAUSTO
Septiembre 2020



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA

RESUMEN

Hoy en día, podemos considerar el fútbol como el deporte más popular tanto nacional como internacionalmente, debido principalmente tanto al aspecto económico, por la gran cantidad de dinero que consigue mover, como al aspecto social, que envuelve a un gran número de aficionados y de gente que desarrolla su práctica. Debido a la cantidad de millones de euros que mueve, muchos clubes deciden destinar este dinero para la mejora de las infraestructuras deportivas, adaptándolas a la actualidad y dándoles un nuevo aspecto tanto en lo visual como en lo relacionado a la seguridad y el confort.

El Trabajo Final de Grado que se va a realizar se basa principalmente en el estudio de la estructura del Estadio de la Cerámica, feudo del Villarreal C.F equipo de Primera División Española. Previamente a este estudio detallado de la estructura se desarrollarán una serie de aspectos para llegar a conocer, entre otras cosas, la historia del club, aspectos importantes de la ciudad, así como una diferenciación de una serie de etapas que ha sufrido el estadio hasta llegar a la imagen que muestra en la actualidad.

Finalizada esta parte se llevará a cabo un estudio comparativo entre diferentes sistemas estructurales que muestra el estadio, dando lugar a sus respectivas conclusiones.

Palabras clave:

Vila-real; Villarreal C.F; Estadio de la Cerámica; estructura; fútbol; grada; proyecto.

RESUM

Avui dia, podem considerar el futbol com l'esport més popular tant nacional com internacionalment, degut principalment tant a l'aspecte econòmic, per la gran quantitat de diners que aconseguix moure, com a l'aspecte social, que embolica a una gran quantitat d'aficionats i de gent que desenvolupa la seua pràctica. A causa de la quantitat de milions d'euros que mou, molts clubs decideixen destinar aquests diners per a la millora de les infraestructures esportives, adaptant-les a l'actualitat i donant-los un nou aspecte tant en el visual com en el relacionat a la seguretat i el confort.

El Treball Final de Grau que es realitzarà es basa principalment en l'estudi de l'estructura de l'Estadi de la Ceràmica, feu del Vila-real C.F equip de Primera Divisió Espanyola. Prèviament a aquest estudi detallat de l'estructura es desenvoluparan una sèrie d'aspectes per a arribar a conèixer, entre altres coses, la història del club, aspectes importants de la ciutat, així com una diferenciació d'una sèrie d'etapes que ha patit l'estadi fins a arribar a la imatge que mostra en l'actualitat.

Finalitzada aquesta part es durà a terme un estudi comparatiu entre diferents sistemes estructurals que mostra l'estadi, donant lloc a les seues respectives conclusions.

Paraules clau:

Vila-real; Villarreal C.F; Estadi de la Ceràmica; estructura; futbol; graderia; projecte.

ABSTRACT

Nowadays, we can consider soccer as the most popular sport nationally and internationally. This is mainly due to both, the economic and social aspect, given the large amount of money that it manages to move and the mass of people that enjoys practicing and watching the game. Having in their hands all these millions, many clubs decide to allocate part of it to improve the sports infrastructures, adapting them to the current times by giving them a new appearance not only visually, but also in terms of safety and confort.

This Final Project is based mainly on the study of the Estadio de la Cerámica structure, fiefdom of Villarreal C.F, a Spanish first division team. Prior to the detailed study of the structure, a series of aspects will be developed in order to know, among other things, important aspects of the city, the history of the club, as well as a differentiation of a number of stages the stadium went through before reaching the picture it shows today.

After this, a comparative study between different structural systems of the field will be carried out, to end up with their respective conclusions.

Key words:

Vila-real; Villarreal C.F; Ceramic Stadium; structure; soccer; stand; project.

ÍNDICE

1_ Introducción	04
2_ Objetivos y metodología	04
3_ El fútbol y el Estadio de la Cerámica	05
3.1_ Orígenes del Fútbol	05
3.2_ El fútbol en España	06
3.3_ La ciudad de Vila-real	07
3.4_ Datos del Villarreal Club de Fútbol	08
3.5_ El fútbol en Vila-real	09
3.6_ Historia del Estadio de la Cerámica	10
4_ Descripción y análisis del Estadio de la Cerámica	12
4.1_ Descripción tipológica y compositiva	13
4.1.1_ Grada de Preferencia	16
4.1.2_ Cubiertas	17
4.1.3_ Grada de Tribuna	18
4.1.4_ Grada Norte	20
5_ Análisis de la estructura pórtico tipo	24
5.1_ Evaluación de cargas	24
5.2_ Resumen de cargas	28
5.3_ Diagramas de esfuerzos	29
6_ Análisis de la estructura pórtico ampliación tribuna	39
6.1_ Evaluación de cargas	39
6.2_ Resumen de cargas	43
6.3_ Diagramas de esfuerzos	44
7_ Conclusiones	48
7.1_ Conclusiones objetivo de desarrollo sostenible	49
8_ Bibliografía	51
9_ Índice de figuras	52

1_ INTRODUCCIÓN

El Trabajo Final de Grado que se va a desarrollar trata sobre un estudio de la estructura del Estadio de la Cerámica y el análisis estructural de alguna de sus partes más relevantes. Con carácter previo se llevará a cabo un estudio previo de la forma y el funcionamiento de las gradas. Ante el gran interés sobre el conocimiento de las estructuras en las infraestructuras deportivas, nos hemos decidido por el estudio del Estadio de la Cerámica, siendo un gran referente en los estadios de la Comunidad Valenciana, al ser uno de los cuatro equipos valencianos en primera división.

El del trabajo se estructura en tres partes:

En primer lugar, se lleva a cabo un estudio de la historia del fútbol, tanto en España como en Vila-real, de sus orígenes y una pequeña documentación histórica del Estadio de la Cerámica, que se desarrollará en la segunda parte del trabajo.

Posteriormente, se realizará una descripción tipológica y constructiva del estadio, en la que se distinguirán una serie de etapas clave, en las que se llevaron a cabo las diferentes remodelaciones y reformas del estadio.

Por último, para el estudio y cálculo de la estructura, se desarrollarán dos pórticos diferentes, en los que se explicarán el preprocesado, el procesado y el postprocesado. En estos dos pórticos, el primero será uno común del estadio y el segundo será el de ampliación de la grada de tribuna. Finalmente se obtendrán una serie de conclusiones posteriores a los cálculos realizados sobre ambos pórticos.

2_ OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo del siguiente trabajo final de grado es poder conocer la forma y el funcionamiento del Estadio de la Cerámica del Villarreal C.F, analizando los diferentes remodelaciones, ampliaciones y reformas que se han ido llevando a cabo a lo largo de los años, hasta llegar a la actual imagen que presenta hoy el estadio, especialmente en lo relativo a su estructura.

Para la realización del trabajo se han empleado diferentes caminos desde una primera toma de contacto con la información que el club proporcionó a diferentes alumnos de la UPV para el concurso de la envolvente del Estadio de la Cerámica en 2016. Ya estudiados los planos y recopilada la escasa información disponible sobre el campo en internet, se contacta con diversas fuentes como, por ejemplo, el Departamento de Comunicación del Villarreal C.F y con el Colegio Territorial de Arquitectos de Castellón. Por último, ya que ambas fuentes no proporcionan la información deseada, se contacta con el Arquitecto encargado de las últimas remodelaciones, Juan Antonio Villasante.

Después de una serie de correos electrónicos con el Arquitecto llegamos a la misma información que la obtenida en la toma de contacto mediante un participante en el concurso de ideas. Vistas las dificultades para encontrar información sobre el estadio, pasamos a enfocar el trabajo final de grado desde otro punto de vista, en el cual mediante con la información obtenida en diversas fuentes de internet y los planos del estadio se empieza a investigar y a intentar diferenciar las diversas etapas y remodelaciones que ha sufrido la infraestructura deportiva.

Además, se decide realizar una visita al exterior estadio, para intentar diferenciar etapas mediante los diferentes tratamientos de las gradas y del hormigón visto. Debido a la complicada situación generada por el Covid-19, se ve dificultada una visita por el interior del campo, pero después de una serie de llamadas conseguimos una visita rápida que nos proporciona el encargado de mantenimiento del club. Con sus 20 años de experiencia en el club, nos proporciona una amplia información sobre las remodelaciones y las diversas gradas, además de la posibilidad de realizar una gran cantidad de fotos interiores.

A partir de este momento, el ritmo del trabajo se ve incrementado, aumentando los conocimientos sobre el estadio y pudiendo detallar todos los cambios producidos.

Por último, para la realización del cálculo estructural, se lleva a cabo mediante los planos del campo de Autocad y mediante el programa de cálculo Architrave el cual nos proporciona los diferentes diagramas de esfuerzos, así como los armados y datos necesarios para el cálculo de la estructura.

3_ EL FÚTBOL Y EL ESTADIO DE LA CERÁMICA

3.1_ ORIGENES DEL FÚTBOL

Los orígenes del fútbol se remontan a épocas ancestrales, especialmente se desarrolló en China una práctica llamada *Kemari*, a la vez un rito religioso, el cual consistía en formar equipos de hombres y golpear al balón con las diferentes partes del cuerpo sin utilizar las manos y con el objetivo de dirigir la pelota hacia una meta además con la condición de que el balón, relleno de pelos de animal, no podía tocar suelo (Margarit 2018).

No obstante, también se pueden fijar otros orígenes del fútbol como es la esferomaquia, que se desarrolló en Atenas y lo que sería su versión romana el *harpastum*. En cambio, estos orígenes no están tan directamente relacionados con los orígenes del fútbol sino con el rugby (Margarit 2018).

Posteriormente, y gracias a las diversas escuelas públicas de Inglaterra, se crearon las Reglas de Cambridge, las cuales tuvieron una clara influencia en el desarrollo del fútbol moderno. Gracias a estos antecedentes, en 1863 se constituyó en Londres la *English Football Association* (fig. 1), esta fue encargada de redactar diversas reglas del fútbol. No obstante, las actuales reglas del juego las determina Asociación de Fútbol Internacional Board (IFAB) que fue formada en 1886 (Pérez 2007).

La primera liga de fútbol también se disputó en Inglaterra en 1888 y estuvo formada por 12 clubes, formato diferente al que hoy en día nos encontramos (Pérez, G.2007). En 1904 países como Francia, España, Suiza, Bélgica, Holanda, Dinamarca y Suecia constituyeron la asociación más importante y representativa del fútbol, *Fédération Internationale de Football Association* (F.I.F.A.) a la que posteriormente se siguieron sumando más países (Margarit 2018).

Ante la gran expectación que despertaba este deporte alrededor de todo el mundo, la FIFA promovió la realización de la primera Copa del Mundo (fig. 4), la cual tuvo lugar en 1930 con sede en Uruguay (Margarit 2018).



Fig. 1. Escudo FA.



Fig. 2. Ilustración de la práctica de Kemari, Japón.



Fig. 3. Selección de fútbol inglesa en 1908.

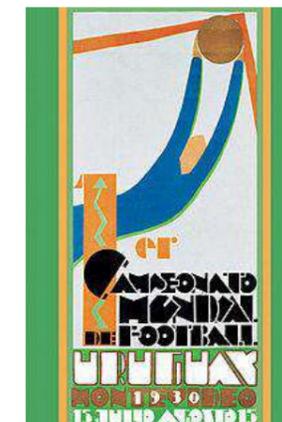


Fig. 4. Cartel anunciador primer formato Copa del Mundo.



Fig. 5. Ilustración alegórica de los orígenes del futbol.

3.2_ EL FÚTBOL EN ESPAÑA

El fútbol se va introduciendo en España debido a los diferentes inmigrantes mayoritariamente británicos y a finales del siglo XIX, se empiezan a disputar los primeros partidos en Andalucía, sobre todo en Huelva. Aquí se encontraba el Río Tinto Foot-Ball Club, el cual fue el primer equipo de fútbol en España, sin embargo, al no ser inscrito en ningún registro oficial, el primer equipo oficial en España sería el actual Real Club Recreativo de Huelva, fundado en 1889 (Cotto 2017).

Posteriormente el tercer equipo que surgiría en España fue el Sevilla Foot-ball Club, fundado en 1890, el cual fue el primero en dedicarse a la práctica de fútbol exclusivamente. Como cuarto equipo en España se fundó el Club Inglés de Málaga y tras la fundación de estos cuatro clubes Andaluces, el fútbol empieza a tomar importancia en más partes del territorio español. Concretamente en Bilbao y Barcelona fueron las ciudades que siguieron a Andalucía en la expansión del fútbol por España. En Bilbao se funda el Athletic Club de Bilbao y en Barcelona se fundan Foot-ball Club Catalá y el Foot-ball Club Barcelona (Masià 2011).

Durante los años va aumentando progresivamente el estatus de este deporte y empiezan a surgir las primeras asociaciones y competiciones. Pero en cambio, hasta 1920 no se formó la Selección Española de Fútbol, con motivo de la disputa de los Juegos Olímpicos de Amberes. También surge el Campeonato de España, lo que hoy se conoce como Copa del Rey. Y es en 1929-30 cuando se llegó a un acuerdo para la creación del Campeonato Nacional de Liga de Primera División y el de Segunda División (Coscarón 2020).

En esta primera edición de la Primera División, únicamente formaron parte 10 clubes entre los cuales destacamos los seis participantes que ganaron el Campeonato de España: Athletic Club, Arenas Club de Guecho, Real Madrid Foot-Ball Club, Real Sociedad de Fútbol, Foot-Ball Club Barcelona y Real Unión Club. Aparte de estos seis, se unieron tres subcampeones y por último el Real Santander Racing Club (fig. 6) (Coscarón 2020). Cinco años después, la Primera División contaba con la participación de 12 equipos y hoy en día nos encontramos con un formato de competición diferente ya que en la temporada 1984-85 pasó a formarse LaLiga, la cual estaría compuesta por un total de veinte clubes.

Hoy en día podríamos ubicar a España en una de las mejores ligas del mundo junto con la Premier League y la Bundesliga alemana. Los diversos factores que favorecen que sea una de las mejores ligas del mundo vienen dados por su gran número de campos de fútbol, destacando la ciudad de Villareal como la ciudad española con más campos de fútbol por habitante, el gran movimiento de dinero que generan los diversos campeonatos, así como la gran asistencia a los campos de fútbol en España, destacando el Camp Nou (campo del Fútbol Club Barcelona) como el campo más grande de Europa.



Fig. 6. Racing de Santander en la primera liga española.

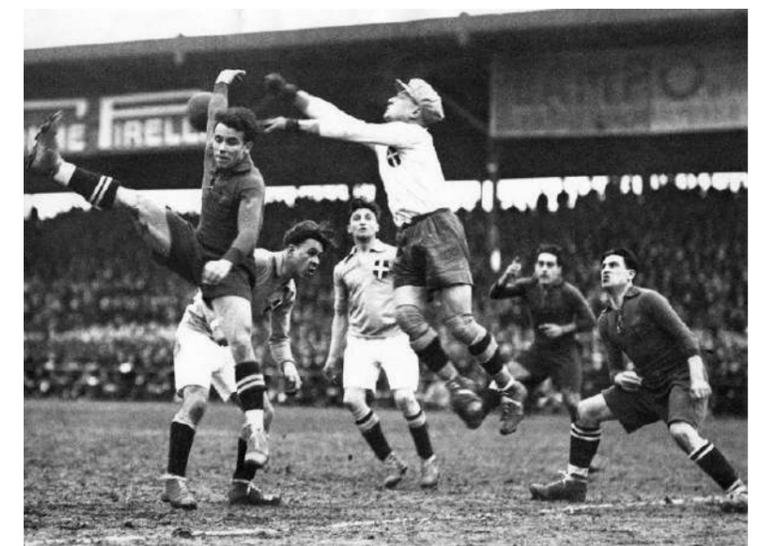


Fig. 7. Primeros partidos de futbol disputados en España.



Fig. 8. Selección Española campeona del mundo, 2010.

3.3_ LA CIUDAD DE VILA-REAL

Vila-real es un municipio perteneciente a la provincia de Castellón, a su vez está integrada en la Comunidad Valenciana. La ciudad de Vila-real cuenta con alrededor de 51.000 habitantes situados la gran mayoría en el núcleo urbano y situando a Vila-real en la segunda ciudad de la provincia de Castellón más poblada, así como la decimocuarta de toda la Comunidad Valenciana.

La ciudad de Vila-real fue fundada por Jaime I en 1274 por segregación del territorio de Borriana. Esta ciudad fue fundada en una época medieval, pero con un tipo de urbanismo con fuerte inspiración romana, tal y como demuestra su planta hipodámica, la cual se encontraba amurallada y ordenada a través de dos ejes principales (cardo y decumano), encontrándose estos en la Plaza Mayor porticada (fig. 10), la cual encontramos hoy en día en su mayor parte totalmente renovada dejando escasos restos de la edad media (Ayuntamiento Vila-real 2010).

También cabe destacar la remodelación que fue realizada en la plaza mayor de Vila-real (fig. 9), que dio lugar en 2006 y fue obra de los arquitectos valencianos Enrique Fernández Vivancos e Isabel Vernia Canuto.

En cuanto a la estructura económica de Vila-real, desde su fundación hasta casi alcanzar el siglo XX todo su potencial económico ha estado basado en la agricultura, ayudando este aspecto a la exportación de diferentes productos, conectando así Vila-real con el mercado español y europeo. Posteriormente, en los años 60 la economía pasa a centrarse en la industria tradicional de la vecina comarca del Alcaatén: la azulejería. Pocos años después empiezan a levantarse un gran número de empresas dedicadas a la industria de la cerámica, lo que provocó un gran incremento de la población, pasando casi a doblar su número de habitantes y convirtiendo la ciudad en el centro azulejero más importante de España y uno de los más importantes de Europa, solo por detrás de Sassuolo en Italia (Ayuntamiento Vila-real 2010).

Pero la ciudad de Vila-real no solo es tan conocida en España y Europa por su industria cerámica, sino que también destaca por su gran club de fútbol, el Villarreal CF. Siendo así una de las ciudades más pequeñas en tener a su club en Primera División, otro ejemplo en nuestro país sería el de SD Éibar, convirtiéndose así en una de las poblaciones del mundo con más campos de fútbol por habitante, 3.187 habitantes por campo de fútbol (Franch 2015).

Por último y según todos los aspectos económicos expuestos, cabe destacar la alta renta per cápita que representa la ciudad de Vila-real, obteniendo una renta bruta, según el INE, de aproximadamente 25.000 euros por habitante. Situando a la ciudad de Vila-real en una de las ciudades de la Comunidad Valenciana con renta per cápita más alta.



Fig. 9. Remodelación de la Plaza Mayor.



Fig. 10. Plaza de la Vila porticada.



Fig. 11. Plaza Mayor en la Edad Media.



Fig. 12. Celebración del Villarreal CF por su ascenso Primera División, Plaza Mayor.



Fig. 13. Basílica de San Pascual, Vila-real.

3.4_ DATOS DEL VILLARREAL CLUB DE FÚTBOL

Nombre completo:	Villarreal Club de Fútbol, S.A.D.
Apodo:	Submarino amarillo
Ciudad:	Vila-real
Provincia:	Castellón
Comunidad Autónoma:	Comunidad Valenciana
Fundación:	1 de enero de 1923 como Club Deportivo Villarreal
Refundación:	25 de agosto de 1947 como Club Atlético Foghetecaz
Presidente actual:	D. Fernando Roig Alfonso (fig. 14)
Entrenador actual:	Javier Calleja
Cambios de nombre del club:	Club Deportivo Villarreal (1923-1942) (fig. 15) Club Atlético Foghetecaz (1942-1947) (fig. 16) Club Atlético Foghetecaz Villarreal (1947-1954) Villarreal Club de Fútbol (1954-1996) (fig. 17) Villarreal Club de Fútbol, S.A.D. (1996-) (fig. 18)
Estadio:	Estadio de la Cerámica (fig. 19)
Ubicación:	Vila-real, Castellón
Inauguración:	17 de junio de 1923
Cambios de nombre del estadio:	Campo del Villarreal (1923-1925) Campo del Madrigal (1925-1998) Camp El Madrigal (1998-2017) Estadio de La Cerámica (2017-)
Capacidad:	23.500 espectadores
Otros complejos:	Ciudad Deportiva del Villarreal



Fig. 14. Fernando Roig, actual presidente del club.



Fig. 15. Escudo del CD Villarreal.



Fig. 16. Escudo del CA Foghetecaz.



Fig. 17. Escudo del Villarreal CF.



Fig. 18. Escudo del Villarreal CF S.A.D.



Fig. 19. Imagen actual del Estadio de la Cerámica.

3.5_ EL FÚTBOL EN VILA-REAL

Los orígenes del fútbol en Vila-real se dan en los años veinte cuando un grupo de jóvenes de la ciudad, aficionados a este nuevo deporte, deciden fomentar la práctica del fútbol en Vila-real. Así fue como se creó la primera asociación en la ciudad, Club Deportivo Villarreal, fundado principalmente por José Calduch Almela (fig. 20), farmacéutico y gran aficionado del fútbol que decidió fundar el equipo gracias a su experiencia de estudios en Barcelona y con la gran evolución de los equipos catalanes como El F.C Barcelona y el R.C.D Espanyol (Masiá 2015).

Fue más tarde cuando, gracias a la economía familiar de José Calduch y a sus amigos, consiguió hacerse con una porción de terreno equivalente a diez hanegadas y en la que decidió situar el llamado Campo de Deportes, el cual siempre se ha encontrado ubicado en la actual partida El Madrigal (Masiá 2015).

No obstante, el primer partido que se disputó en el Campo de Deportes de Vila-real fue entre el CD Castellón y Cervantes. A los cuatro meses el CD Villarreal pasó a jugar su primer partido amistoso en el Campo de Deportes frente al Red y Star de Castellón (Web del Villarreal C.F 2020).

Fue en la temporada de 1935-36 cuando el CD Villarreal alcanzó una de las fechas más importantes de sus orígenes, logrando clasificarse para la fase eliminatoria de ascenso a Segunda División. No obstante, fueron derrotados por el Cartagena y permanecieron un año más en Primera Regional. Un año después el equipo logró alcanzar el primer puesto en la clasificación, pero la Guerra Civil provocó la triste e inesperada desaparición del club (Masiá 2015).

Tras unos años sin fútbol en la ciudad y tras la formación de diversas agrupaciones de peñas se creó el Club Atlético Foghetecaz en 1942, el cual paso a federarse y a formar parte de los campeonatos oficiales en 1946 cambiando su nombre a Club Atlético Foghetecaz Villarreal. Fue en esta época cuando el Club comenzó a vestir la famosa y actual equipación amarilla que tanto caracteriza al club (Web del Villarreal C.F 2020).



Fig. 20. José Calduch, Primer presidente del Villarreal CF.



Fig 21. Imagen de los jugadores del Club Atlético Foghetecaz.

En esta época, el club pasó a las manos de Lorenzo Carda volviendo a cambiar su nombre que perdura en la actualidad, Villarreal Club de Fútbol. Al segundo año de Carda al mando del club, el Villarreal Club de Fútbol logró lo que fue su primer ascenso a la Tercera División (Masiá 2015).

Tras permanecer varios años en Tercera División, en la temporada 1969-70 el Villarreal Club de Fútbol consigue el tan esperado e importante ascenso a Segunda División, la alegría del ascenso no perduró demasiado en Vila-real ya que a la segunda temporada en Segunda vuelven a descender (Masiá 2015).

Llegados los años noventa, tras una época de inestabilidad del club, bajo la presidencia de Pascual Font de Mora, el Villarreal Club de Fútbol consigue hacer historia logrando dos ascensos en dos años consecutivos y posicionándose en Segunda división en la temporada 1991-92 (fig. 25). Posteriormente se mantuvo en Segunda División hasta que en la temporada 1997-98 alcanzó el ascenso a Primera División, uno de los momentos más importantes del club (Web del Villarreal C.F 2020).

Tras varios años de alegrías en el club comandado por Fernando Roig, el Villarreal alcanza sus mejores años de historia en los que consigue la victoria de la Copa Intertoto en 2003 y 2004, las semifinales de Champions League en 2005-06, el subcampeonato de liga en 2007-08 y las cinco clasificaciones consecutivas para competiciones europeas. Logrando que el nombre del club tenga importancia dentro de las diferentes ligas europeas.

Siendo tanta la pasión por el fútbol en Vila-real estas últimas décadas, gracias a los diferentes logros del club, la ciudad se posiciona como el municipio español con más abonados en relación con sus habitantes. El club cuenta con más de 19.000 socios, dato que contrasta con su modesta población de 51.000 habitantes. Del mismo modo, el Estadio de la Cerámica es el campo con mayor asistencia en relación con la población del municipio en toda España (Lizarra 2017).



Fig. 22. Partido de ascenso a Segunda División en el Santiago Bernabéu.

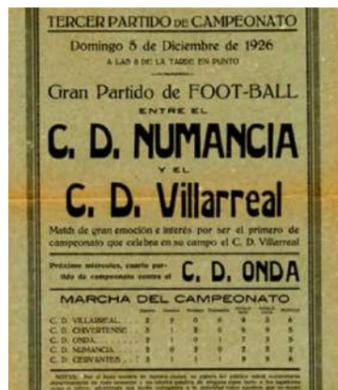


Fig. 23. Cartel anunciador primeros partidos del Club.



Fig. 24. Jugadores del club en sus orígenes.



Fig. 25. Celebración del ascenso a Segunda B 1991-92.



Fig. 26. Celebración del Subcampeonato de la Liga 2006-07.



Fig. 27. Celebración del ascenso a Primera División 2012-13.

3.6_ HISTORIA DEL ESTADIO DE LA CERÁMICA

El actual Estadio de la Cerámica es el campo donde el Villarreal Club de Fútbol disputa sus partidos como local, se encuentra situado en la Calle Blasco Ibáñez, junto a la Plaza del Labrador, en Vila-real. El estadio fue inaugurado en 1923 y sorprendentemente en la actualidad se encuentra situado en la misma ubicación desde su inauguración (Web del Villarreal C.F 2020).

Su inauguración fue el 17 de junio de 1923, a cargo de la presidencia de José Calduch, con el nombre de Campo del Villarreal y en 1925 pasó a llamarse El Madrigal, nombre que perduró hasta 2017, cuando se convirtió en el actual Estadio de la Cerámica. El primer partido disputado en este campo, como anteriormente se ha especificado, fue entre el CD Castellón y el SD Cervantes y serian cuatro meses después, cuando el Villarreal Cf disputó su primer encuentro (La Fútbolteca 2018).

En un primer momento el estadio contaba con 5.000 localidades y a partir de ese momento ha ido experimentando diversas remodelaciones, hasta alcanzar los 23.500 asientos actuales. En los años 50 experimentó su primer cambio, en el cual se realizó una ampliación del terreno de juego, adecuándolo a las medidas de 104 x 65 m (La Fútbolteca 2018).

Fue en 1970, cuando el club consiguió su ascenso a la Segunda División, cuando el campo pasó a contar con 7.500 localidades. También en estos años el campo fue dotado de su primera instalación eléctrica, consistente en cuatro torres de focos situadas en cada una de las esquinas del campo (La Fútbolteca 2018).

En 1989 se decidió realizar una nueva remodelación, derruyendo la vieja tribuna para dar lugar a la construcción de una nueva para los nuevos tiempos en las máximas categorías. Pero no fue hasta 1998, a causa de la gran inversión del actual presidente Fernando Roig y del gran ascenso del club a Primera División, cuando se realizó una remodelación total y una de las más importantes, incorporando una nueva tribuna cubierta, el anfiteatro, la grada de Preferencia y el fondo norte, ampliando el estadio a un total de 17.000 localidades (La Fútbolteca 2018).

Posteriormente, gracias los diversos triunfos del club y a la creciente afición, se realiza en 2001 una ampliación de la grada Preferente y de uno de los fondos. En 2008 se lleva a cabo la última remodelación, en la que se construye un anfiteatro destinado para la afición visitante, que contaría con 2.300 localidades (fig. 30), siendo necesario este anfiteatro para cesar los enfrentamientos entre la afición local y la visitante. A causa de la construcción de esta grada visitante, el Estadio de la Cerámica pasó a ser el punto más alto de la ciudad con un total de 50 metros, superando incluso a la Basílica de San Pascual y siendo únicamente superado escasos metros por la aguja final correspondiente a la Basílica. Otro aspecto más para apreciar la importancia del fútbol en esta pequeña ciudad de 51.000 habitantes, en la que desde cualquier punto

elevado de la ciudad se puede apreciar la importante existencia del Estadio de la Cerámica (Heredia 2015).

Finalmente, el 8 de enero se produce la gran remodelación del Madrigal (fig. 34), pasando a llamarse el Estadio de la Cerámica, nombre que haría referencia al símbolo de identidad de la provincia de Castellón (Casañ 2020). Siendo muy importante este aspecto en el Club, tanto como en la ciudad y la provincia de Castellón, al ser esta la productora del 90 % de Cerámica de toda España y albergar el 80% de sus empresas dentro de la provincia (Alfonso 2015).

Debido también a la aportación económica de diversas empresas de cerámica, fue posible esta remodelación, destacando el revestimiento de la fachada principal con gres porcelánico de alto brillo amarillo y en la cual aparecen los nombres de las empresas cerámicas participantes en el proyecto. Incluyendo además en el proyecto, una perfecta adaptación con el entorno a la hora de crear una gran plaza diáfana para dotar de una gran perspectiva al estadio y como punto de reunión (Casañ 2020).

Además, cabe destacar la ubicación de 'Els Casals Gros' (Casales Amarillo) y 'Els Casals Blaus' (Casales Azules), que serían los palcos privados y al igual que la fachada, están alicatados con cerámica. Los primeros están situados en la parte alta de tribuna (fig. 29) y los segundos, bajo la remodelación de la grada visitante (Web del Villarreal C.F 2020).

Por último, durante estos años se ha llevado a cabo el proyecto de remodelación y ampliación en el estadio, tratando de remodelar la fachada, la ampliación de una de las zonas del córner y cubrir la grada preferente. Esta reforma estaba prevista para el verano de 2020, pero debido a la situación actual de pandemia, sufrirá un retraso hasta que se lleve a cabo (La Vanguardia 2020).



Fig. 28. Vista panorámica del Estadio de la Cerámica.



Fig. 29. Vista de 'Els Casals Gros'.



Fig. 30. Ampliación grada visitante.



Fig. 31. Imagen actual del estadio.



Fig. 32. Parte de la grada del Madrigal en sus orígenes.



Fig. 33. Fachada Sur del Estadio de la Cerámica.



Fig. 34. Última remodelación del Estadio de la Cerámica.

4_ DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESTADIO DE LA CERÁMICA

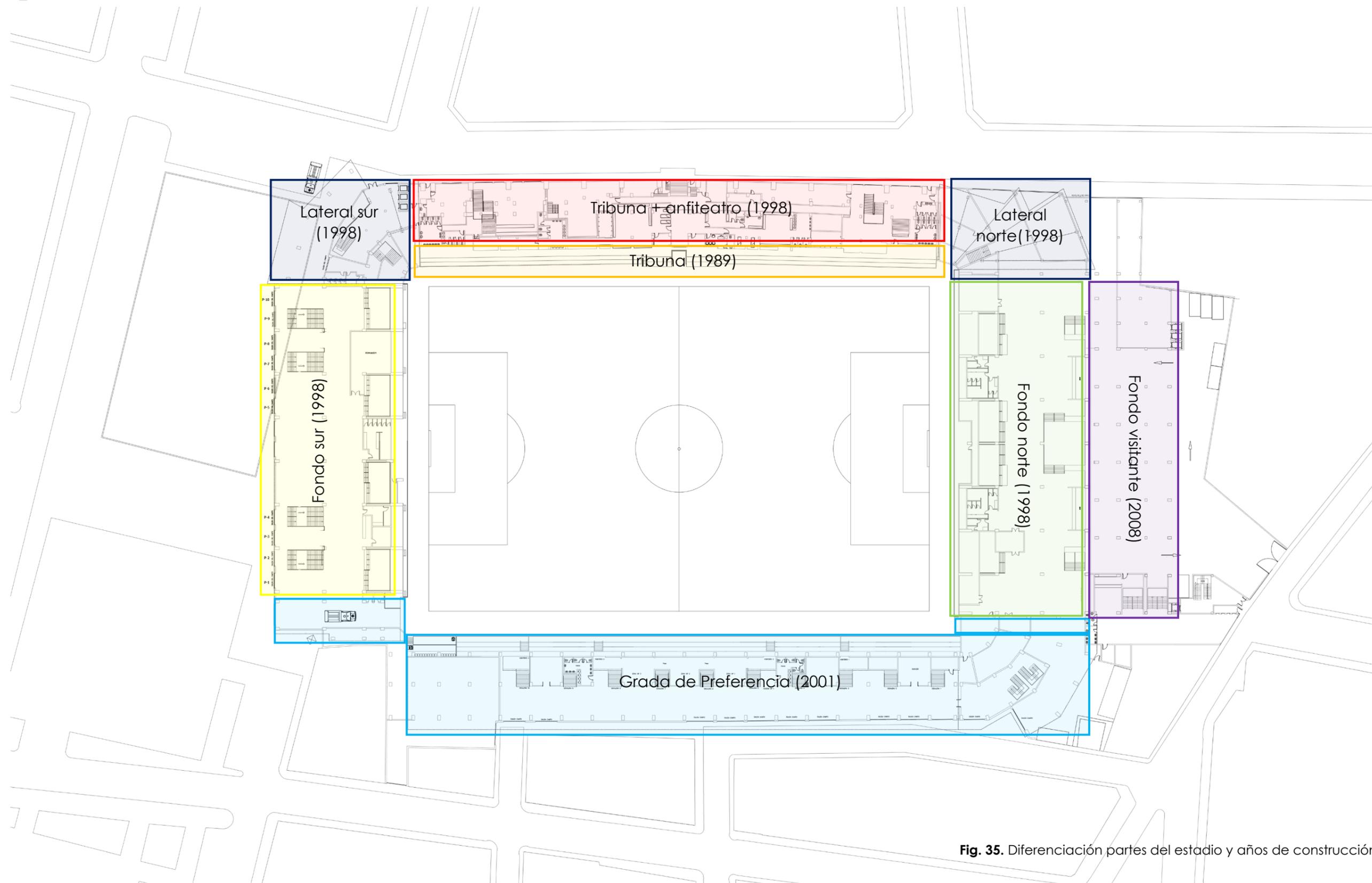


Fig. 35. Diferenciación partes del estadio y años de construcción.

4.1_ DESCRIPCIÓN TIPOLOGICA Y COMPOSITIVA

Adentrándonos más en el trabajo y como introducción al siguiente apartado, se realiza un estudio de la evolución tipológica y constructiva que se ha ido llevando a cabo a lo largo de los años en el Estadio de la Cerámica desde el año 1923 y con el hecho de que no se modificase la ubicación del campo desde sus inicios.

No obstante, no fue hasta los años 60 cuando se empezaron a realizar diferentes remodelaciones en el campo. En estos años se alcanzó el mayor número de aficionados hasta entonces, ya que se construyeron dos gradas. Una de ellas la vieja grada de tribuna cubierta, que contaría con asientos para los aficionados y la otra el Fondo norte, compuesta por cuatro filas para albergar a los aficionados, pero sin asientos. Ambas se construyeron con hormigón y elementos metálicos para la cubierta de tribuna.



Fig. 36. Fondo Norte en sus orígenes.



Fig. 37. Tribuna cubierta en los orígenes del campo.

Posteriormente en los años 70 se vio necesaria la ampliación del campo en la grada Sur, en la que tampoco existían asientos ni cubierta. Comparando esta circunstancia con la situación actual se aprecia una gran diferencia. Después de la construcción de estas tres gradas, el Madrigal podía albergar hasta 7.500 aficionados, el único inconveniente era la ubicación de los asientos, ya que solo se encontraban en la grada de tribuna.



Fig. 38. Grada sur años 70.



Fig. 39. Grada sur actual.

A medida que avanzaban los años se iba viendo necesaria una nueva remodelación del estadio. Por lo que, en los años 80, se procedió a construir una nueva grada de tribuna, que proporcionaría una mejor imagen y a la vez se asemejaría mayormente a la grada de tribuna actual, ya que se mantendrían los mismos pórticos hasta la actualidad y únicamente se añadirían vanos para darle más amplitud al estadio, a la

vez que se incrementaría la altura para aumentar el aforo de aficionados. Esta remodelación sería la que identificaríamos como **primera etapa** a la hora del análisis del campo actual, y acabaríamos distinguiendo un total de cinco etapas significativas, que se han llevado a cabo para obtener el resultado final del Estadio de la Cerámica.



Fig. 40. Tribuna años 80.



Fig. 41. Tribuna actual.

Años después, el estadio sufrió una pequeña ampliación de las gradas de fondo norte, dando lugar a un total de 10.000 localidades, de las cuales únicamente seguían teniendo asiento 2.200 localidades de tribuna, Y fue en 1996 cuando se empezó a llevar a cabo el proyecto de ampliación, que identificaríamos como la **segunda etapa** significativa. En esta época se llevaron a cabo grandes obras, en las que se derribó la grada sur para dar lugar a una grada mayor y más actual, así como se amplió la grada de tribuna y se realizó una nueva cubierta que sería la actual cubierta que nos encontramos hoy en día en el Estadio de la Cerámica, con alguna pequeña modificación. A parte de estos dos grandes cambios, también se realizó un gran avance en la grada de preferente, que pasaría a tener asientos y una pequeña marquesina encima de estos. Y por último, se mejoró también la grada norte del campo.



Fig. 42. Maqueta del nuevo proyecto 1998.



Fig. 43. Nueva grada preferente.



Fig. 44. Derribo grada Sur.



Fig. 45. Construcción de la nueva grada Sur.



Fig. 46. Ubicación de la nueva grada Sur.



Fig. 47. Ampliación tribuna.



Fig. 48. Campo del madrugal en 1998.

Tras esta segunda etapa, el estadio contaba con un total de 17.000 localidades, las cuales tendrían todas asiento. Y fue en 2001 cuando llegaría la **tercera etapa** significativa en el campo, en la que únicamente se intervino en la grada de Preferencia, situada enfrente de tribuna. Esta grada se amplió y se realizó una nueva marquesina, similar a la antigua, pero en el nuevo punto más alto. Por otra parte, se llevó a cabo la construcción del córner de preferencia con la grada norte. En cambio, después de visitar personalmente el estadio y de observar las fotos del proceso constructivo, se entiende que estas dos reformas se realizaron en una fase diferente, ya que observamos un ligero cambio en la conservación del hormigón utilizado (fig. 50).



Fig. 49. Obras ampliación grada de Preferencia.



Fig. 50. Encuentro córner norte con Preferencia.

Después de esta remodelación, se obtuvieron un total de 23.000 localidades, de las cuales se retirarían 1.300 para darle más amplitud al campo. En esta pequeña reforma se suprimieron 5 filas de la grada Sur, de la grada Norte y también de la grada de Preferencia. Sin embargo, en esta grada de Preferencia se llevó a cabo la construcción de 4 filas techadas bajo las actuales.



Fig. 51. Reforma de las cinco primeras filas de grada Norte.



Fig. 52. Nuevas filas techadas en la grada de Preferencia.

Posteriormente en 2008, destacamos la **cuarta etapa** significativa, en la que el proyecto de remodelación consistió en la ampliación del fondo norte con una grada supletoria que albergaría a los aficionados visitantes. Esta grada supletoria, interpretando los planos, se entiende que se levantaría desde cimientos, y en la cual se realizarían una continuación de los pórticos ya existentes, con unas nuevas cimentaciones para los pórticos nuevos, los cuales contarían con un total de cuatro pilares de gran esbeltez y de gran altura. Además, se realizaría un acabado diferente en el que ya no se apreciarían los pórticos vistos como años atrás. (fig. 54). También se llevó a cabo la construcción de una cubierta similar a la de tribuna, explicada en los siguientes apartados, para esta nueva grada.



Fig. 53. Obras de ampliación en la grada norte.



Fig. 54. Nueva fachada grada Norte.



Fig. 55. Comparativa grada Norte antes y después del 2008.

Por último, la **quinta etapa** en la que pasó a llamarse Estadio de la Cerámica se llevó a cabo en 2017 y fue la primera reforma en la que no se intervino en ninguna de las gradas, sino que tuvo un objetivo estético para darle mayor interés y una mejor imagen al estadio del Villarreal CF. En esta etapa se llevó a cabo, tanto la ampliación de la grada de tribuna y el revestimiento de su respectiva fachada, como el revestimiento de la fachada Sur y un nuevo proyecto de plaza de encuentro para los aficionados.

En primer lugar, se realizó una ampliación de la fachada de tribuna, dándole más amplitud a los espacios interiores. Esta fase se llevó a cabo mediante la superposición de unas vigas y pilares metálicos a los pórticos de hormigón existentes, que harían posible la ampliación. Sobre estos pilares y vigas se realizó un acabado de ladrillo, sobre el que se situarían los anclajes, para dar lugar a las placas de gres porcelánico que compondrían el acabado de la fachada. En cambio, en la fachada Sur se realizó una estructura metálica supletoria, anclada a los pórticos de hormigón, gracias a la cual, se podrían situar los anclajes que harían posible la colocación de las piezas de gres.



Fig. 56. Construcción de los pilares y vigas metálicas en la ampliación de tribuna



Fig. 57. Cimientos para pilares metálicos de la ampliación de tribuna.



Fig. 58. Colocación paneles de gres.

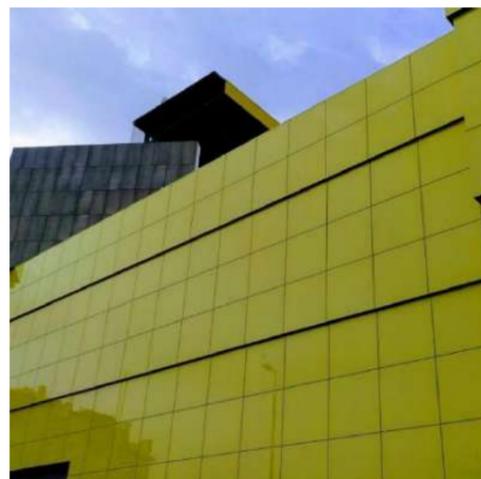


Fig. 59. Acabado final tribuna.

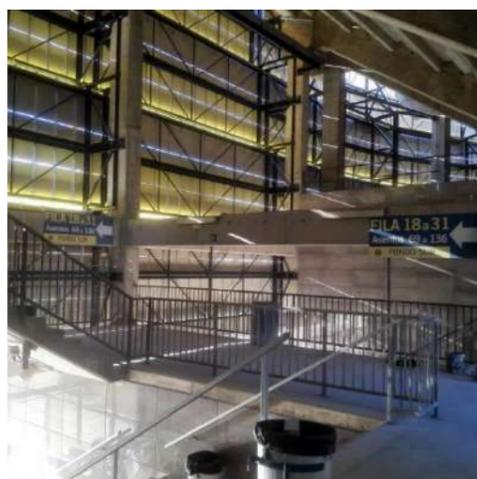


Fig. 60. Vista interior de la grada Sur.

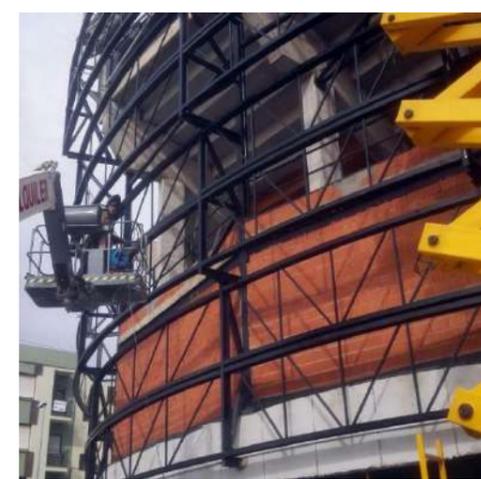


Fig. 61. Estructura metálica para la colocación de gres.



Fig. 62. Anclajes para el gres porcelánico.

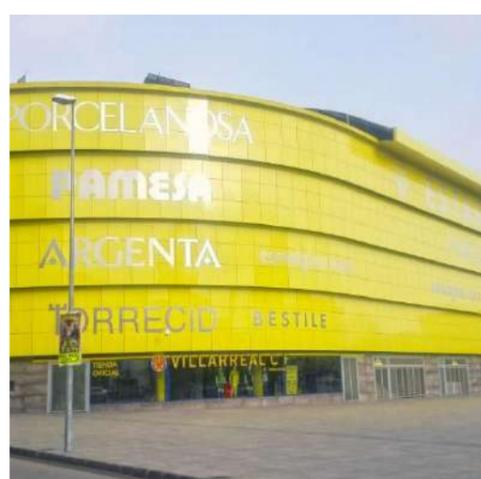


Fig. 63. Acabado final grada Sur.

4.1.1_ GRADA DE PREFERENCIA

La grada de referencia, situada en la parte contraria a tribuna, únicamente cuenta con una gran remodelación, en la que se intervino elevando la altura y dimensiones de esta grada. A diferencia de otras gradas del campo, como la grada Sur, que fueron derruidas para la construcción de la nueva grada, en la intervención de la grada de preferencia, se conservaron los pórticos existentes con sus respectivas cimentaciones y únicamente se dio más longitud a los pórticos, en el orden de dos vanos más, pudiendo así realizar una grada que se adecue a las demás gradas, ya reformadas.

Esta grada contaba con una pequeña marquesina, que al realizar la remodelación fue transportada a la nueva parte más alta. Pero a diferencia de las demás gradas, en las cuales se realizó una nueva cubierta, en esta se mantiene la misma (fig. 65).

Además, como se ha detallado anteriormente, se llevó a cabo una pequeña reforma en la que se vio necesaria una ampliación de las bandas y de los espacios de detrás de las porterías del terreno de juego, donde se retiraron alrededor de unas 5 filas en la grada de Preferencia, que posteriormente se realizaron unas 4 filas techadas bajo esta grada.

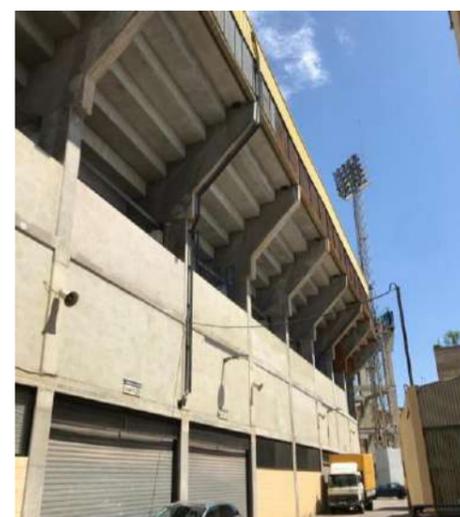


Fig. 64. Grada Preferente vista exterior.



Fig. 65. Comparación ambas marquesinas en grada Preferente.



Fig. 66. Comparación grada de Preferencia, antes y después.

4.1.2_ CUBIERTAS

En el Estadio de la Cerámica principalmente nos encontramos ante dos tipos diferentes de cubiertas, situado un tipo en dos de las gradas y el otro tipo en las dos gradas restantes. En primer lugar, y como cubierta más importante, encontramos una cubierta formada por una estructura metálica y un acabado de chapa, el cual es anclado a la celosía mediante una serie de perfiles metálicos que permiten las uniones. Este tipo de cubierta lo encontramos, tanto en la grada de tribuna como en la grada norte, cubriendo la ampliación realizada en 2008 para la afición visitante.

La construcción de la grada de tribuna fue realizada en 1989 y posteriormente, en 1998, se realizó la construcción de la cubierta destinada a esta grada. Para la construcción de la cubierta fue necesaria la construcción de una estructura que trabajase como un muro pantalla, capaz de soportar el gran vuelo de la estructura metálica de la cubierta. Esta estructura está compuesta de una serie de pilares, situados en la antigua fachada exterior de tribuna, con una separación de 7,80 metros entre pórticos. Estos pilares tienen 1,55 metros de ancho dado el gran peso que tienen que soportar y a parte para el equilibrio de la estructura metálica, los pilares sobresalen 3,50 metros por encima de la cubierta, para dar lugar a la colocación de una serie de tirantes anclados directamente con la celosía metálica (fig. 69). Además, existen dos tipos de tirantes, ya que posterior a la construcción de la cubierta, se realizó una ampliación de la misma en la parte central de esta, con la finalidad de cubrir los nuevos banquillos para los jugadores y técnicos, añadiendo así una nueva estructura de tirantes que se anclaría a la nueva estructura, ampliando así también la celosía metálica 4,50 metros en la parte central. En cuanto al proceso constructivo de esta cubierta, interpretando los diversos planos, se realizaría en un primer lugar la celosía metálica sobre la cual se dispondrían unos perfiles metálicos IPE 120, para que sea posible la colocación del acabado de chapa de acero.

En la grada norte, a causa de la ampliación realizada para los aficionados de los equipos visitantes, se cubrió con una cubierta de características similares a la de la grada de tribuna. En cambio, esta cubierta, de menores dimensiones, está situada bajo pilares metálicos, siendo la gran diferencia con la cubierta de tribuna. No obstante, las dos cubiertas están compuestas de celosías metálicas con el mismo acabado.

Por último, encontramos otro tipo diferente de cubierta que se encuentra situado tanto en la grada sur como en la grada preferente (fig. 71). Este tipo de cubierta se trata de una más sencilla y sin una alta componente estructural como en las cubiertas anteriores. Únicamente se trata de unas vigas metálicas curvas, sobre las que se superpone un perfil metálico IPE, para dar lugar a un acabo similar al de las otras gradas.



Fig. 67. Anclaje cubierta metálica a pilar.

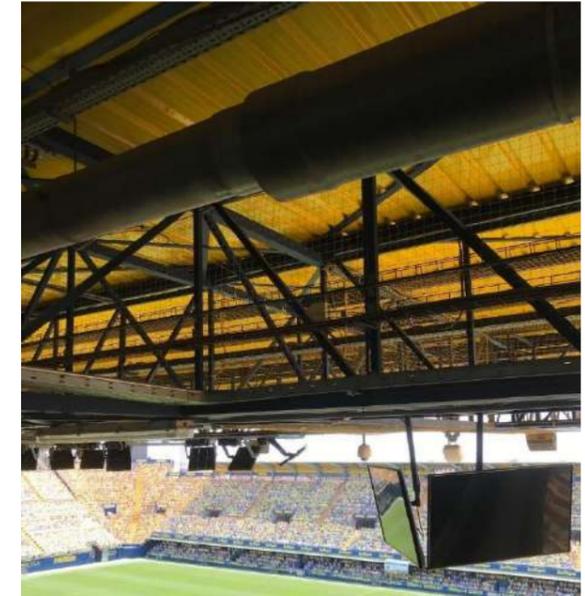


Fig. 68. Cubierta metálica.



Fig. 69. Tirantes articulados a pilar.



Fig. 70. Tirantes articulados celosía metálica.



Fig. 71. Cubierta grada Sur.

4.1.3_ GRADA DE TRIBUNA

En la grada de tribuna, grada más importante y llamativa del campo, haciendo un estudio de los planos del estadio y visitándola personalmente, podemos destacar tres etapas claras dentro de esta grada. En un primer lugar, encontramos la grada la cual estaría compuesta de una serie de pórticos de dos vanos, donde únicamente estarían situados los graderíos, posteriormente observamos la ampliación de dicho pórtico mediante la colocación de un pilar de gran sección (actuando como un muro pantalla), gracias al cual es posible la realización de la cubierta metálica, articulada a estos pilares mediante cables atirantados. Además de esta cubierta, también estaría articulada a este muro una serie de vigas metálicas de pequeña sección, que hacen posible la localización de 'Els Casals Gros' por encima del graderío existente de tribuna, y que estarían soldados en la parte superior gracias a unas pletinas de agarre (fig. 79).

Como tercera etapa, podemos observar la reforma que se llevó a cabo en 2017, en la cual el proyecto abarcó desde la ampliación del espacio interior de tribuna hasta el revestimiento de la grada de tribuna (fig. 72). Este proyecto cuenta con la ampliación de la parte de la tribuna, que generaría un espacio interior más amplio para los usuarios de esta grada, con unos 5000 m² más respecto a la antigua grada, además del espacio interior, también consigue generar un espacio más atractivo en planta baja (fig. 73), proporcionando un recorrido cubierto con una serie de pilares metálicos revestidos de pladur.

En cambio, la parte más llamativa de esta reforma es el revestimiento de gres porcelánico, realizando así una fachada ventilada tanto en la grada de tribuna como en la grada Sur, además también se realiza un revestimiento del mismo material en algunas partes interiores como sería en una de las escaleras de emergencia (fig. 78), implantada en la parte norte de tribuna. Esta escalera metálica también forma parte del nuevo proyecto proporcionando una mayor seguridad contra incendios en el interior del estadio ya que anteriormente solo existía una escalera de incendios en la parte sur de tribuna. Este revestimiento se lleva a cabo mediante una Cerámica extrafina prensada tipo SLIM de unas dimensiones de 1,20 x 1,20 metros. A pesar de la gran superficie ocupada por el revestimiento exterior, se consiguió llevar a cabo en menos tiempo que el revestimiento interior, el cual se desarrolló en 3 meses al contrario que el exterior que duró 2 meses.

Por último, en la grada de tribuna se lleva cabo una última reforma centrada en una reforma de los banquillos para los jugadores. El club se basa en los banquillos ingleses para esta reforma, dejando así dos filas consecutivas de asientos integrados en mayor parte en la grada, a diferencia de los antiguos banquillos los cuales formaban una única fila de asientos.



Fig. 72. Comparación exterior ampliación tribuna.



Fig. 73. Ampliación tribuna en planta baja.



Fig. 74. Colocación paneles gres porcelánico.



Fig. 75. Fachada antigua tribuna.

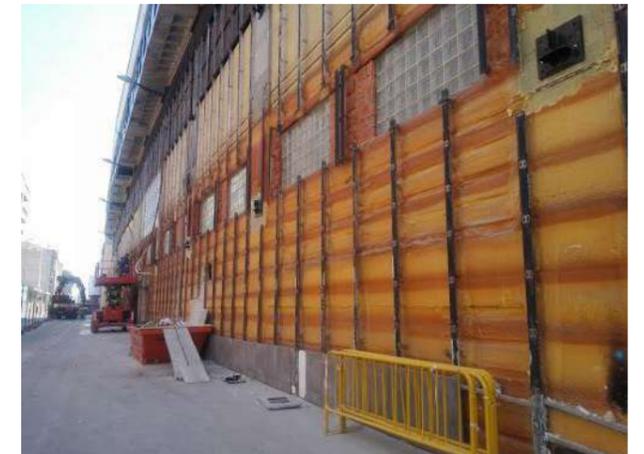


Fig. 76. Comienzo obras tribuna.



Fig. 77. Pasillo ampliación interior tribuna.



Fig. 78. Nueva escalera de emergencia revestida de gres.



Fig. 79. Anclaje superior Casals grocs tribuna.



Fig. 80. Anclaje inferior Casals grocs tribuna.

Como se ha expuesto anteriormente de las diferentes etapas sobre la grada de tribuna, en la siguiente sección de la grada (fig. 81) podemos observar las dos primeras etapas, en la parte de la izquierda de la sección se aprecia una serie de pilares diferentes a los de la parte derecha, los cuales constituirían la gran pantalla comentada anteriormente y un pilar situado a la izquierda de este que permitiría la colocación de las seis gradas de anfiteatro, que se ampliaron en la segunda etapa de esta grada.

Por otra parte, en esta sección también se puede apreciar la unión de 'Els Casals Grocs' al gran pilar situado en la parte derecha de la sección, así como la unión de la cubierta plana a este gran pilar. También se puede apreciar la reforma realizada en la cubierta en la que, como se ha comentado, se añadió una pequeña parte de

celosía metálica, para así poder cubrir la nueva reforma de los banquillos de estilo inglés.

En cambio, en esta sección únicamente observamos las dos primeras etapas de esta grada, destacando las escaleras de la parte derecha, que darían acceso a los diferentes palcos del estadio, quedándose vistas al exterior. A esta sección faltaría por añadir la última y gran reforma de la grada, en la que se ampliarían los espacios interiores de la grada (fig. 77) y dejando un nuevo revestimiento a la fachada exterior del campo.

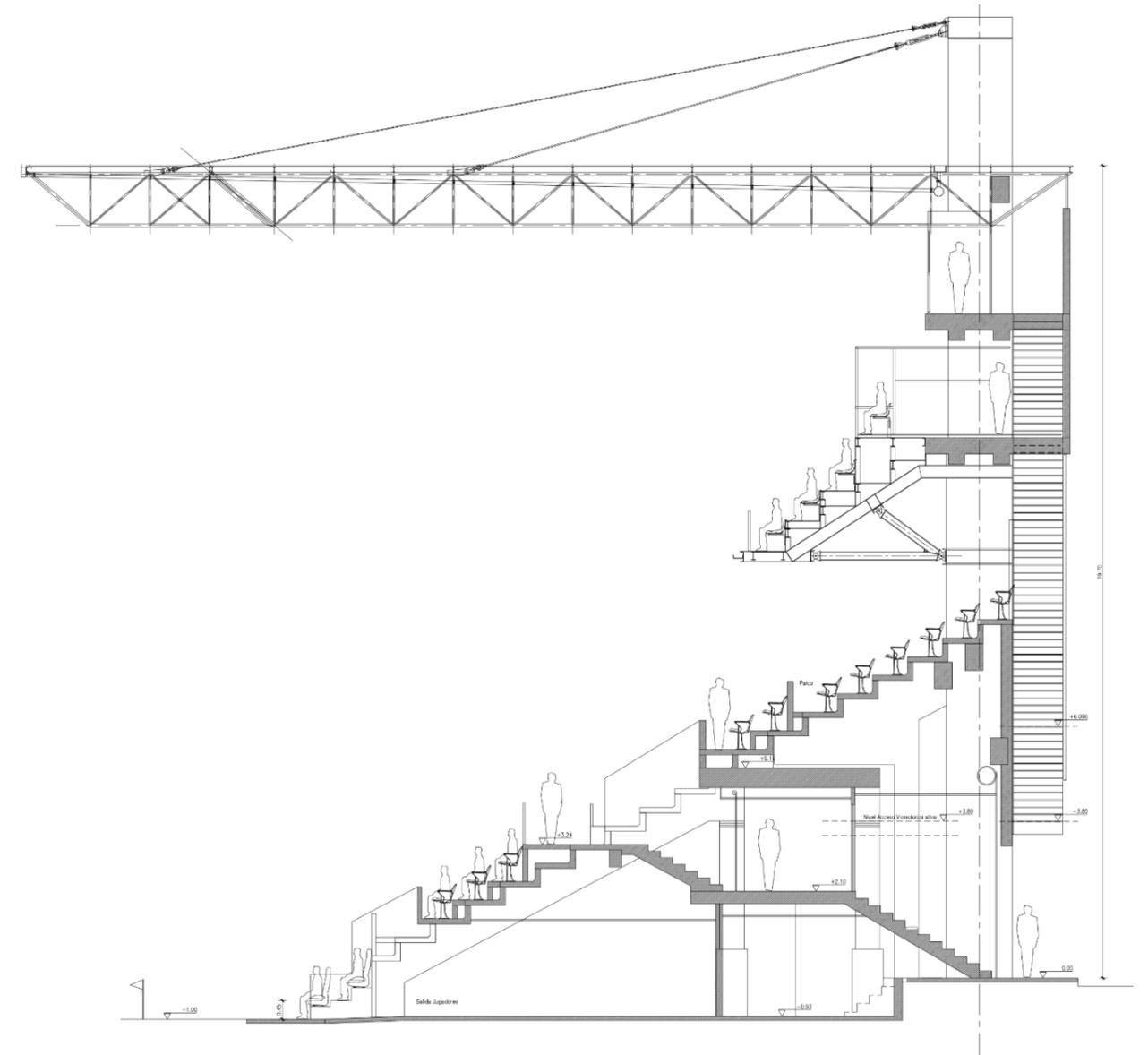


Fig. 81. Sección tribuna por túnel de vestuarios.

4.1.4_ GRADA NORTE

La grada norte, como anteriormente se ha explicado, fue la última de las gradas que sufrió una ampliación, en la cual se realizó una ampliación, incrementándose alrededor de 2.000 localidades más. Existiendo ya una grada, la intervención de la nueva grada consistió en unificar ambas, a la vez de crear espacios interiores más amplios y de mayor interés, como un gran aparcamiento de vehículos en la parte norte, así como, mayor número de aseos y puestos de comida.

Esta nueva grada construida en 2008 consta de una serie de pórticos de 7,80 metros de separación entre ellos, a diferencia de los 9,00 metros de separación que tenían los antiguos pórticos. Esta nueva separación se vio reducida a causa de la gran altura que tenían que soportar de la nueva grada. Como podemos observar en la fig. 80, tendríamos los ejes de pórticos rojos, los cuales hacen referencia a la nueva ampliación, y los ejes de pórticos azules, que hacen referencia al sistema de pórticos ya existente. Observando así esta misma diferencia de ejes en la sección actual de la grada norte (fig. 83).

Además de la elevación de esta grada norte, esta remodelación hizo posible la ubicación de los conocidos como 'Casals Blaus', los que estarían situados como una continuación de la grada existente y techados por la elevación de la grada. El primer y segundo pilar serían los que sustentarían esta ampliación de la grada y el segundo, tercero y cuarto sustentarían a su vez la elevación de la grada norte. En la sección (fig. 83) podemos observar la gran proximidad entre pórticos existentes y nuevos, en los que se interpretaría la unificación de ambos proyectos a través de la cimentación. De esta forma, se genera una nueva recogida de aguas pluviales y residuales, mediante la cual se realizaría un sistema único de bajante que llevaría hasta la arqueta, situada en la parte de la cimentación, a través de la que se transportarían las aguas hasta la red general.

También cabe destacar un nuevo sistema implantado por primera vez en el estadio, mediante el cual, la nueva cubierta estaría sustentada mediante pilares metálicos para generar una estructura más ligera. Como anteriormente se ha explicado, sobre estos pilares metálicos se situaría la celosía metálica, sobre la que irían los perfiles metálicos para el agarre del acabado de la chapa de acero. Por otra parte se realiza una pantalla de vidrio de seguridad, que estaría sujeta al suelo gracias a una pequeña estructura metálica y que proporcionaría mayor seguridad al resto de aficionados asistentes al Estadio.

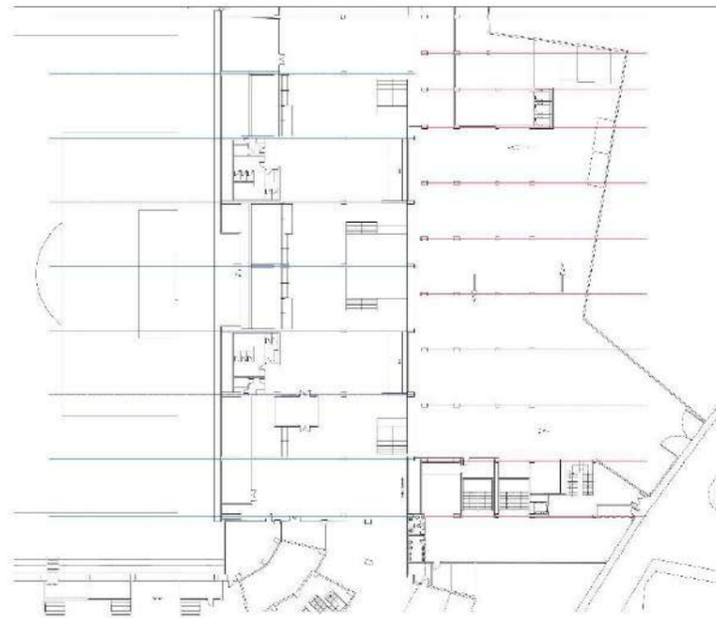


Fig. 82. Detalle planta baja grada Norte

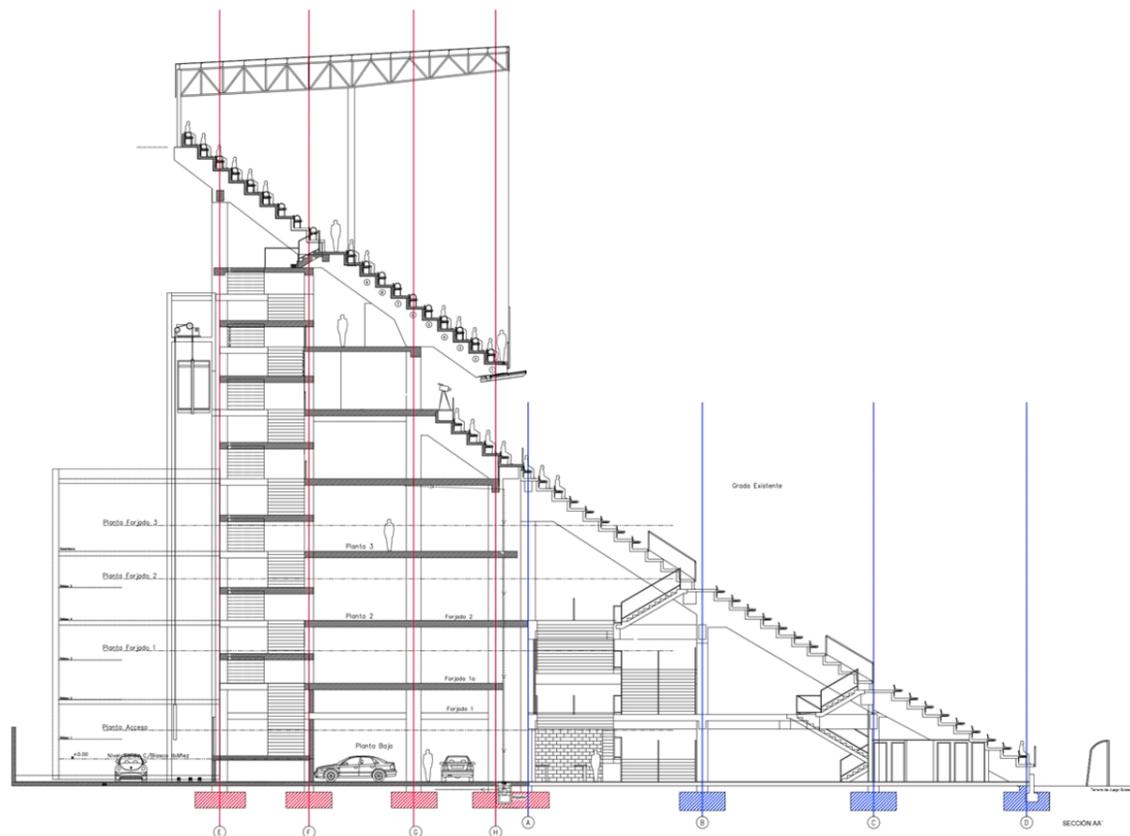


Fig. 83. Sección grada Norte.



Fig. 84. Grada visitante vista desde el terreno de juego.



Fig. 85. Grada visitante vista desde el interior.



Fig. 86. Grada visitante vista desde grada Preferente.



Fig. 87. Obras grada visitante y nuevos palcos fondo norte.

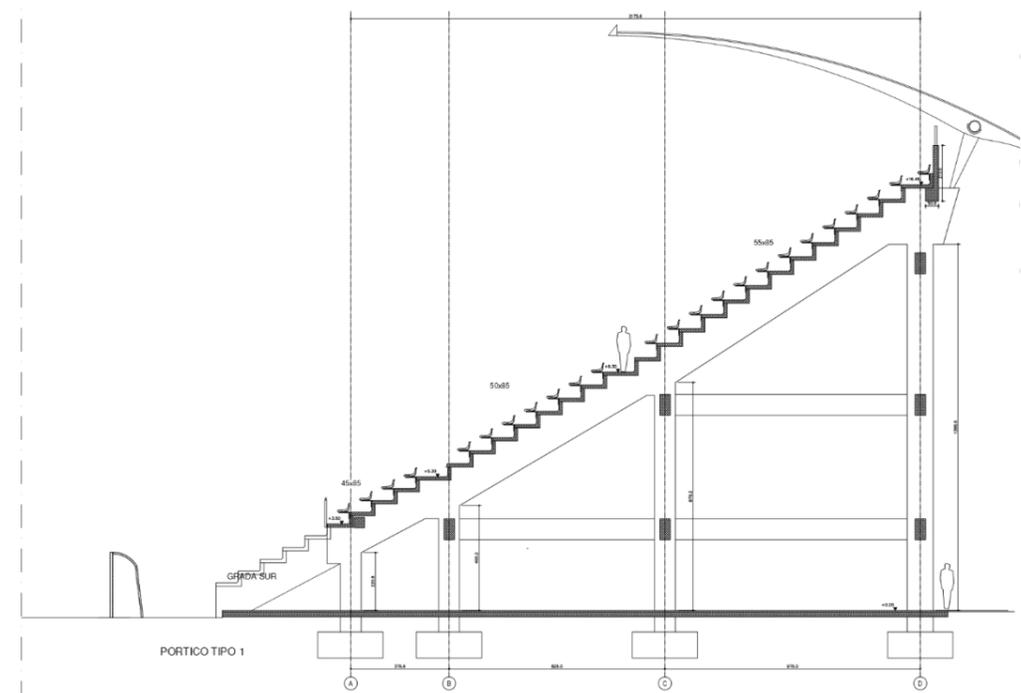
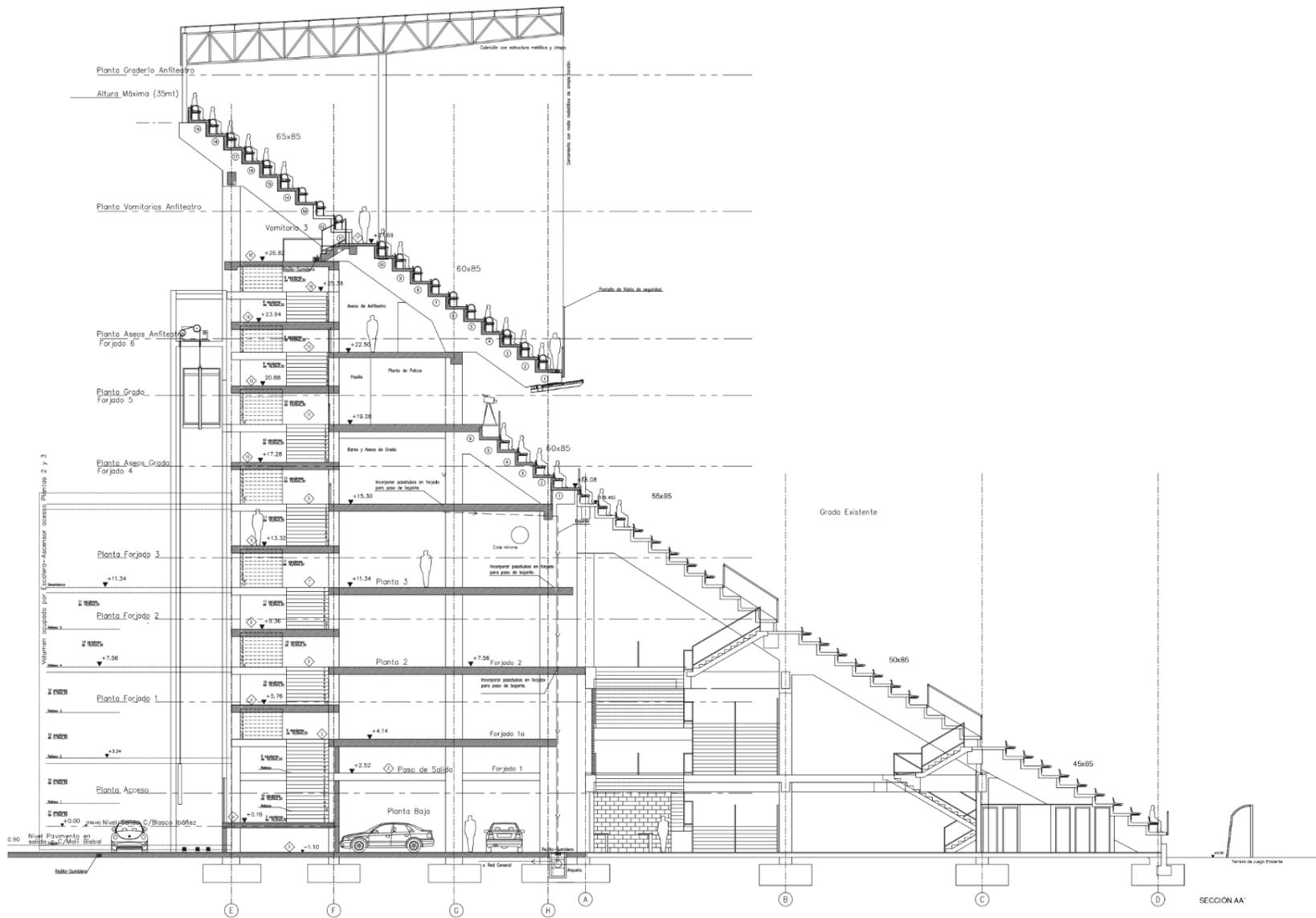


Fig. 88. Sección longitudinal norte-sur.

5_ ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA PÓRTICO TIPO

Este primer apartado relacionado con el estudio y cálculo de la estructura se ha llevado a cabo sobre el cálculo de uno de los pórticos tipo, el cual está situado en la parte derecha de la grada de Preferencia. Este esquema de pórticos es uno de los más comunes del estadio que se va repitiendo alrededor de todo el estadio.

Más adelante se realizará un estudio más avanzado de otro pòrtico correspondiente a una remodelación posterior a la que va a ser calculada en el pòrtico tipo.

5.1_ EVALUACIÓN DE CARGAS

Según el Documento Básico de Seguridad Estructural en la Edificación del Código Técnico, para cumplir con los requisitos de seguridad estructural debemos determinar las acciones que intervienen en nuestros edificios, estas acciones según el Código Técnico de la Edificación son:

- Acciones Permanentes: peso propio de los elementos estructurales, los cerramientos, la tabiquería, pavimentación, carpinterías, revestimientos y equipos fijos.
- Acciones Variables: sobrecarga de uso, el viento, acciones térmicas, acciones reológicas y la nieve.
- Acciones Accidentales: sismo, incendio, impacto.

(Ministerio de Vivienda 2009).

Para el cálculo que realizaremos de nuestra estructura plana, sólo tendremos en cuenta las acciones permanentes y las acciones variables de sobrecarga de uso, nieve y viento.

Vamos a considerar que existen las juntas adecuadas que nos permiten evitar la determinación de acciones térmicas y reológicas. Además, en el término municipal de Vila-real no es necesaria la consideración de acciones sísmicas.

CARGAS PERMANENTES (Vigas interiores)

Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos

Elemento	Peso
Forjados	kN / m ²
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m, grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
Cerramientos y particiones (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	kN / m
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
Solados (incluyendo material de agarre)	kN / m ²
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plástón; grueso total < 0,08 m	1,0
Piñones de piedra, o pedregalado; grueso total < 0,15 m	1,5
Cubierta, sobre forjado (peso en proyección horizontal)	kN / m ²
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5
Rellenos	kN / m ³
Agua en aljibes o piscinas	10
Terreno, como en jardineras, incluyendo material de drenaje ⁽¹⁾	20

⁽¹⁾ El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

Fig. 90. Leyenda cargas permanentes.

Para el cálculo de las cargas permanentes del proyecto que se encuentran en las partes interiores del pòrtico, se han tenido en cuenta el DBSE-AE, pues la carga de peso propio del forjado se estimará en 4 kN/m², la tabiquería en 5 kN/m (considerando así la situación de tabicón sobre el pòrtico a calcular) y el solado en 1 kN/m².

- Planta 0 y 1 → Ámbito de carga: 7 m

1 kN/m² (solado)

5 kN/m (tabiquería)

4 kN/m² (peso propio forjado)

(4 kN/m² x 7 m) + (1 kN/m² x 7) + 5 kN/m = **40 kN/ml**

CARGAS PERMANENTES (Vigas inclinada grada)

Para el cálculo de las cargas permanentes del proyecto que se encuentran en las vigas inclinadas que forman las gradas, se han tenido en cuenta el DBSE-AE, pues la carga de peso propio del forjado se estimará en 4 kN/m² y el solado en 1 kN/m².

- Grada planta 0 y 1 → Ámbito de carga: 7 m

1 kN/m² (solado)

4 kN/m² (peso propio forjado)

(4 kN/m² x 7 m) + (1 kN/m² x 7) = **35 kN/ml**

CARGAS VARIABLES

Las cargas variables que afectan a el p rtico son la sobrecarga de uso, la carga de nieve y la carga de viento (Ministerio de Vivienda 2009).

• SOBRECARGA DE USO

Para la sobrecarga de uso se utilizan los datos de acuerdo con el CTE en el DBSE-AE (Ministerio de Vivienda 2009).

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Fig. 91. Leyenda valores sobrecarga de uso CTE.

- Planta 0 y 1 Grada planta 0 y 1 → Ámbito de carga: 7 m

5 kN/m² (C5- Zona de aglomeración)

5 kN/m² x 7 m = **35 kN/m**

• SOBRECARGA DE NIEVE

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	S _k kN/m ²	Capital	Altitud m	S _k kN/m ²	Capital	Altitud m	S _k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	790	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas-	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	tiari/Donostia	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Segovia	10	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Sevilla	1.090	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Soria	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tarragona	0	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Tenerife	950	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Tenuei	550	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Toledo	0	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valencia/València	690	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4	Valladolid	520	0,4
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Maiorca	0	0,2	Vitoria / Gasteiz	650	0,7
Garona / Girona	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zamora	210	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Zaragoza	0	0,2
						Ceuta y Melilla	0	0,2

Fig. 92. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas.

Para Vila-real, Castellón obtenemos un valor: S_k = 0,2

Por tanto, la carga de nieve por unidad de superficie es: q_n = 1 x 0,2 = 0,2 kN/m²

0,2 kN/m² x 7 m = **1,4 kN/m**

• SOBRECARGA DE VIENTO

Para la sobre carga de viento se estudiará la hipótesis más perjudicial que puede afectar a nuestra sección, y teniendo en cuenta que las cargas deben de estar en el plano de la sección, ya que estamos estudiando una estructura plana, por tanto para calcular la sobrecarga de viento se calcula la formula marcada en el CTE (Ministerio de Vivienda 2009):

$$Q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

Donde:

- Q_e**: es la fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática
- q_b**: presión dinámica del viento. Se puede adoptar como valor en cualquier punto del territorio español, **0,5 kN/m²**.
- c_e**: coeficiente de exposición, es variable con la altura del punto considerado. Al ser la altura de 18 m obtenemos un valor de **c_e = 2,2**

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e.

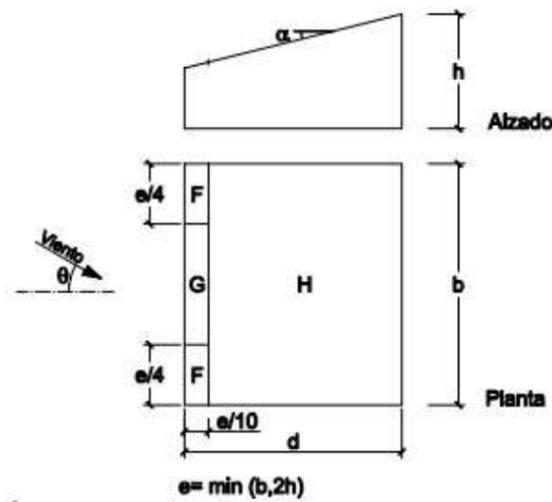
Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia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

Fig. 93. Leyenda valores del coeficiente de exposición.

- c_p**: coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie

Tabla D.5 Cubiertas a un agua.

a) Dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$		
		F	G	H
5°	≥ 10	-1,7 +0,0	-1,2 +0,0	-0,6 +0,0
	≤ 1	-2,5 +0,0	-2,0 +0,0	-1,2 +0,0
15°	≥ 10	-0,9 0,2	-0,8 0,2	-0,3 0,2
	≤ 1	-2,0 0,2	-1,5 0,2	-0,3 0,2
30°	≥ 10	-0,5 0,7	-0,5 0,7	-0,2 0,4
	≤ 1	-1,5 0,7	-1,5 0,7	-0,2 0,4
45°	≥ 10	-0,0 0,7	-0,0 0,7	-0,0 0,6
	≤ 1	-0,0 0,7	-0,0 0,7	-0,0 0,6
60°	≥ 10	0,7	0,7	0,7
	≤ 1	0,7	0,7	0,7
75°	≥ 10	0,8	0,8	0,8
	≤ 1	0,8	0,8	0,8

Fig. 94. Valores coeficiente eólico o de presión.

SOBRECARGA DE VIENTO DE LAS GRADAS DE PLANTA BAJA Y PLANTA PRIMERA

- Grada planta baja

Inclinación $27^\circ \longrightarrow$ Ámbito del pórtico = 7 metros

Valor de presión $C_p = -0,22$

Valor de succión $C_p = 0,36$

Presión $Q_e = 0,5 \times 2,2 \times (-0,22) = -0,242 \text{ kN/m}^2$

$-0,242 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = -1,694 \text{ kN/m}$

Succión $Q_e = 0,5 \times 2,2 \times 0,36 = 0,396 \text{ kN/m}^2$

$0,396 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = 2,772 \text{ kN/m}$

- Grada planta primera

Inclinación $36^\circ \longrightarrow$ Ámbito del pórtico = 7 metros

Valor de presión $C_p = -0,16$

Valor de succión $C_p = 0,48$

Presión $Q_e = 0,5 \times 2,2 \times (-0,16) = -0,176 \text{ kN/m}^2$

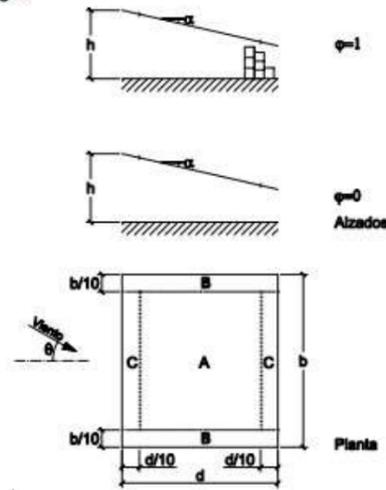
$-0,176 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = -1,232 \text{ kN/m}$

Succión $Q_e = 0,5 \times 2,2 \times 0,48 = 0,528 \text{ kN/m}^2$

$0,528 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = 3,696 \text{ kN/m}$

En cambio, observando otros tipos de estudio de sobrecarga de viento destacamos el siguiente, el cual al estudiar una cubierta que no esté cerrada es más similar a lo que sería una grada de un estadio de fútbol. Por lo que se realizarán ambos estudios y se compararán los diversos resultados. Además, en este nuevo estudio únicamente se tendrán en cuenta las zonas A y C, ya que nuestro estudio trata de un pórtico intermedio de la grada.

Tabla D.10 Marquesinas a un agua



Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Coeficientes de presión exterior $C_{p,10}$		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Fig. 95. leyenda coeficientes de presión exterior.

- Grada planta baja

Inclinación 27° → Ámbito del pórtico = 7 metros (interpolación de valores)

- Valores de presión de la zona A $c_p = -2,76$
- Valores de succión de la zona A $c_p = 2,08$
- Valores de presión de la zona C $c_p = -3,36$
- Valores de succión de la zona C $c_p = 2,34$

- Presión zona A $Q_e = 0,5 \times 2,2 \times (-2,76) = -3,036 \text{ kN/m}^2$
 $-3,036 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = \mathbf{-21,252 \text{ kN/m}}$
- Succión zona A $Q_e = 0,5 \times 2,2 \times (2,08) = 2,288 \text{ kN/m}^2$
 $2,288 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = \mathbf{16,016 \text{ kN/m}}$
- Presión zona C $Q_e = 0,5 \times 2,2 \times (-3,36) = -3,696 \text{ kN/m}^2$
 $-3,696 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = \mathbf{-25,872 \text{ kN/m}}$
- Succión zona C $Q_e = 0,5 \times 2,2 \times (2,34) = 2,574 \text{ kN/m}^2$
 $2,574 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = \mathbf{18,018 \text{ kN/m}}$

- Grada planta primera

Inclinación 36° → Ámbito del pórtico = 7 metros

- Valores de presión de la zona A $c_p = -3,48$
- Valores de succión de la zona A $c_p = 2,44$
- Valores de presión de la zona C $c_p = -4,08$
- Valores de succión de la zona C $c_p = 2,52$

- Presión zona A $Q_e = 0,5 \times 2,2 \times (-3,48) = -3,828 \text{ kN/m}^2$
 $-3,828 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = \mathbf{-26,796 \text{ kN/m}}$
- Succión zona A $Q_e = 0,5 \times 2,2 \times (2,44) = 2,684 \text{ kN/m}^2$
 $2,684 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = \mathbf{18,788 \text{ kN/m}}$
- Presión zona C $Q_e = 0,5 \times 2,2 \times (-4,08) = -4,488 \text{ kN/m}^2$
 $-4,488 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = \mathbf{-31,416 \text{ kN/m}}$
- Succión zona C $Q_e = 0,5 \times 2,2 \times (2,52) = 2,772 \text{ kN/m}^2$
 $2,772 \text{ kN/m}^2 \times 7 \text{ m} = \mathbf{19,404 \text{ kN/m}}$

Observando los diferentes resultados comprobamos que en esta última comprobación, se obtienen valores más desfavorables, por lo que la comprobación estructural se realizará con estos últimos valores. Ya que aparte de ser más desfavorables el prototipo de una marquesina a un agua se asemeja más a nuestro proyecto.

5.2_ RESUMEN DE CARGAS

Una vez realizada la evaluación de todas las cargas que afectan al pórtico, agruparíamos todas las cargas en la sección a calcular para pasar dicha sección por el programa de cálculo (Architrave) y obtener los diferentes diagramas de esfuerzos.

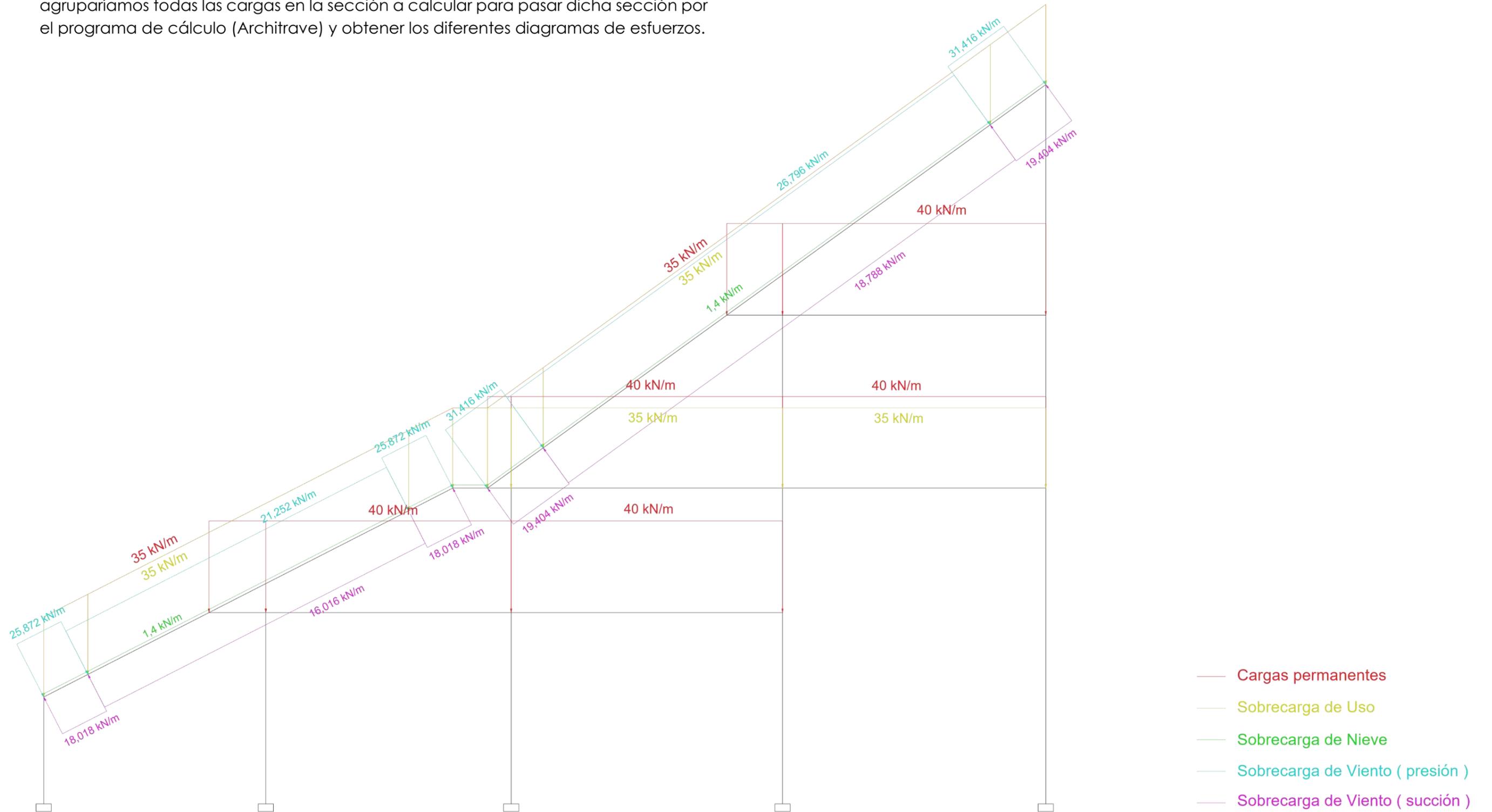


Fig. 96. Resumen de cargas que afectan a la sección tipo.

5.3_ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

Combinación ELU 01: Carga variable principal: Carga de Uso (H2).

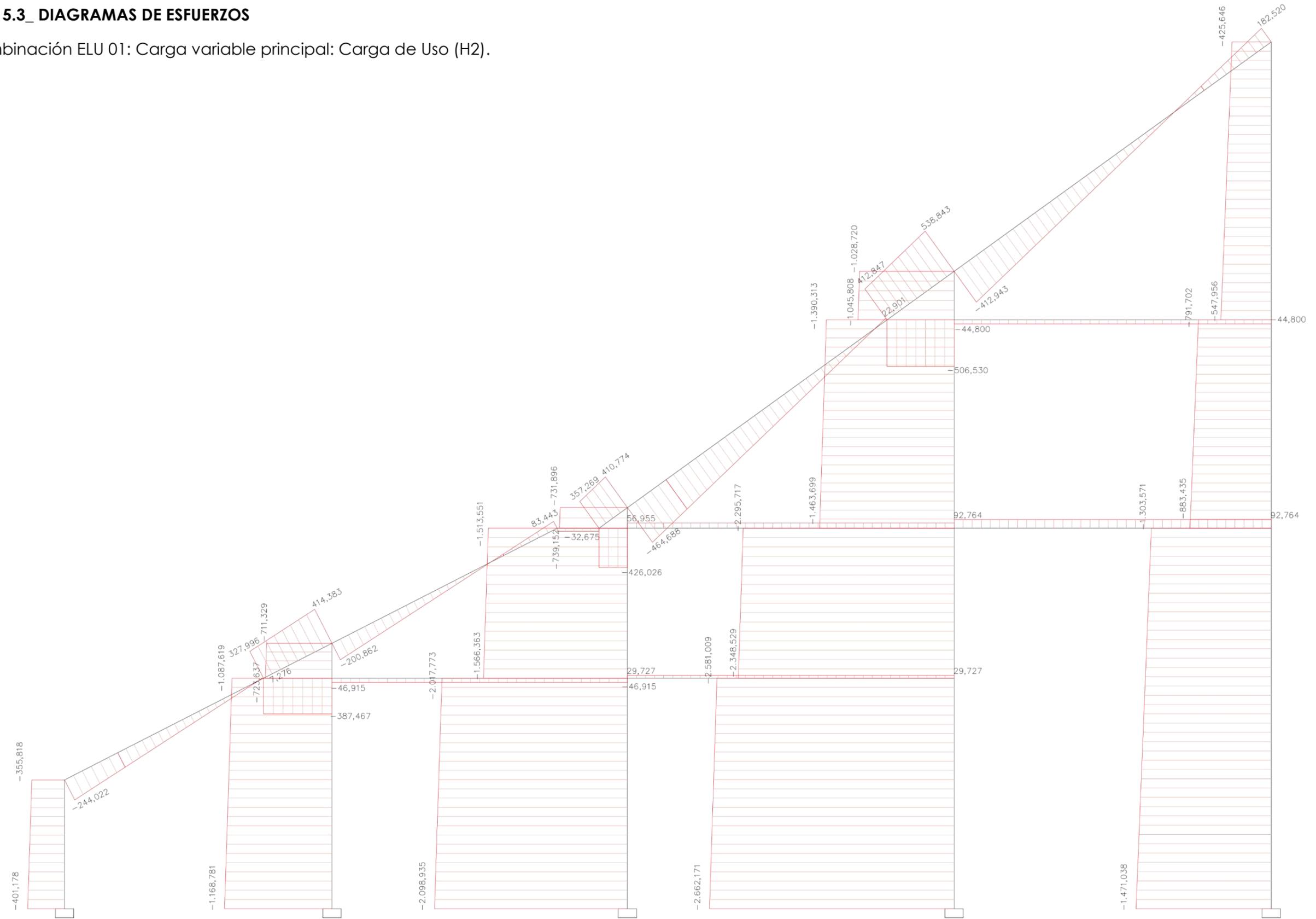


Fig. 97. Diagrama de Axiles ELU 01.

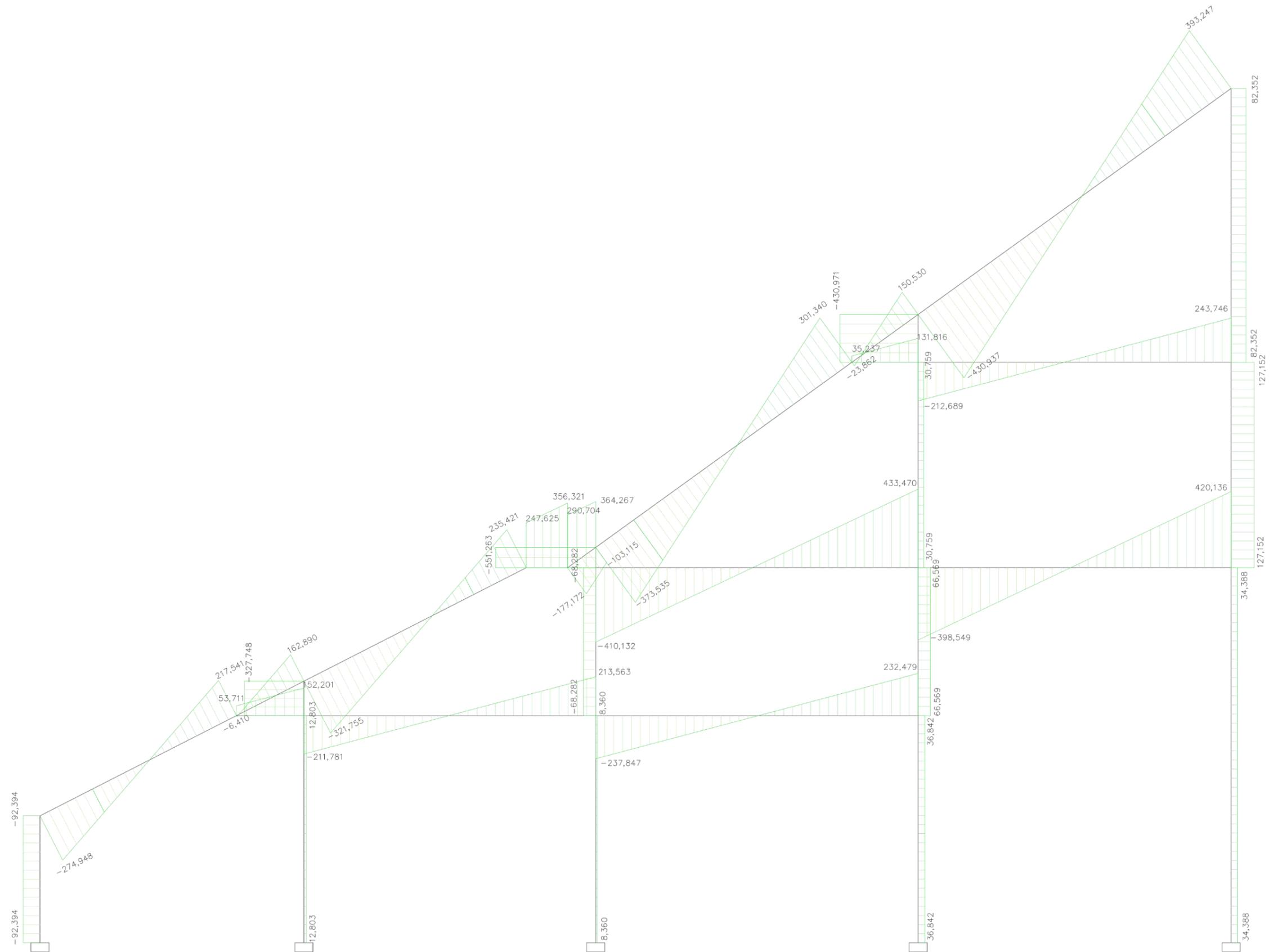


Fig. 98. Diagrama de Cortantes ELU 01.

Combinación ELU 03 a: Carga variable principal: Carga de **Viento de Presión** (H4).

A continuación, se van a distinguir dos combinaciones en las cuales en primer lugar estará activado la hipótesis del viento de presión y posteriormente se activará el viento de succión para así poder comprobar la diferenciación entre ambos diagramas.

Se ha procedido a realizarlo de este modo y no del habitual, que sería realizando la combinación ELU 03 en primer lugar y la combinación ELU 04 en segundo lugar, debido a la aparición de fallos en el programa al colocar el viento de succión en H5.

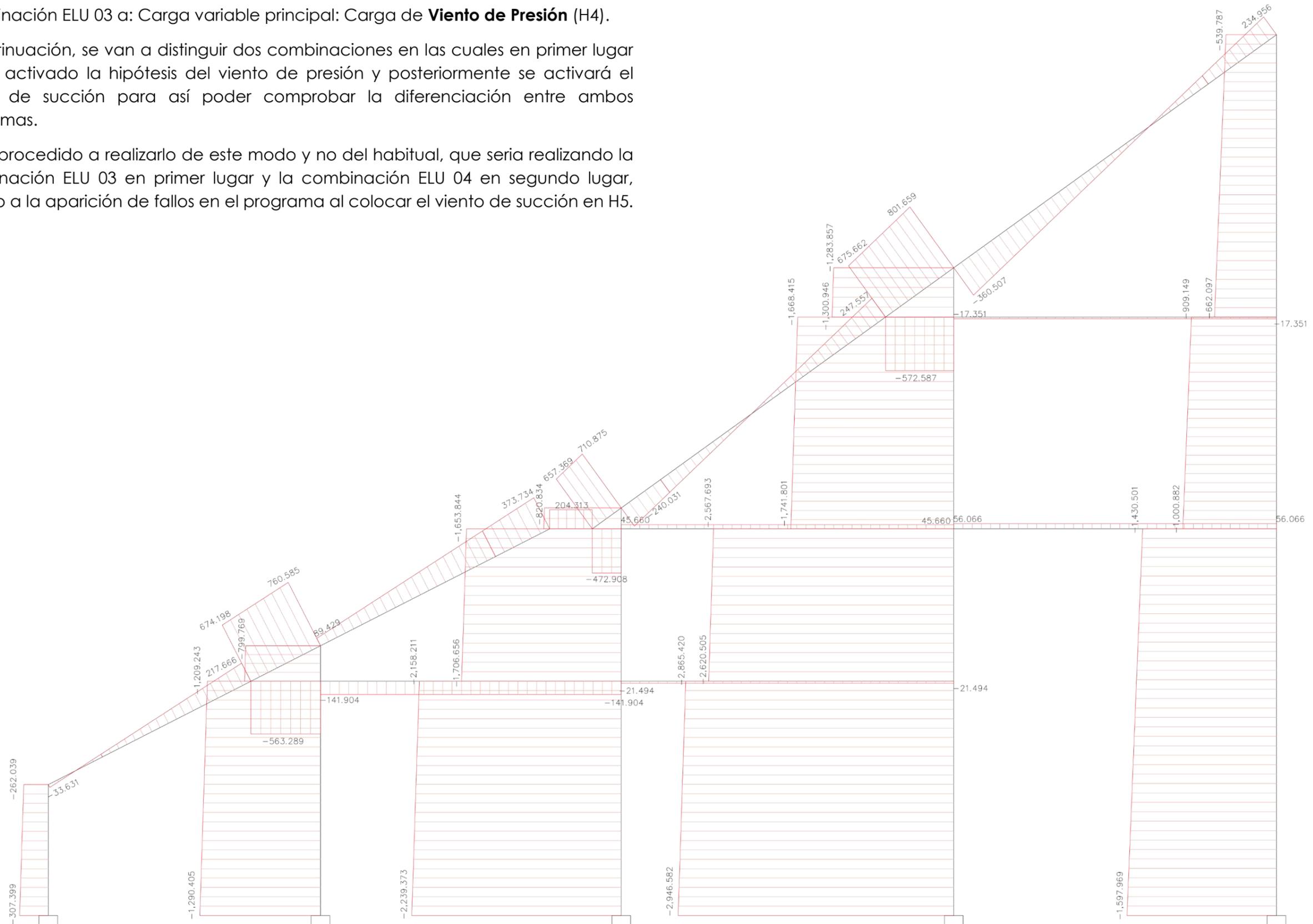


Fig. 100. Diagrama de Axiles ELU 03 a (Viento presión).

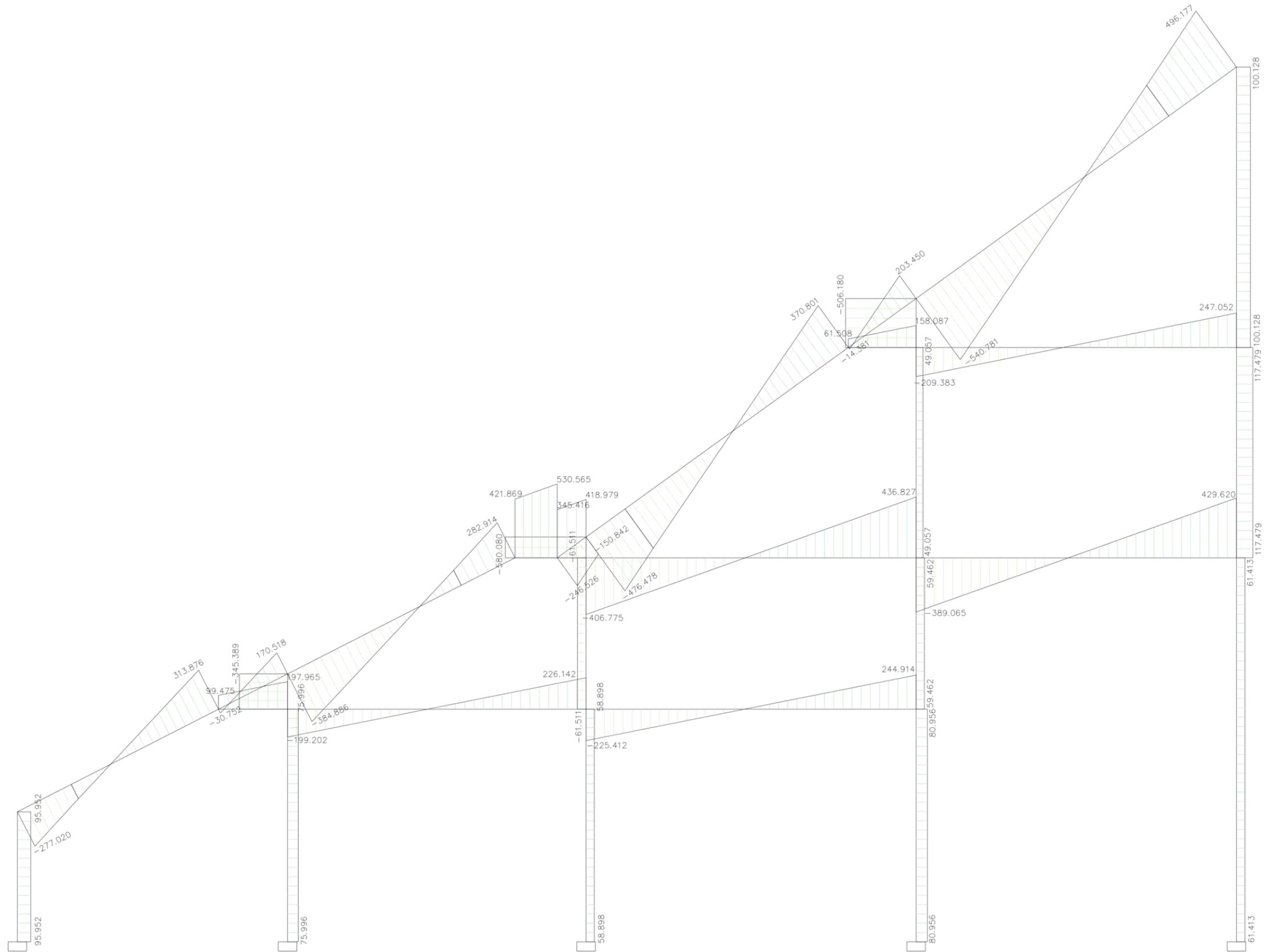


Fig. 101. Diagrama de Cortantes ELU 03 a (Viento presión).

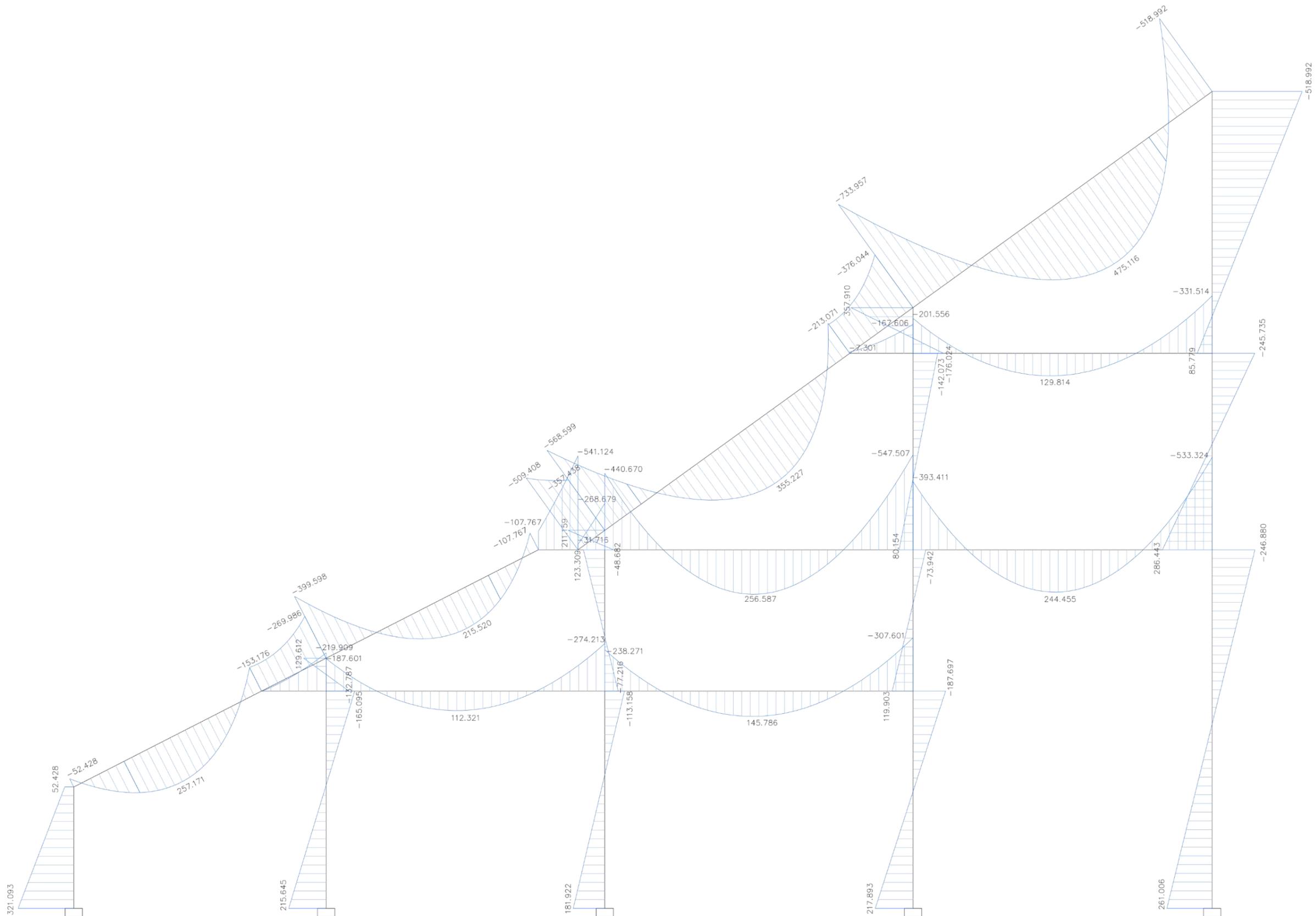


Fig. 102. Diagrama de Flectores ELU 03 a (Viento presión).

Combinación ELU 03 b: Carga variable principal: Carga de **Viento de Succión**(H4).

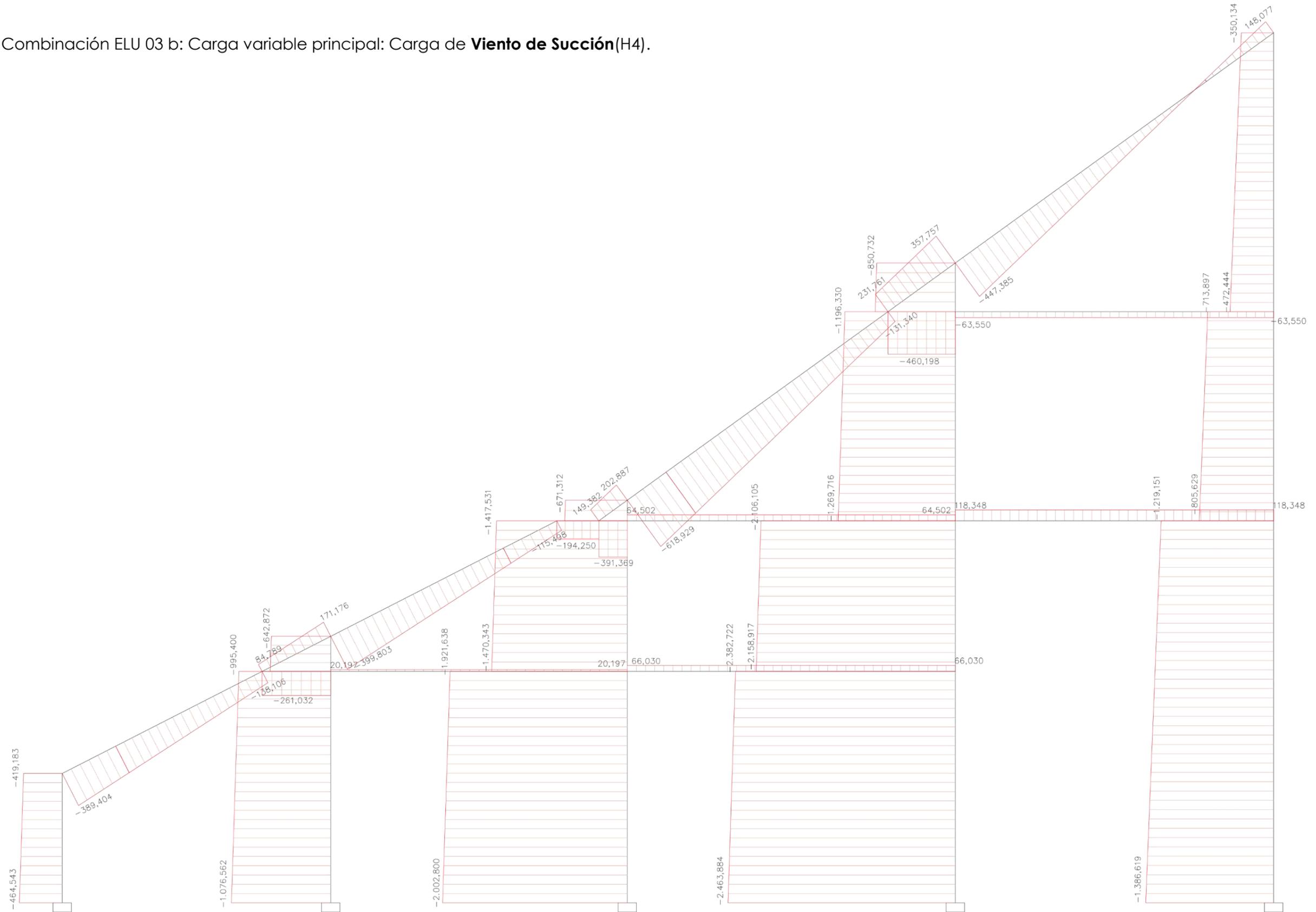


Fig. 103. Diagrama de Axiles ELU 03 b (Viento succión).

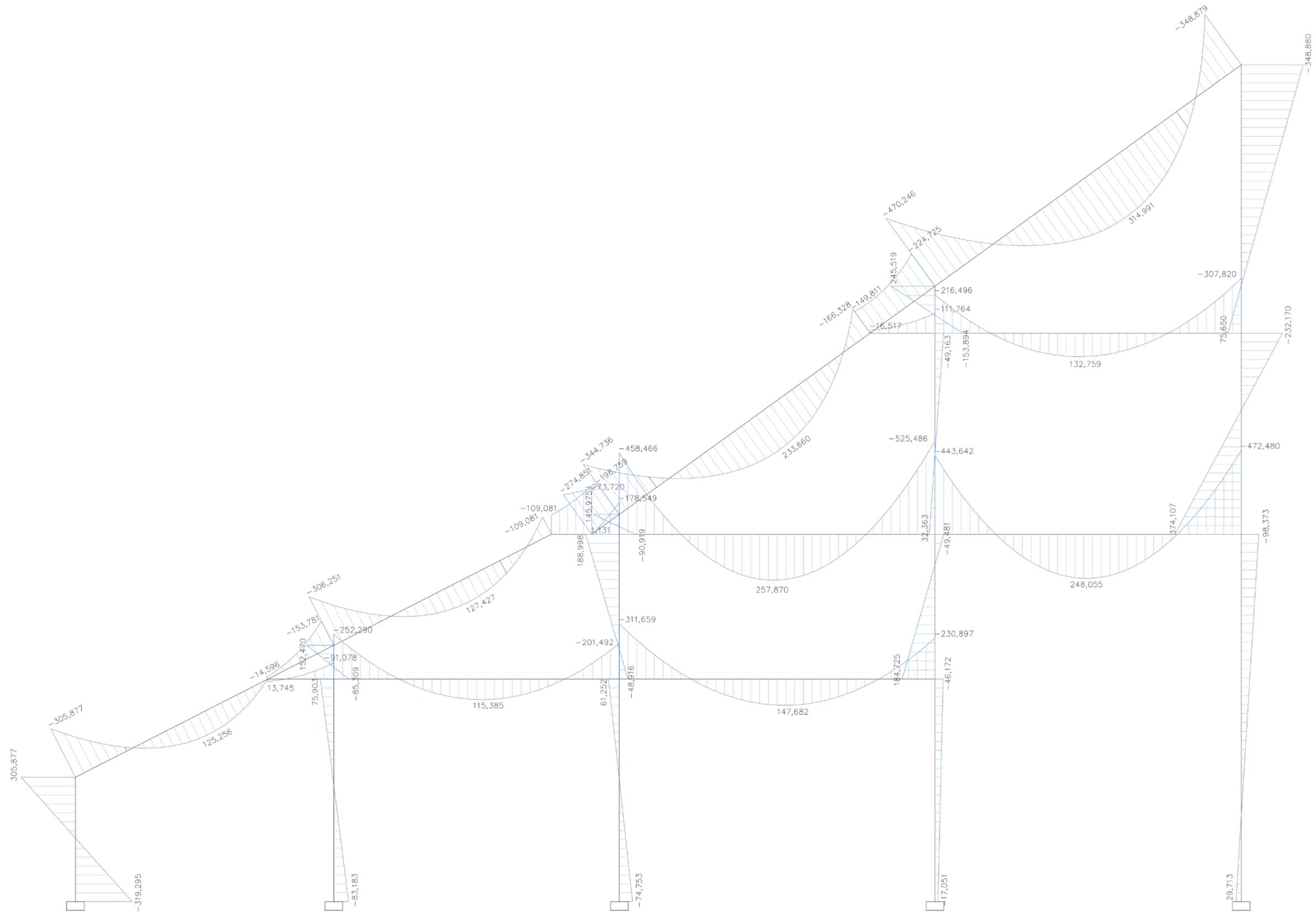


Fig. 105. Diagrama de Flectores ELU 03 b (Viento succión).

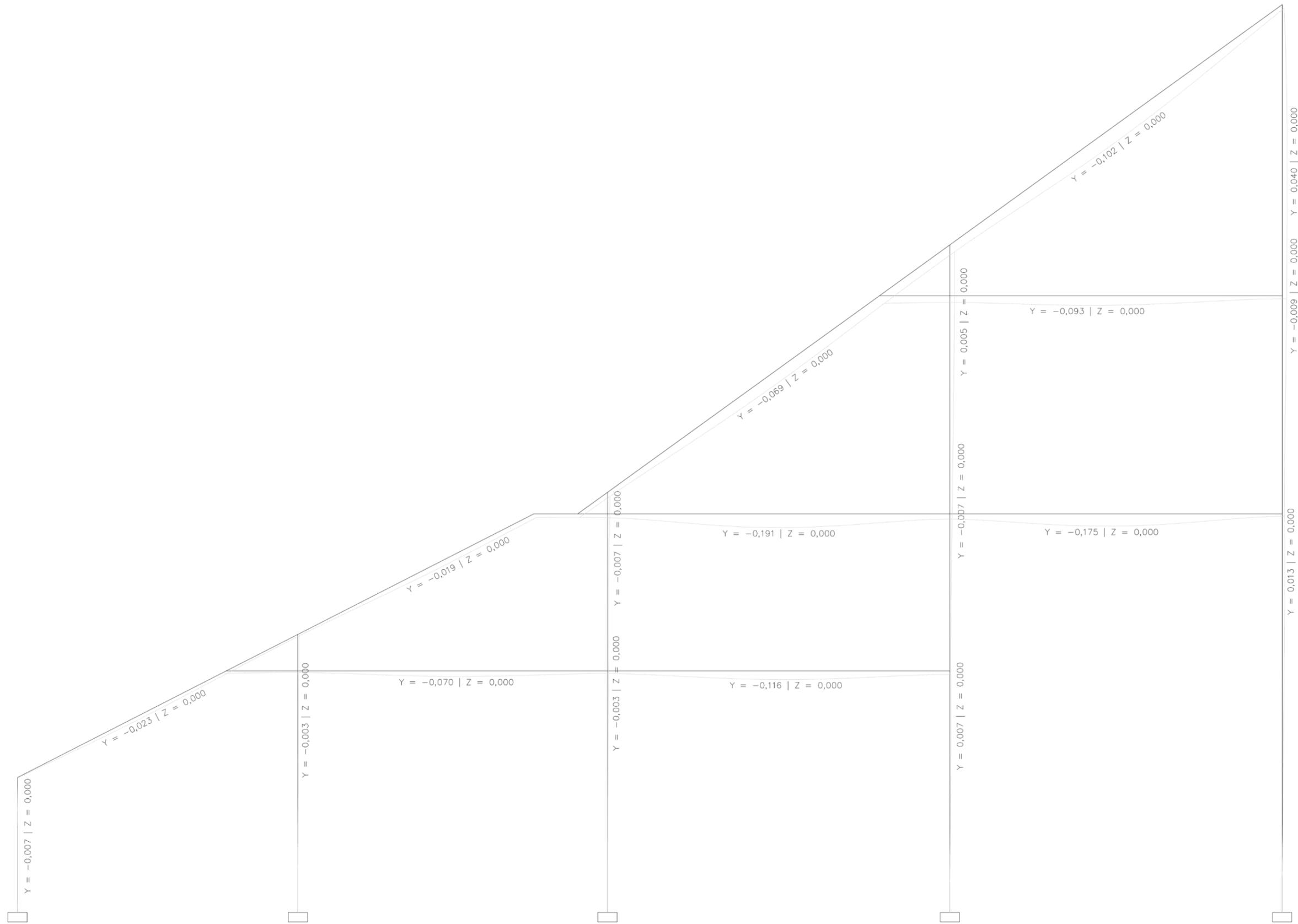


Fig. 106. Deformada ELS 01.

6_ ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA PORTICO AMPLIACIÓN TRIBUNA

Posteriormente al cálculo realizado del pórtico más general existente en el Estadio de la Cerámica, y a la vista de las diferentes remodelaciones del campo, se procede a realizar el cálculo de la ampliación de la grada de tribuna en la que se implantó una serie de pórticos los cuales dan lugar a la sustentación de la cubierta y además de las 6 nuevas filas que se añadieron a la grada de tribuna

Como podemos observar en la planta del estadio (fig. 35) en la zona de tribuna existen dos pórticos alineados. Se realizará el estudio de los exteriores, más modernos, correspondientes a la remodelación en la se incluyeron los Casals Grocs y la nueva cubierta, y que cuenta con un ámbito de carga de 7,80 metros.

6.1_ EVALUACIÓN DE CARGAS

Según el Documento Básico de Seguridad Estructural en la Edificación del Código Técnico, para cumplir con los requisitos de seguridad estructural debemos determinar las acciones que intervienen en nuestros edificios, estas acciones según el Código Técnico de la Edificación son:

- Acciones Permanentes: peso propio de los elementos estructurales, los cerramientos, la tabiquería, pavimentación, carpinterías, revestimientos y equipos fijos.
- Acciones Variables: sobrecarga de uso, el viento, acciones térmicas, acciones reológicas y la nieve.
- Acciones Accidentales: sismo, incendio, impacto.

(Ministerio de Vivienda 2009).

Para el cálculo que realizaremos de nuestra estructura plana sólo tendremos en cuenta las acciones permanentes y las acciones variables de sobrecarga de uso, nieve y viento.

Vamos a considerar que existen las juntas adecuadas que nos permiten evitar la determinación de acciones térmicas y reológicas. Además, en el término municipal de Vila-real no es necesaria la consideración de acciones sísmicas

CARGAS PERMANENTES (Vigas inclinada grada)

Para el cálculo de las cargas permanentes del proyecto que se encuentran en la viga inclinada que forma la grada se han tenido en cuenta el DBSE-AE, pues la carga de peso propio del forjado se estimará en 4 KN/m² y el solado en 1 KN/m².

- Grada → Ámbito de carga: 7'80 m

1 kN/m² (solado)

4 kN/m² (peso propio forjado)

$$(4 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m}) + (1 \text{ kN/m}^2 \times 7'80) = 39 \text{ kN/ml}$$

CARGAS PERMANENTES (cubierta)

- Cargas puntuales (perfiles IPE 120)

Las fuerzas puntuales debido a los respectivos perfiles IPE 120 situados perpendicularmente a la sección a estudiar son → Peso IPE 120 = 0,104 kN/m x ámbito de carga = 7,80 m. Fuerza puntual = **0,81 kN/ml**

- Carga puntual (chapa de acero acabado)

Chapa de acero = 1kN/m x ámbito de carga = 7,80m x distancia entre barras = 1,45m = **11.31 kN/ml** (5,655 kN/ml en ambos extremos de cubierta).

En cuanto a la carga correspondiente al peso propio de la celosía de acero se obtendría de la siguiente forma. Área de las secciones de acero = 0,08 x 0,08 = 0,0064 m² x peso del acero (78,5 kN/m³) = 0,50 kN/m. De todos modos, en los cálculos no se tendría en cuenta esta fuerza ya que el programa de cálculo proyecta directamente la fuerza correspondiente al peso propio.

Tabla C.1 Peso específico aparente de materiales de construcción

Materiales y elementos	Peso específico aparente kN/m ³	Materiales y elementos	Peso específico aparente kN/m ³
Materiales de albañilería		Madera	
Arenisca	21,0 a 27,0	Aserrada, tipos C14 a C40	3,5 a 5,0
Basalto	27,0 a 31,0	Laminada encolada	3,7 a 4,4
Calizas compactas, mármoles	28,0	Tablero contrachapado	5,0
Diorita, gneis	30,0	Tablero cartón gris	8,0
Granito	27,0 a 30,0	Aglomerado con cemento	12,0
Sienita, diorita, pórfido	28,0	Tablero de fibras	8,0 a 10,0
Terracota compacta	21,0 a 27,0	Tablero ligero	4,0
Fábricas		Metales	
Bloque hueco de cemento	13,0 a 16,0	Acero	77,0 a 78,5
Bloque hueco de yeso	10,0	Aluminio	27,0
Ladrillo cerámico macizo	18,0	Bronce	83,0 a 85,0
Ladrillo cerámico perforado	15,0	Cobre	87,0 a 89,0
Ladrillo cerámico hueco	12,0	Estaño	74,0
Ladrillo silicocalcáreo	20,0	Hierro colado	71,0 a 72,5
Mampostería con mortero		Hierro forjado	76,0
de arenisca	24,0	Latón	83,0 a 85,0
de basalto	27,0	Plomo	112,0 a 114,0
de caliza compacta	26,0	Zinc	71,0 a 72,0
de granito	26,0	Plásticos y orgánicos	
Sillería		Caucho en plancha	17,0
de arenisca	26,0	Lámina acrílica	12,0
de arenisca o caliza porosas	24,0	Linóleo en plancha	12,0
de basalto	30,0	Mástico en plancha	21,0
de caliza compacta o mármol	28,0	Poliestireno expandido	0,3
de granito	28,0	Otros	
Hormigones y morteros		Adobe	16,0
Hormigón ligero	9,0 a 20,0	Asfalto	24,0
Hormigón normal ⁽¹⁾	24,0	Baldosa cerámica	18,0
Hormigón pesado	> 28,0	Baldosa de gres	19,0
Mortero de cemento	19,0 a 23,0	Papel	11,0
Mortero de yeso	12,0 a 28,0	Pizarra	29,0
Mortero de cemento y cal	18,0 a 20,0	Vidrio	25,0
Mortero de cal	12,0 a 18,0		

⁽¹⁾ En hormigón armado con armados usuales o fresco aumenta 1 kN/m³

Fig. 107. Leyenda Peso específico aparente de materiales de construcción.

CARGAS PERMANENTES (grada inclinada 'Casals Grocs')

- Cargas puntuales (perfiles IPE 200)

Las fuerzas puntuales debido a los respectivos perfiles IPE 200 situados perpendicularmente a la sección a estudiar son \longrightarrow Peso IPE 200 = 0,224 kN/m x ámbito de carga = 7,80 m. Fuerza puntual = 1,7472 kN/ml x 2 perfiles = **3,50 kN/ml**

- Cargas puntuales (vidrio Casals Grocs)

Peso vidrio 8 mm = 20 kn/m³ x espesor de sección = 0,008 m = 0,16 kN/m² x altura del vidrio = 2,20 m x ámbito de carga = 7,80 m **2,7456 kN/ml**

- Cargas puntuales (vidrio terminación grada)

Peso vidrio 8 mm = 20 kn/m³ x espesor de sección = 0,008 m = 0,16 kN/m² x altura del vidrio = 1,00 m x ámbito de carga = 7,80 m **1,248 kN/ml**

CARGAS VARIABLES

Las cargas variables que afectan a el pórtico son la sobre carga de uso, la carga de nieve y la carga de viento (Ministerio de Vivienda 2009).

- **SOBRECARGA DE USO (gradas)**

Para la sobrecarga de uso se utilizan los datos de acuerdo con el CTE en el DBSE-AE (Ministerio de Vivienda 2009).

Al igual que en caso del pórtico anterior nos encontramos en la zona C5- zona de aglomeraciones por lo tanto el valor de la sobrecarga de uso son 5 kN/m².

5 kN/m² x 7'80 m (ámbito de carga) = **39 kN/m**

- **SOBRECARGA DE USO (cubierta)**

1 kN/m² (G1- Con inclinación inferior a 20°)

1 kN/m² x 7,80 m = **7,80 kN/m**

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ^{(4),(6)}	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
				0	2

Fig. 108. Leyenda valores sobrecarga de uso CTE.

- **SOBRECARGA DE NIEVE**

En cuanto a la sobrecarga de nieve obtendríamos el mismo valor de referencia que el calculado anteriormente, multiplicándolo en este caso por el nuevo ámbito de 7,80 metros.

Para Vila-real, Castellón obtenemos un valor: $S_k = 0,2$

Por tanto, la carga de nieve por unidad de superficie es: $q_n = 1 \times 0,2 = 0,2 \text{ kN/m}^2$

$0,2 \text{ kN/m}^2 \times 7'8 \text{ m} = \mathbf{1,56 \text{ kN/m}}$

- **SOBRECARGA DE VIENTO**

Para la sobre carga de viento se estudiará la hipótesis más perjudicial que puede afectar a nuestra sección, y teniendo en cuenta que las cargas deben de estar en el plano de la sección ya que estamos estudiando una estructura plana, por tanto para calcular la sobrecarga de viento se calcula la formula marcada en el CTE (Ministerio de Vivienda 2009):

$$Q_e = q_b \times C_e \times C_p$$

Donde:

- Q_e : es la fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática

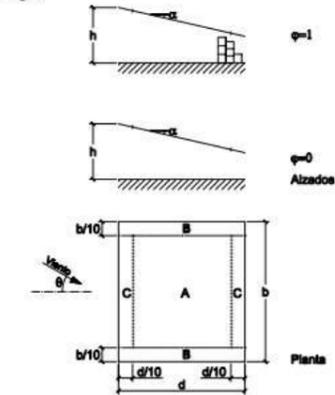
- q_b : presión dinámica del viento. Se puede adoptar como valor en cualquier punto del territorio español, **0,5 kN/m²**.
- c_e : coeficiente de exposición, es variable con la altura del punto considerado. Al ser la altura de 24 m obtenemos un valor de $c_e = 2,4$ (cubierta). En la grada de anfiteatro obtenemos un valor de $c_e = 1,7$, ya que la altura máxima es de 9 m. Y por último en los 'Casals Grocs' obtenemos un valor de $c_e = 2,0$, ya que la altura máxima es de 13 m.
- c_p : coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e .

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

Fig. 109. Leyenda valores del coeficiente de exposición.

Tabla D.10 Marquesinas a un agua



Pendiente de la cubierta α		Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción ϕ	Coeficientes de presión exterior $c_{p,10}$		
				Zona (según figura)		
			A	B	C	
0°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	0,5	1,8	1,1	
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4	
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2	
5°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	0,8	2,1	1,3	
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8	
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5	
10°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	1,2	2,4	1,6	
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1	
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7	
15°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	1,4	2,7	1,8	
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5	
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0	
20°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	1,7	2,9	2,1	
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9	
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0	
25°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	2,0	3,1	2,3	
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2	
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8	
30°	Abajo	$0 \leq \phi \leq 1$	2,2	3,2	2,4	
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6	
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7	

Fig. 110. leyenda coeficientes de presión exterior.

- SOBRECARGA DE VIENTO DE LA GRADA DE TRIBUNA (grada anfiteatro)

Inclinación 27° → Ámbito del pórtico = 7'80 metros

Valores de presión de la zona A $c_p = -2,76$

Valores de succión de la zona A $c_p = 2,08$

Valores de presión de la zona C $c_p = -3,36$

Valores de succión de la zona C $c_p = 2,34$

Presión zona A $Q_e = 0,5 \times 1,7 \times (-2,76) = -2,346 \text{ kN/m}^2$

$-2,346 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m} = -18,30 \text{ kN/m}$

Succión zona A $Q_e = 0,5 \times 1,7 \times (2,08) = 1,768 \text{ kN/m}^2$

$1,768 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m} = \mathbf{13,79 \text{ kN/m}}$
 Presión zona C $Q_e = 0,5 \times 1,7 \times (-3,36) = -2,856 \text{ kN/m}^2$
 $-2,856 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m} = \mathbf{-22,277 \text{ kN/m}}$
 Succión zona C $Q_e = 0,5 \times 1,7 \times (2,34) = 1,989 \text{ kN/m}^2$
 $1,989 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m} = \mathbf{15,514 \text{ kN/m}}$

- SOBRECARGA DE VIENTO DE LA GRADA DE TRIBUNA (grada 'Casals gros')

Inclinación $33^\circ \longrightarrow$ Ámbito del pórtico = 7'80 metros

Valores de presión de la zona A $c_p = -3,24$

Valores de succión de la zona A $c_p = 2,32$

Valores de presión de la zona C $c_p = -3,84$

Valores de succión de la zona C $c_p = 2,46$

Presión zona A $Q_e = 0,5 \times 2,0 \times (-3,24) = -3,24 \text{ kN/m}^2$
 $-3,24 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m} = \mathbf{-25,272 \text{ kN/m}}$

Succión zona A $Q_e = 0,5 \times 2,0 \times (2,32) = 2,32 \text{ kN/m}^2$
 $2,32 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m} = \mathbf{18,096 \text{ kN/m}}$

Presión zona C $Q_e = 0,5 \times 2,0 \times (-3,84) = -3,84 \text{ kN/m}^2$
 $-3,84 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m} = \mathbf{-29,952 \text{ kN/m}}$

Succión zona C $Q_e = 0,5 \times 2,0 \times (2,46) = 2,46 \text{ kN/m}^2$
 $2,46 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m} = \mathbf{19,188 \text{ kN/m}}$

- SOBRECARGA DE VIENTO DE LA CUBIERTA

Ámbito del pórtico = 7,80 metros

Valores de presión de la zona G $c_p = -1,2$

Valores de presión de la zona H $c_p = -0,7$

Valores de presión de la zona I $c_p = -0,2$

Valores de succión de la zona I $c_p = 0,2$

Presión zona G $Q_e = 0,5 \times 2,4 \times (-1,2) = -1,44 \text{ kN/m}^2$
 $-1,44 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m} = \mathbf{-11,232 \text{ kN/m}}$

Presión zona H $Q_e = 0,5 \times 2,4 \times (-0,7) = -0,84 \text{ kN/m}^2$

$-0,84 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m} = \mathbf{-6,552 \text{ kN/m}}$

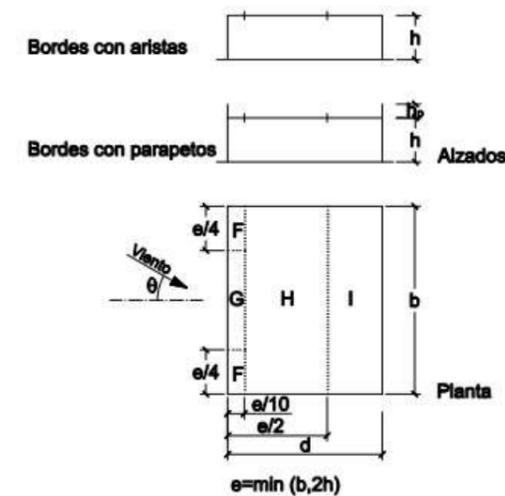
Presión zona I $Q_e = 0,5 \times 2,4 \times (-0,2) = -0,24 \text{ kN/m}^2$

$-0,24 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m} = \mathbf{-1,872 \text{ kN/m}}$

Succión zona I $Q_e = 0,5 \times 2,4 \times (0,2) = 0,24 \text{ kN/m}^2$

$0,24 \text{ kN/m}^2 \times 7'80 \text{ m} = \mathbf{1,872 \text{ kN/m}}$

Tabla D.4 Cubiertas planas



	h_p/h	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2
		≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-0,2
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	-0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	-0,2
0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2	
	≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	-0,2	

Nota: Se considerarán cubiertas planas aquellas con una pendiente no superior a 5°

Fig. 111. leyenda coeficientes de presión exterior.

6.2_ RESUMEN DE CARGAS

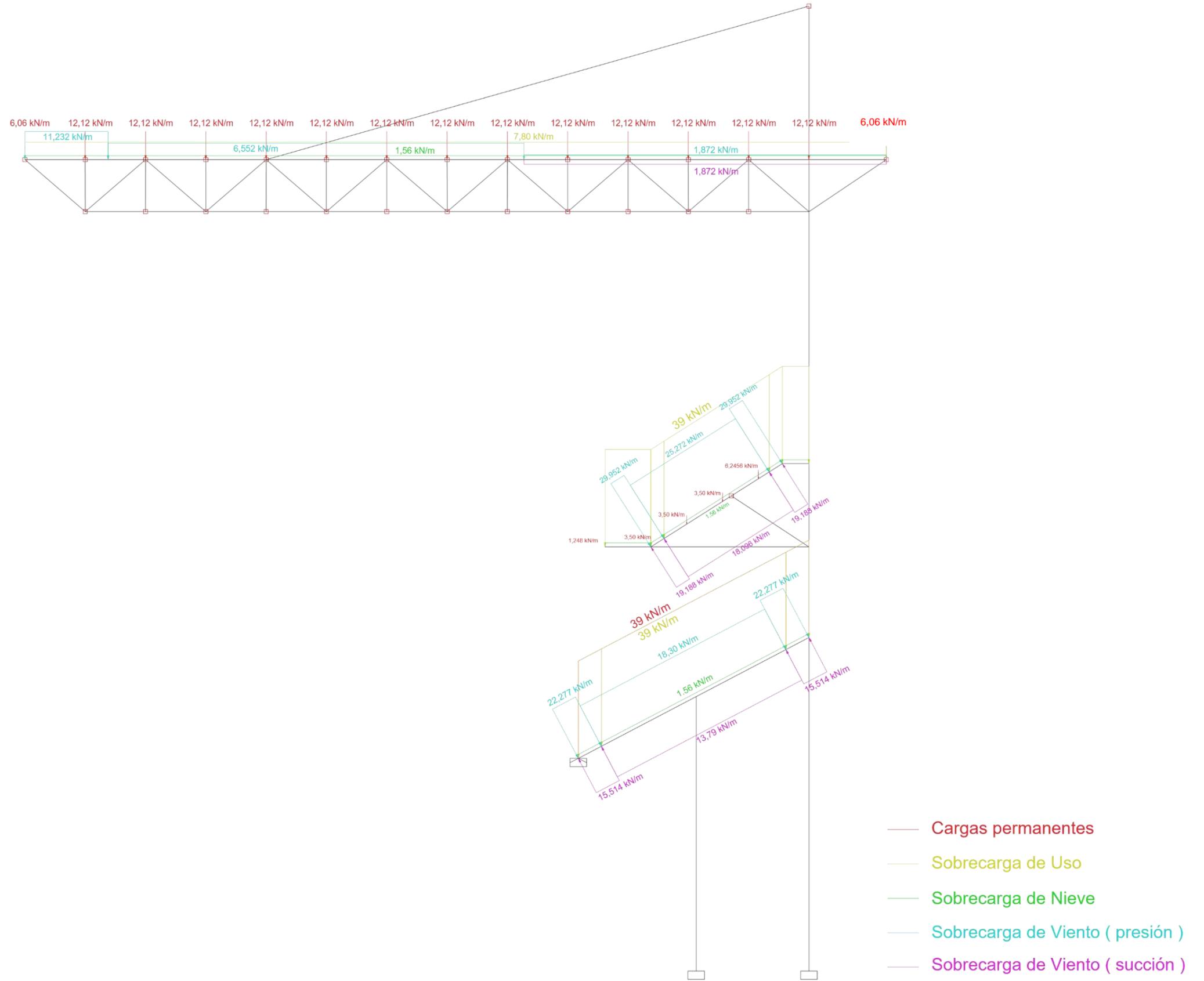


Fig. 112. Resumen de cargas que afectan a la sección de tribuna.

6.3_ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

Combinación ELU 01: Carga variable principal: Carga de Uso (H2).

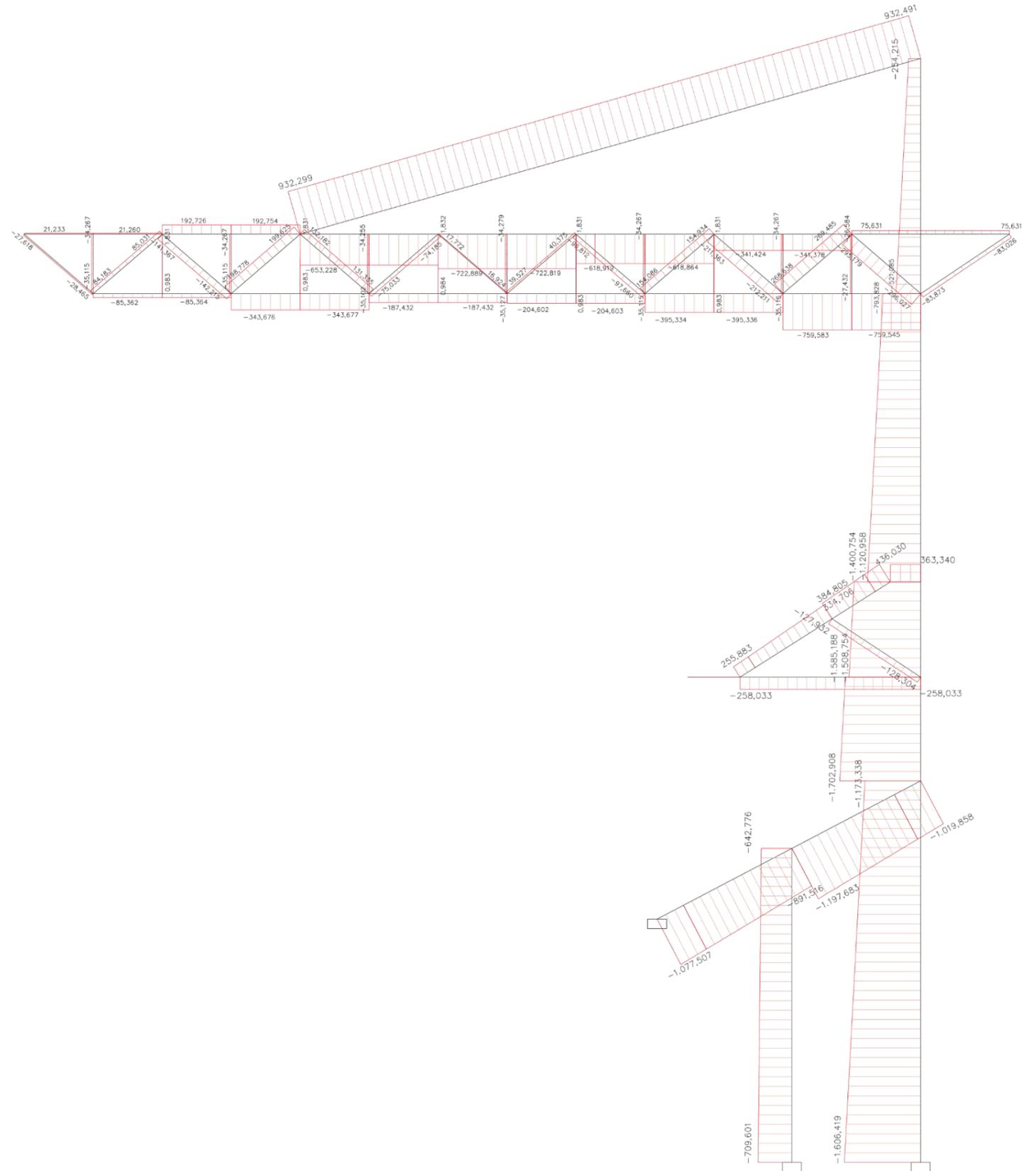


Fig. 113. Diagrama de Axiles ELU 01.

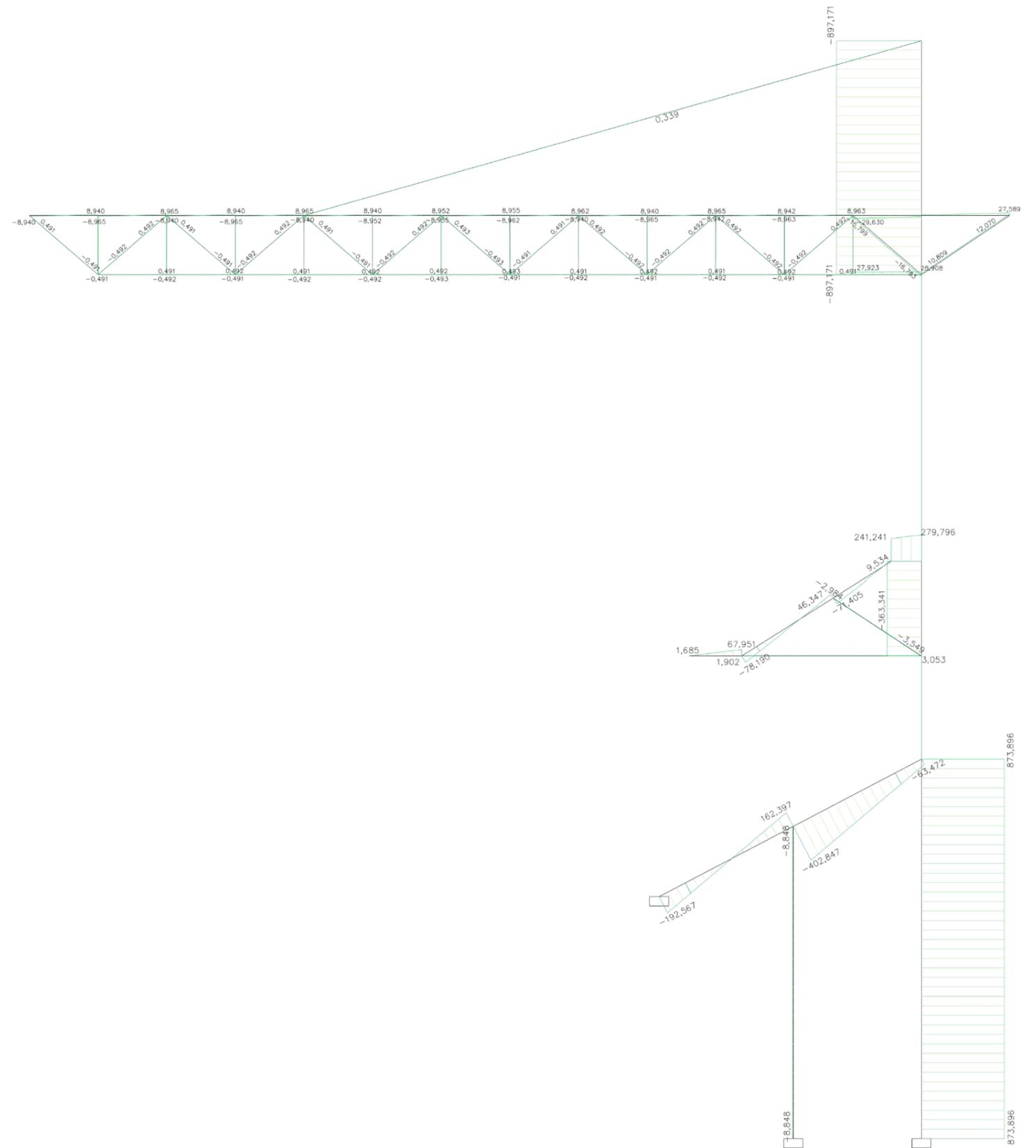


Fig. 114. Diagrama de cortantes ELU 01.

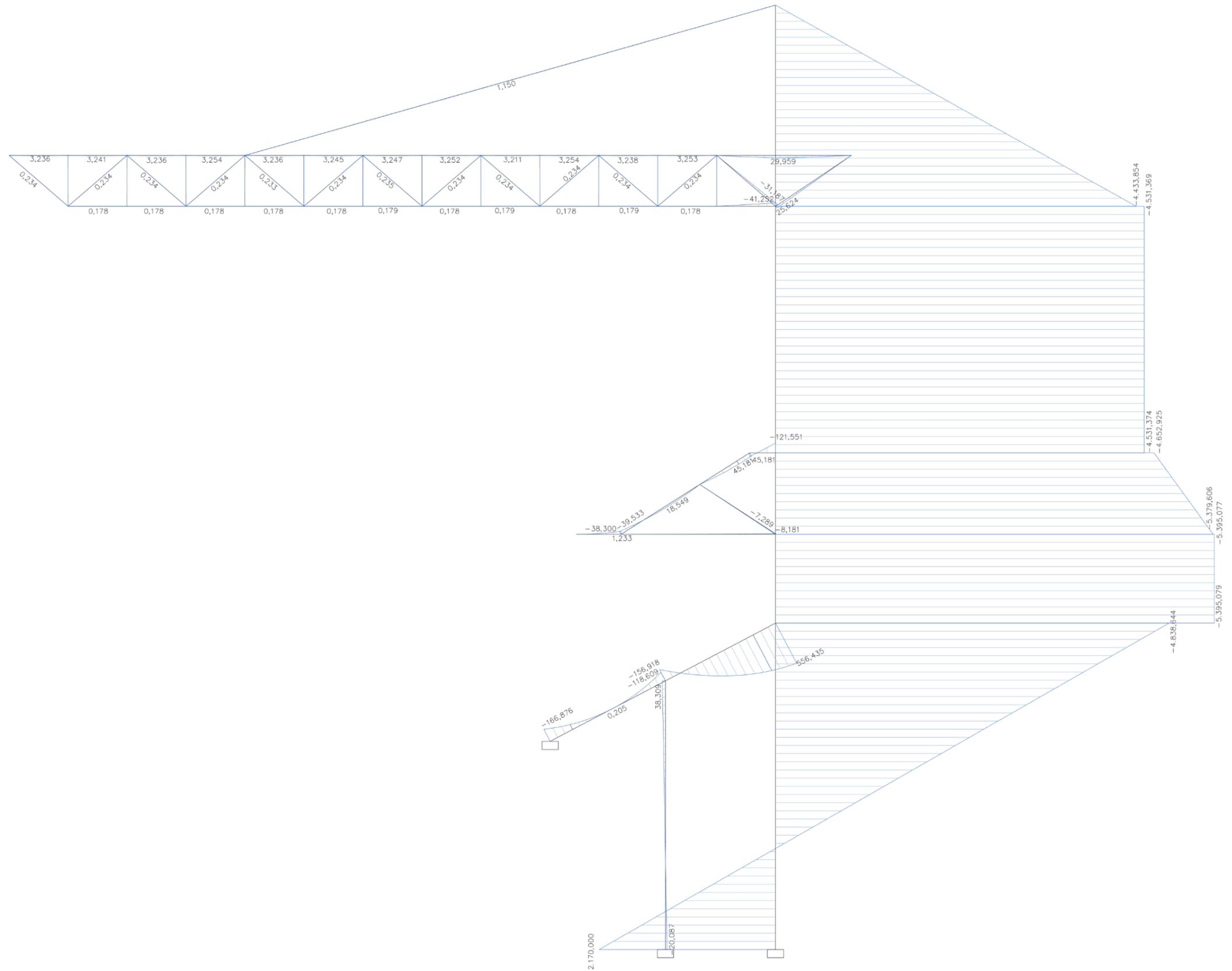


Fig. 115. Diagrama de flectores ELU 01.

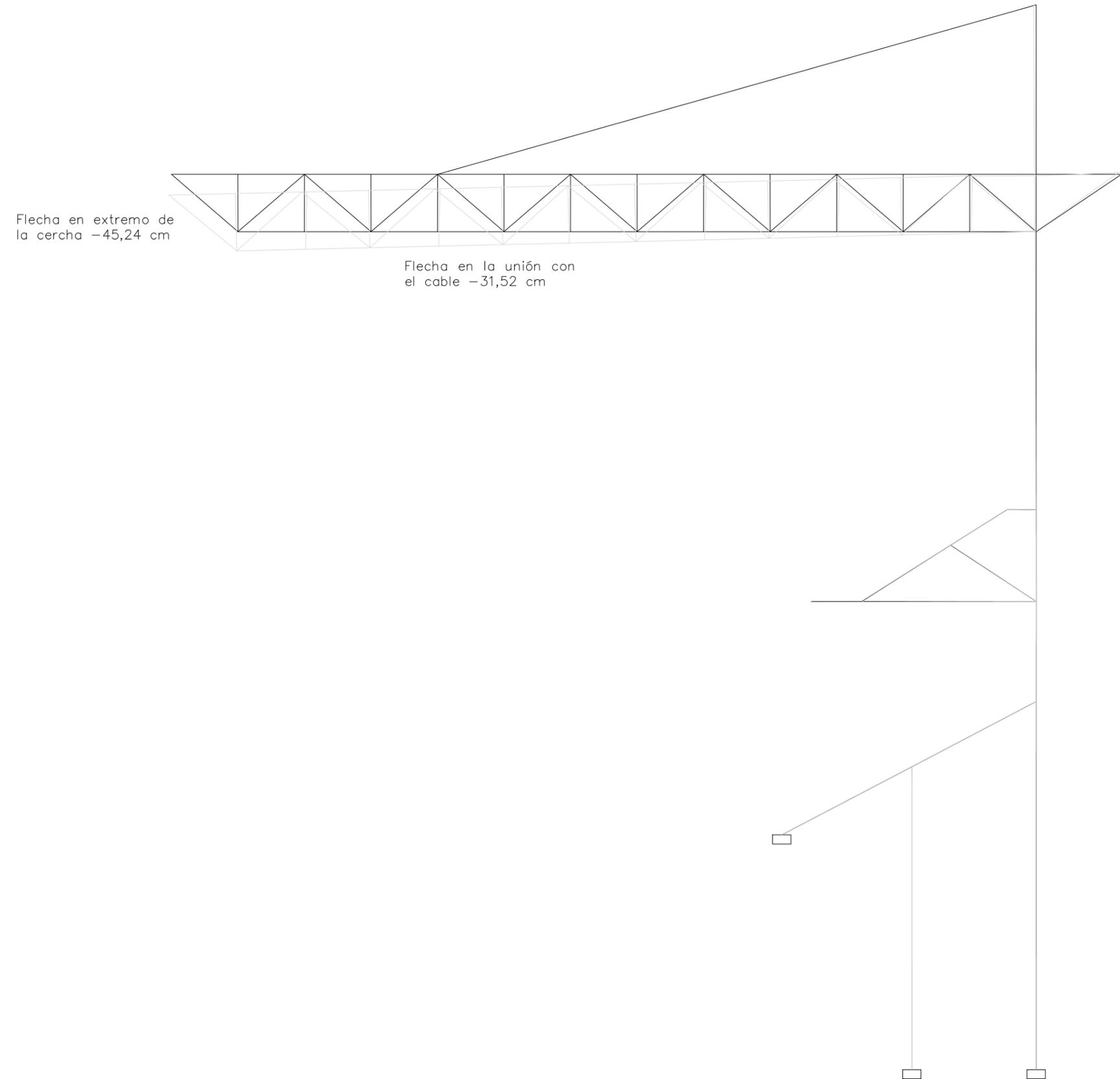


Fig. 116. Deformada ELS 01

7_ CONCLUSIONES

Una vez desarrollado el trabajo final de grado, podemos valorar la gran complejidad que se contempla a la hora de desarrollar un proyecto de tales magnitudes como es un estadio de fútbol. A su vez, destacar el apasionante y gratificante trabajo del arquitecto al enfrentarse a un proyecto de estas dimensiones ya que a la vez de ir superando las adversidades que genera, el resultado es impresionante.

En nuestro caso en particular, hay que destacar la dificultad añadida en el Estadio de la Cerámica, en la que el arquitecto Juan Antonio Villasante, no solo diseña un proyecto de una infraestructura deportiva, sino que, al ir construyéndose este estadio a lo largo de muchos años, tiene que enfrentarse a la combinación de ambos proyectos, el antiguo y el nuevo, en un único proyecto que cumpla tanto las condiciones de seguridad y confort como estéticas. Cumpliendo estos objetivos con la reciente remodelación, la unificación de la grada de tribuna y la grada sur mediante un tratamiento único de la fachada, otorgándole así al estadio una imagen única y muy similar al resto de las infraestructuras deportivas actuales.

Por otro lado, nos damos cuenta de que en el Estadio de la Cerámica se utiliza una estructura no muy compleja, en la que se van repitiendo una serie de pórticos bastante similares a lo largo del estadio. En cambio, cabe diferenciar la grada de tribuna, que tras una serie de remodelaciones, es una grada con una gran complejidad para el cálculo, ya que la gran cubierta que contiene está soportada únicamente por un gran pilar, actuando como un muro pantalla, y un cable situado en la parte superior trabajando a tracción y soportando una gran parte del peso de esta.

Analizando el primero de los pórticos y más común del estadio, nos damos cuenta en primer lugar, observando los diagramas de axiles de la combinación ELU 01, de la gran variación que sufren estos en los pilares, respecto una planta de la otra, siendo causa de la gran esbeltez de los pilares en los que el peso propio termina siendo relevante. En segundo lugar, cabe destacar la gran cantidad de vanos que forman el pórtico que ayudarían a resistir los diversos empujes horizontales, dando lugar así a unos flectores reducidos en la parte de los soportes, a excepción del soporte correspondiente a la última planta. Cabe destacar también, el incremento de los flectores en los soportes cuando se incrementan las fuerzas horizontales causadas por el viento que sería el caso de la combinación ELU 03. Por último, comentar los valores de la deformada de este pórtico, considerados insignificantes, debido principalmente al efecto combinado de las dimensiones modestas de la estructura, las secciones robustas y la rigidez del hormigón.

En la segunda parte del estudio estructural, el pórtico de tribuna cabe destacar una serie de aspectos. En primer lugar, mencionar la inversión de flectores que se produce en la parte inferior del pilar que sustenta la cubierta, siendo esto debido a la situación de un pilar suplementario encargado de sujetar la marquesina dispuesta para las seis filas de anfiteatro. En cambio, si este pilar izquierdo no existiese, observaríamos un

diagrama de flectores constante a lo largo del pilar o que aumentase hasta la cimentación. También comentar la parte relacionada con la flecha, motivada por el alargamiento del cable y colocando uno de mayor sección la flecha se vería reducida satisfactoriamente.

7.1_ CONCLUSIONES OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Fig. 117. Comparativa de la influencia de los ODS en las infraestructuras deportivas.

“Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, también conocidos como Objetivos Mundiales, se adoptaron por todos los Estados Miembros en 2015 como un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030.”

Por lo tanto, atendiendo a esta definición dictada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de los ODS, podríamos establecer diferentes relaciones con los 17 objetivos en relación con el tema de las infraestructuras deportivas, ya que únicamente 3 de todos estos objetivos no intervendrían dentro de nuestro tema a estudiar, como son: fin de la pobreza, hambre cero y la vida submarina.



En cambio, podemos decir que son 6 objetivos los que si influirían de manera muy importante dentro del deporte y las infraestructuras deportivas como son: la salud y bienestar, el agua limpia y saneamiento, energía asequible y no contaminante, industria innovación e infraestructura, ciudades y comunidades sostenibles y la acción por el clima.

Centrándonos en algunos de estos objetivos podríamos establecer, por ejemplo, en primer lugar, la relación con uno de los objetivos más importantes, que sería el objetivo número 3: la salud y bienestar. Este, tiene una clara influencia con las infraestructuras deportivas y a su vez con el deporte ya que el fomentar el deporte no solo conlleva beneficios físicos y de ocio, sino que la práctica del mismo y su fomento dentro de las infraestructuras deportivas y demás espacios, conlleva una reproducción de vida saludable, relacionado esto con una alimentación más adecuada, es decir, tener una buena salud y bienestar.

En segundo lugar, otros tres objetivos muy importantes son el número 6, 7 y 13: agua limpia y saneamiento, energía asequible y no contaminante y la acción por el clima. Estos objetivos son claramente influyentes por diferentes aspectos de los cuales podemos destacar, por ejemplo, el aprovechamiento de agua utilizada, incluyendo el uso de agua no potable, en las diversas infraestructuras deportivas que posteriormente es utilizada para el riego de los campos o simplemente para su reutilización en los baños públicos interiores de estas infraestructuras. Además, destacar, en cuanto a una energía sostenible, la energía eléctrica utilizada en los focos de diversos estadios deportivos, procedente esta principalmente de energía limpia como pueden ser por ejemplo paneles solares. Estos aspectos están directamente relacionados con la ayuda del cambio climático.



Así mismo, dentro de estos 17 objetivos podemos encontrar algunos que también influyen en nuestro tema a estudiar, pero de una manera colateral. Dentro de estos 6 objetivos que intervienen colateralmente, también cabe destacar, por ejemplo, el objetivo número 16: la paz, justicia e instituciones sólidas. Este objetivo también cabe destacarlo ya que en las infraestructuras deportivas se destacan diversas iniciativas que contribuyen a la no discriminación e inclusión, así como, la realización de eventos solidarios, partidos benéficos, etc. En relación con el aspecto de la no discriminación anteriormente nombrado, lo podemos ligar directamente con otro de los objetivos, el número 5: la igualdad de género, el cual estaría influyendo de manera colateral en

las infraestructuras deportivas y el deporte, pero a la vez ser de bastante peso, puesto que, el continuo avance de la sociedad ha permitido alcanzar en la actualidad una igualdad de género, extensible en el ámbito deportivo. Así también podemos destacar muchas iniciativas tomadas por diferentes deportes e infraestructuras, los cuales fomentan esta igualdad e inclusión.



Por último, cabe mencionar los 2 objetivos restantes de los 17 totales, los cuales intervendrían pero en una menor medida y serían: la vida de ecosistemas terrestres y la producción y consumo responsables.



En conclusión, a la relación del deporte y las infraestructuras deportivas con las diversas ODS, aunque nos parezca que no tienen mucha importancia a primera vista, el mundo deportivo tiene una gran responsabilidad para contribuir al impulso de cada uno de estos objetivos, así como fomentar a los millones de personas que acuden a las diversas infraestructuras deportivas, de la importancia de estos objetivos para la protección de nuestro planeta.

Finalmente, cabe destacar en concreto en nuestro campo, El estadio de la Cerámica, la gran importancia de estos objetivos explicados. Ya que al ir renovando su imagen año tras año, favorece a contribuir en varios de ellos, como sería, por ejemplo, el de agua limpia y saneamiento y el de energía asequible y no contaminante, obteniendo una mejora de las instalaciones, un mejor aprovechamiento del agua no potable y el uso de las energías renovables. También al ir aumentando la capacidad de espectadores, el Estadio de la Cerámica podría albergar eventos benéficos para contribuir al objetivo número 16 y 17, en los cuales se podrían recaudar un mayor número de fondos para combatir con la pobreza, el hambre, etc.

8_ BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, D. (2015). "Análisis sector Cerámico en España", <<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2276/1/Alfonso%20Manzanedo%20David.pdf>> (04/07/2020).
- Ayuntamiento de Vila-real (2020). "Historia de Vila-real" , <https://www.vila-real.es/portal/p_1_principal1.jsp?codResi=1&language=ca> (30/06/2020).
- Casañ, J. (2020). "Estadio de la Cerámica: la gran remodelación de El Madrigal", <<https://golsmedia.com/estadio-ceramica-villarreal/>> (16/07/2020).
- Coscarón, J. (2020). "La historia de la primera Liga: cuando al fútbol en España se le llamaba foot-ball" Esquire, <<https://www.esquire.com/es/actualidad/a30833231/futbol-liga-primera-division-historia/>> (19/07/2020).
- Cotto, K. (2020). "El fútbol en España" Monografias, <<https://www.monografias.com/docs110/futbol-espana/futbol-espana.shtml>> (02/07/2020).
- DFC Alviben (2020). "Ampliación Estadio de la Cerámica en zona tribuna", <<http://www.dfc-alviben.es/ampliacion-estadio-de-la-ceramica-en-zona-tribuna>> (20/07/2020).
- DFC Alviben (2020). "Fachada Sur Estadio de la Cerámica", <<http://www.dfc-alviben.es/fachada-sur-estadio-de-la-ceramica>> (20/07/2020).
- EFE. (2020). "La remodelación del Estadio de La Cerámica deberá seguir esperando" Marca, <<https://www.marca.com/futbol/villarreal/2020/05/02/5ead501ce2704ef3928b460b.html>> (16/07/2020).
- Expansión (2017). "Renta por municipios: Vila-real - (Castellón)", <<https://datosmacro.expansion.com/mercado-laboral/renta/espana/municipios/valencia/castellon/vila-real>> (31/06/2020).
- Franch, V. (2015). "La ciudad del fútbol" Marca, <<https://www.marca.com/2015/10/12/futbol/equipos/villarreal/1444653776.html>> (30/06/2020).
- G19 Granada (2016). "El Madrigal - El estadio de la cerámica", <<https://www.g19.es/el-madrigal-el-estadio-de-la-ceramica/>> (03/07/2020).
- La Futbolteca C.B. (2018). "Evolución estadio La Cerámica Villarreal Club de Fútbol", <<https://www.youtube.com/watch?v=ZIJzJLnPG6A>> (03/07/2020)
- Lizarraga, J. (2017). "El Villarreal gana socios en número y en fidelidad" El Periódico Mediterráneo, <https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/deportes/villarreal-gana-socios-numero-fidelidad_1057560.html> (12/07/2020).
- Margarit, I. (2018). "Los orígenes del fútbol" La Vanguardia, <<https://www.lavanguardia.com/historiayvida/mas-historias/20180706/47311166091/los-origenes-del-futbol.html>> (04/06/2020).
- Masiá, V (2011). "Los orígenes del fútbol español" La Futbolteca, <<http://lafutbolteca.com/los-origenes-del-futbol-espanol/>> (03/07/2020).
- Masiá, V. (2018). "Historial del Villarreal Club de Fútbol, S.A.D" La Futbolteca, <<http://lafutbolteca.com/tag/historia-villarreal-cf/>> (15/07/2020)
- Pérez, G. (2007). "Historia del Fútbol" Granfutbol, <<https://www.granfutbol.com/historia-del-futbol.html>> (04/06/2020).
- Pérez-García, A. (2014). Instrucciones de uso y funcionamiento, Universitat Politècnica de València, València. (27/07/2020).
- Pérez-García, A., Alonso Durá, A., Gómez-Martínez, F., Alonso Ávalos, J.M. and Lozano Lloret, P. (2014). Architrave-UPV [Online]. Disponible: www.architrave.es (27/07/2020).
- R. F. (2014). "La grada visitante, un modelo de seguridad con 'admiradores'", El Periódico Mediterráneo, <https://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/deportes/grada-visitante-modelo-seguridad-ylsquo-admiradoresysrquo_902379.html> (15/07/2020).
- Submarino amarillo (2020). "Su historia", <<https://submarinoamarillo.net/villarreal/su-historia/>> (08/07/2020).
- Villarreal CF (2017). "Presentación completa del Estadio de la Cerámica", <<https://www.youtube.com/watch?v=U1NruFklfDw>> (30/06/2020).
- Villarreal Club de Fútbol (2020). "Web oficial del Villarreal CF" Pagina web del Villarreal, <<https://www.villarrealcf.es/historia/liga/fundacion>> (10/07/2020).
- Wikimedia Commons (2020) "Plaza de la Vila de Villarreal", <https://es.wikipedia.org/wiki/Plaza_de_la_Vila_de_Villarreal> (31/06/2020).
- Wikimedia Commons (2020). "Villarreal Club de Fútbol", <https://es.wikipedia.org/wiki/Villarreal_Club_de_F%C3%BAtbol#Trayectoria_hist%C3%B3rica> (10/07/2020).
- Wikimedia Commons (2020). "Villarreal", <<https://es.wikipedia.org/wiki/Villarreal>> (30/06/2020).

9_ ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. EscudoF.A. (Wikimedia Commons).....	05
Fig. 2. Ilustración de la práctica de Kemari, Japón. (Akido Shagun).....	05
Fig. 3. Selección de fútbol inglesa en 1908. (Furiaraja).....	05
Fig. 4. Cartel anunciador primer formato Copa del Mundo. (La Vanguardia).....	05
Fig. 5. Ilustración alegórica de los orígenes del fútbol. (Gender Budgets).....	05
Fig. 6. Racing de Santander en la primera liga española. (Esquire.com).....	06
Fig. 7. Primeros partidos de futbol disputados en España. (Esquire.com).....	06
Fig. 8. Selección Española campeona del mundo 2010. (El País).....	06
Fig. 9. Remodelación de la Plaza Mayor. (Enrique Fernández Vivancos e Isabel Vernia Canuto).....	07
Fig. 10. Plaza de la Vila porticada. (El Mundo).....	07
Fig. 11. Plaza mayor en la Edad Media. (Fernández Vivancos).....	07
Fig. 12. Celebración del Villarreal CF por su ascenso a Primera División, Plaza mayor. (Fernández Vivancos).....	07
Fig. 13. Basílica de San Pascual, Vila-real. (Smartlighting).....	07
Fig. 14. Fernando Roig, Actual presidente del club. (Villarreal Club de Fútbol).....	08
Fig. 15. Escudo del CD Villarreal. (Villarreal Club de Fútbol).....	08
Fig. 16. Escudo del CA Foghetecaz. (Villarreal Club de Fútbol).....	08
Fig. 17. Escudo del Villarreal CF. (Villarreal Club de Fútbol).....	08
Fig. 18. Escudo del Villarreal CF S.A.D. (Villarreal Club de Fútbol).....	08
Fig. 19. Imagen actual del Estadio de la Cerámica. (Villarreal Club de Fútbol).....	08
Fig. 20. José Calduch, primer presidente del Villarreal CF. (Villarreal Club de Fútbol).....	09
Fig. 21. Imagen de los jugadores del Club Atlético Foghetecaz. (Villarreal Club de Fútbol).....	09
Fig. 22. Partido de ascenso a Segunda División en el Santiago Bernabéu. (Villarreal Club de Fútbol).....	09
Fig. 23. Cartel anunciador primeros partidos del club. (Villarreal Club de Fútbol).....	10
Fig. 24. Jugadores del club en sus orígenes. (Villarreal Club de Fútbol).....	10
Fig. 25. Celebración del ascenso a Segunda B 1991-92. (Villarreal Club de Fútbol).....	10
Fig. 26. Celebración del subcampeonato de Liga 2006-2007. (Villarreal Club de Fútbol).....	10
Fig. 27. Celebración del ascenso a Primera División 2012-13. (Villarreal Club de Fútbol).....	10
Fig. 28. Vista panorámica del Estadio de la Cerámica. (Asociación G19 peñas del Granada CF).....	11
Fig. 29. Vista de 'Els Casals Grocs'. (El Periódico Mediterráneo).....	11
Fig. 30. Ampliación grada visitante. (El Periódico Mediterráneo).....	11
Fig. 31. Imagen actual del Estadio. (Villarreal Club de Fútbol).....	11
Fig. 32. Parte de la grada de El Madrigal en sus orígenes (Villarreal Club de Fútbol).....	11
Fig. 33. Fachada Sur del Estadio de la Cerámica. (TripAdvisor).....	11
Fig. 34. Última remodelación del Estadio de la Cerámica. (Palco23).....	11
Fig. 35. Diferenciación partes del estadio y años de construcción. (Elaboración propia).....	12
Fig. 36. Fondo Norte en sus orígenes. (Submarino amarillo.net).....	13
Fig. 37. Tribuna cubierta en los orígenes del campo. (Submarino amarillo.net).....	13
Fig. 38. Grada sur años 70. (Submarino amarillo.net).....	13
Fig. 39. Grada sur actual. (Elaboración propia).....	13
Fig. 40. Tribuna años 80. (Submarino amarillo.net).....	13
Fig. 41. Tribuna actual. (Villarreal Club de Fútbol).....	13
Fig. 42. Maqueta del nuevo proyecto 1998. (Submarino amarillo.net).....	14
Fig. 43. Nueva grada preferente. (Submarino amarillo.net).....	14
Fig. 44. Derribo grada Sur. (Submarino amarillo.net).....	14
Fig. 45. Construcción de la nueva grada Sur. (Submarino amarillo.net).....	14
Fig. 46. Ubicación de la nueva grada Sur. (Submarino amarillo.net).....	14
Fig. 47. Ampliación tribuna. (Submarino amarillo.net).....	14
Fig. 48. Campo del Madrigal en 1998. (Submarino amarillo.net).....	14
Fig. 49. Obras ampliación grada de Preferencia. (Constructora Alviben obras SL).....	14
Fig. 50. Encuentro córner norte con Preferencia. (Elaboración propia).....	14
Fig. 51. Reforma de las cinco primeras filas grada Norte. (YouTube).....	14
Fig. 52. Nuevas filas techadas en la grada de Preferencia. (Submarino amarillo.net).....	14
Fig. 53. Obras ampliación grada Norte. (Submarino amarillo.net).....	15
Fig. 54. Nueva fachada grada Norte. (Elaboración propia).....	15
Fig. 55. Comparativa grada Norte antes y después 2008. (Asociación G19 peñas del Granada CF).....	15
Fig. 56. Construcción pilares y vigas metálicas en la ampliación de tribuna. (Constructora Alviben obras SL).....	15
Fig. 57. Cimientos para pilares metálicos de la ampliación de tribuna. (Constructora Alviben obras SL).....	15
Fig. 58. Colocación paneles de gres. (Constructora Alviben obras SL).....	16
Fig. 59. Acabado final tribuna. (Elaboración propia).....	16
Fig. 60. Vista interior de la grada Sur. (Constructora Alviben obras SL).....	16
Fig. 61. Estructura metálica para la colocación de gres. (Constructora Alviben obras SL).....	16
Fig. 62. Anclajes para el gres porcelánico. (Constructora Alviben obras SL).....	16
Fig. 63. Acabado final grada Sur. (Constructora Alviben obras SL).....	16

Fig. 64. Grada Preferente vista exterior. (Elaboración propia).....	16	Fig. 94. Valores coeficiente eólico o de presión. (CTE).....	26
Fig. 65. Comparación ambas marquesinas en grada Preferente. (Constructora Alviben obras SL).....	16	Fig. 95. Leyenda coeficientes de presión exterior. (CTE).....	27
Fig. 66. Comparación grada de Preferencia, antes y después. (Asociación G19 peñas del Granada CF).....	16	Fig. 96. Resumen de cargas que afectan a la sección tipo. (Elaboración propia).....	28
Fig. 67. Anclaje cubierta metálica a pilar. (Elaboración propia).....	17	Fig. 97. Diagrama de Axiles ELU 01. (Elaboración propia).....	29
Fig. 68. Cubierta metálica. (Elaboración propia).....	17	Fig. 98. Diagrama de Cortantes ELU 01. (Elaboración propia).....	30
Fig. 69. Tirantes articulados a pilar. (Elaboración propia).....	17	Fig. 99. Diagrama de Flectores ELU 01. (Elaboración propia).....	31
Fig. 70. Tirantes articulados a celosía metálica. (Elaboración propia).....	17	Fig. 100. Diagrama de Axiles ELU 03 a (Viento presión). (Elaboración propia).....	32
Fig. 71. Cubierta grada Sur. (Elaboración propia).....	17	Fig. 101. Diagrama de Cortantes ELU 03 b (Viento presión). (Elaboración propia).....	33
Fig. 72. Comparación exterior ampliación tribuna. (Elaboración propia).....	18	Fig. 102. Diagrama de Flectores ELU 03 a (Viento presión). (Elaboración propia).....	34
Fig. 73. Ampliación tribuna en planta baja. (Constructora Alviben obras SL).....	18	Fig. 103. Diagrama de Axiles ELU 03 b (Viento succión). (Elaboración propia).....	35
Fig. 74. Colocación paneles gres porcelánico. (Constructora Alviben obras SL).....	18	Fig. 104. Diagrama de Cortantes ELU 03 b (Viento succión). (Elaboración propia).....	36
Fig. 75. Fachada antigua tribuna. (Constructora Alviben obras SL).....	18	Fig. 105. Diagrama de Flectores ELU 03 b (Viento succión). (Elaboración propia).....	37
Fig. 76. Comienzo obras tribuna. (Constructora Alviben obras SL).....	18	Fig. 106. Deformada ELS 01. (Elaboración propia).....	38
Fig. 77. Pasillo ampliación interior tribuna. (Elaboración propia).....	19	Fig. 107. Leyenda Peso específico aparente de materiales de construcción. (CTE).....	39
Fig. 78. Nueva escalera de emergencia revestida de gres. (Elaboración propia).....	19	Fig. 108. Leyenda valores sobrecarga de uso CTE. (CTE).....	40
Fig. 79. Anclaje superior 'Casals Grocs' tribuna. (Elaboración propia).....	19	Fig. 109. Leyenda valores del coeficiente de exposición. (CTE).....	41
Fig. 80. Anclaje inferior 'Casals Grocs' tribuna. (Elaboración propia).....	19	Fig. 110. Leyenda coeficientes de presión exterior. (CTE).....	41
Fig. 81. Sección tribuna por túnel de vestuarios. (Elaboración propia sobre base de Documentación concurso).....	19	Fig. 111. Leyenda coeficientes de presión exterior. (CTE).....	42
Fig. 82. Detalle planta baja grada Norte. (Elaboración propia sobre base de Documentación concurso).....	20	Fig. 112. Resumen de cargas que afectan a la sección de tribuna. (Elaboración propia).....	43
Fig. 83. Sección grada Norte. (Elaboración propia sobre base de Documentación concurso).....	20	Fig. 113. Diagrama de Axiles ELU 01. (Elaboración propia).....	44
Fig. 84. Grada visitante vista desde el terreno de juego. (El Periódico Mediterráneo).....	21	Fig. 114. Diagrama de Cortantes ELU 01. (Elaboración propia).....	45
Fig. 85. Grada visitante vista desde el interior. (Real Federación Española de Fútbol).....	21	Fig. 115. Diagrama de Flectores ELU 01. (Elaboración propia).....	46
Fig. 86. Grada visitante vista desde grada Preferente. (TripAdvisor).....	21	Fig. 116. Deformada ELS 01. (Elaboración propia).....	47
Fig. 87. Obras grada visitante y nuevos palcos fondo norte. (Constructora Alviben obras SL).....	21	Fig. 117. Comparativa de la influencia de los ODS en las infraestructuras deportivas. (Elaboración propia).....	49
Fig. 88. Sección longitudinal norte-sur. (Elaboración propia sobre base de Documentación concurso).....	22		
Fig. 89. Sección longitudinal este-oeste. (Elaboración propia sobre base de Documentación concurso).....	23		
Fig. 90. Leyenda cargas permanentes. (CTE).....	24		
Fig. 91. Leyenda valores sobrecarga de uso. (CTE).....	25		
Fig. 92. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas. (CTE).....	25		
Fig. 93. Leyenda valores del coeficiente de exposición. (CTE).....	25		