



SANTAMARÍA DE ANDRÉS, IRENE CLARA

ESTUDIO HISTÓRICO, TIPOLÓGICO Y ESTRUCTURAL DEL FRONTÓN BETI JAI (MADRID)

TUTOR: Ivan Cabrera i Fausto



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

CURSO: 2019-2020

Septiembre 2020

RESUMEN

La pelota vasca es un enraizado deporte de un territorio concreto, el País Vasco, que se ha expandido a lo largo de todo el mundo, siendo practicado tanto en Europa como en América de Sur. Quizá sea por su tradición, su espíritu deportivo, la emoción de los pelotaris partido tras partido, que consiguió despertar el interés de las clases más altas de finales del siglo XIX y principios del XX, cuando la propia realeza española, adoradores de este deporte, se lo traen consigo a Madrid. Los frontones se convirtieron en los centros de ocio de la cultura madrileña.

Desgraciadamente, el auge de la pelota vasca en Madrid se desploma y los frontones se derriban o abandonan. Esto último fue lo que le ocurrió al edificio objeto de estudio en este trabajo, el frontón Beti Jai. Fue adoptando variedad de usos, cada cuál estropeándolo un poco más, casi alcanzando la situación de ruina.

Finalmente, gracias a la reciente revalorización del patrimonio, al COAM y a la plataforma Salvemos el Frontón Beti Jai, formada por un heterogéneo grupo de personalidades relacionadas tanto con la arquitectura como con la pelota vasca, recupera su esplendor.

Se realiza una cuidadísima investigación y análisis del estado del edificio para ser rehabilitado tal y cómo fue originalmente. Debido a las limitaciones de Seguridad Estructural vigentes en España a través del CTE, durante la rehabilitación es preciso realizar refuerzos en la estructura.

El trabajo ubicará al lector en este contexto histórico, desarrollará la geometría y la construcción del edificio y, posteriormente, analizará la estructura original del proyecto, para así determinar los elementos que no satisfacen los mínimos y comentar el refuerzo ejecutado.

PALABRAS CLAVE

Madrid, frontón Beti Jai, pelota vasca, estructura, rehabilitación, refuerzo

RESUM

La pilota basca és un arrelat esport d'un territori concret, el País Basc, que s'ha expandit al llarg de tot el món, sent practicat tant a Europa com a Amèrica de Sud. Potser serà per la seua tradició, el seu esperit esportiu, l'emoció dels pilotaris partit rere partit, que va aconseguir despertar l'interés de les classes més altes de finals del segle XIX i principis del XX, quan la pròpia reialesa espanyola, adoradors d'aquest esport, se'l porten a Madrid. Els frontons es van convertir en els centres d'oci de la cultura madrilenya.

Desgraciadament, l'auge de la pilota basca a Madrid es desploma i els frontons s'enderroquen o abandonen. Açò últim va ser el que li va ocórrer a l'edifici objecte d'estudi en aquest treball, el frontó Beti Jai. Va anar adoptant varietat d'usos, cadascun fent-lo malbé un poc més, quasi aconseguint la situació de ruïna.

Finalment, gràcies a la recent revaloració del patrimoni, al COAM i a la plataforma Salvemos el Frontón Beti Jai, formada per un heterogeni grup de personalitats relacionades tant amb l'arquitectura com amb la pilota basca, recupera la seua esplendor.

Es realitza una cuidadísima investigació i anàlisi de l'estat de l'edifici per a ser rehabilitat tal i com va ser originàriament. A causa de les limitacions de Seguretat Estructural vigents a Espanya a través del CTE, durant la rehabilitació és necessari realitzar reforços en l'estructura.

El treball ubicarà al lector en aquest context històric, desenvoluparà la geometria i la construcció de l'edifici i, posteriorment, analitzarà l'estructura original del projecte, per a així determinar els elements que no satisfan els mínims i comentar el reforç executat.

PARAULES CLAU

Madrid, frontó Beti Jai, pilota basca, estructura, rehabilitació, reforç

ABSTRACT

Basque ball is a sport that is rooted in a specific territory, the Basque Country, which has expanded throughout the world, being practiced both in Europe and South America. Perhaps it is because of its tradition, its sportsmanship, the excitement of the *pelotaris* match after match, that it managed to arouse the interest of the upper classes at the end of the 19th and beginning of the 20th century, when the Spanish royalty themselves, worshippers of this sport, brought it with them to Madrid. Fronton courts became the leisure centres of Madrid's culture.

Unfortunately, boom of Basque ball in Madrid collapses and its courts are demolished or abandoned. That last circumstance is what happened to the building under study in this work, the Beti Jai Basque ball court. It adopted a variety of uses, each one spoiling it a little more, almost reaching the situation of ruin.

Finally, thanks to the recent revaluation of the heritage, the COAM and the platform *Salvemos el Frontón Beti Jai* formed by a heterogeneous group of personalities related to both architecture and Basque pelota, it recovers its splendour.

A very careful research and analysis of the state of the building is carried out in order to rehabilitate it as it was originally. Due to the limitations of Structural Safety in Spain compiled in the CTE, during the rehabilitation it is necessary to make reinforcements in the structure.

The work will place the reader in this historical context, develop the geometry and construction of the building and, subsequently, analyze the original structure of the project, in order to determine the elements that do not satisfy the minimums and comment on the reinforcement carried out.

KEY WORDS

Madrid, fronton Beti Jai, basque ball, structure, rehabilitation, reinforcement

Índice

1. Introducción	4
2. Objetivos y metodología.....	4
3. Estado de la cuestión	4
4. La pelota vasca y el frontón Beti Jai	5
4.1. La pelota vasca como deporte.....	5
4.2. La pelota vasca en España	6
4.3. El barrio de Almagro	7
4.4. La pelota vasca en Madrid.....	8
4.5. Historia del frontón desde su construcción hasta la actualidad	9
4.6. El arquitecto: Joaquín de Rucoba y Octavio de Toledo	11
4.7. Datos del proyecto.....	12
5. Herramientas de análisis. Levantamiento gráfico	13
6. Descripción y análisis del frontón.....	15
6.1. Descripción tipológica y compositiva	15
6.2. Descripción de la estructura	16
6.3. Proceso de rehabilitación	18
7. Análisis de la estructura	20
7.1. Preprocesado.....	20
7.1.1. Geometría.....	20
7.1.2. Vínculos exteriores	24
7.1.3. Materiales	25
7.1.4. Evaluación de cargas	27
7.2. Procesado. Diagrama de esfuerzos y deformaciones.....	39
7.3. Postprocesado. Cálculo y peritación.....	56
8. Conclusiones	60
9. Bibliografía	61
10. Índice de figuras	62

1. Introducción

El presente trabajo consiste en el desarrollo del estudio histórico, constructivo y estructural del frontón de pelota vasca ubicado en pleno centro de Madrid. Este edificio es una infraestructura deportiva que funcionó como espacio multifuncional desde 1893 hasta su cierre en 1919. Tras su cierre, resulta muy deteriorado debido a su falta de mantenimiento. Gracias a la reciente revalorización de los edificios históricos, se realiza la rehabilitación del frontón y se adecua a las normativas actuales españolas en cuanto a seguridad estructural, lo que supone el refuerzo de la estructura original.

El trabajo consiste entonces en la evaluación de la estructura original para así señalar qué elementos no satisfacen las limitaciones actuales y, posteriormente, comentar la estrategia de refuerzo escogida por la empresa a cargo de la rehabilitación.

La estructura del trabajo se divide en 3 partes. En la primera parte, se ubica al lector en el contexto tanto de la pelota vasca como de la sociedad coetánea a su construcción. En la segunda parte, se define el edificio hasta comprender la totalidad de su geometría. En la tercera parte, se procede al análisis de la estructura en tres fases: preprocesado, procesado y postprocesado. Finalmente, se concluye comentando los resultados obtenidos.

Además, la Agenda 2030 sobre el desarrollo sostenible, formada por diecisiete objetivos (ODS), se verá plasmada a lo largo del texto a través del icono del objetivo correspondiente cada vez que haya un tema relacionado.

2. Objetivos y metodología

El objetivo del trabajo busca desarrollar un estudio histórico, constructivo y estructural del frontón de pelota vasca, llamado Beti Jai, ubicado en Madrid. Esta construcción ha sido seleccionada debido a materializar la unión de algunos de mis intereses personales, como son la intervención en edificios históricos, es decir, la restauración del patrimonio, junto con las estructuras, concretamente las infraestructuras deportivas. El estudio se realiza enfocado hacia el análisis y cálculo de la estructura del frontón Beti Jai.

La metodología empleada para realizar el trabajo será mediante la búsqueda de información en diferentes plataformas de Internet que han propulsado y protegido el frontón durante sus años de abandono y el polibuscador de la Universidad Politécnica de Valencia. Además, otra fuente de información será mediante el contacto con el Ayuntamiento de Madrid y otras entidades responsables del desarrollo del proyecto de restauración. Durante el proceso de realización, se mantiene un continuo seguimiento, mediante reuniones colectivas con mis compañeros, con quienes comparto tutor.

Por último, el cálculo de la estructura se realiza mediante el programa informático de cálculo de estructuras Architrave, desarrollado en la Universidad Politécnica de Valencia por Pérez García, A., Alonso Durá, A., Gómez Martínez, F., Alonso Ávalos, J.M. y Lozano Lloret, P. (2014).

3. Estado de la cuestión

Al comenzar el proceso de investigación del frontón Beti Jai, se cuenta con gran cantidad de información al respecto debido a la reciente rehabilitación de la que ha sido objeto.

Principalmente, destaca los informes técnicos realizados describiendo las diferentes situaciones que ha ido sufrido el frontón en los últimos años, la conferencia de Mari Luz Sánchez Moral en el Seminario Torroja.

Además, es fundamental y admirable el trabajo de recopilación por parte de la plataforma Salvemos el Beti Jai de recortes de periódicos, artículos de prensa, carteles publicitarios, fotografías históricas y actuales, la investigación de los personajes que han sido relevantes en la construcción del Beti Jai, planimetrías de diferentes años, entre otros.

Por último, gracias a la constructora Ferrovial es posible comprender el edificio de manera completa debido a que cuentan con una página web en la que es posible recorrer el edificio y se explican aspectos históricos, de la construcción y de la rehabilitación del edificio objeto de estudio.


4. La pelota vasca y el frontón Beti Jai

4.1. La pelota vasca como deporte



Fig. 1 Pancho Villa tras una partida de frontón

La pelota vasca es un deporte original de las comunidades del norte de España, principalmente del País Vasco, Navarra y Rioja que aparece en el siglo XVI, como una variante de un deporte similar francés del siglo XIII. Esta actividad se expandió por otros países tanto europeos, como Italia, Grecia y Países Bajos, como por países de América del Sur, como Argentina, Brasil, Chile, Ecuador, México, entre otros (Fig. 1)(Idict 2009).

El objetivo del juego es tratar de golpear la pelota contra el muro, el frontón propiamente dicho, de forma que dificulte al contrincante lo máximo posible golpearla de nuevo, habiendo botado únicamente una vez en el suelo. El ganador es aquel que marca antes veintidós tantos, sin importar el tiempo que se tarde en conseguirlo. Un tanto tiene lugar cuando el contrincante no logra que la pelota golpee la pared. 

Los elementos básicos necesarios para practicar este deporte son la pelota, los jugadores, el frontón y el objeto empleado para impulsar la pelota. Se presentan en una gran variedad, lo que produce diferentes modalidades de juego.



Fig. 2 Pelota de cuero

El primero, la pelota ha evolucionado siendo inicialmente de cuero y actualmente de goma (Fig. 2). En el segundo elemento encontramos diferencias según la cantidad de jugadores por equipo, siendo posible practicarlo de forma individual, en pareja (el más extendido, siendo uno el delantero y el otro el zaguero) o en equipos poco numerosos (Fig. 3). En cuanto al tercer elemento, el frontón, existe el frontón corto de treinta metros, el de treinta y seis metros, el largo de 54 metros o el trinquete (Fig. 4). Por último, el elemento con el que se golpea la pelota puede ser la mano, una pala, la chistera y la raqueta, siendo el más extendido y propio de la pelota vasca tradicional la chistera, también conocida como cesta punta. La chistera permite al jugador cazar la pelota, dejarla deslizar por su sección y, en pocos segundos, impulsarla contra el frontón, sin llegar a detenerla. Originalmente, la materialidad era madera de castaño tejida de mimbre, pero hoy en día es más habitual encontrarla de materiales sintéticos como cuero, caucho y plástico. Su forma es muy peculiar. Presentan una sección cóncava inscribible en un rectángulo de una longitud de sesenta y dos centímetros para el delantero y de sesenta y ocho centímetros para el zaguero y una profundidad de quince centímetros (Fig.5) (Calderón 2016).



Fig. 3 Equipo de pelotaris



Fig. 4 Frontón Jai Alai, La Habana, 1904

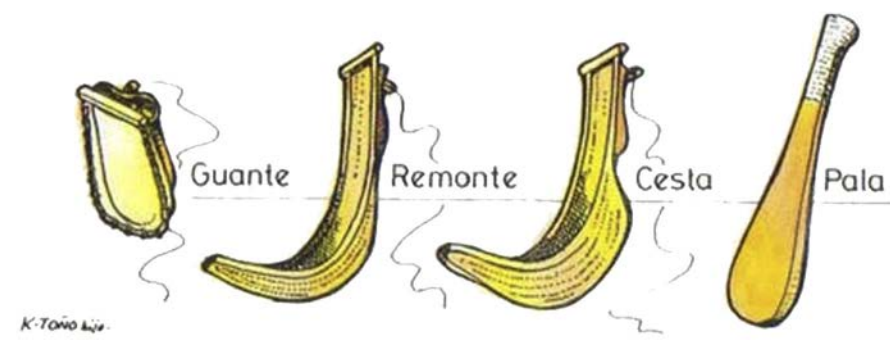




Fig. 5 Variedad de instrumentos para golpear la pelota

La pelota vasca, antes de su popularización, el entorno en el que era habitual encontrarla era en las plazas, principalmente, de los pueblos vascos, donde se empleaba cualquier superficie vertical como frontón. Véase los muros de una iglesia o las murallas que rodeaban la población. Se practicaba por personas de muy variadas edades, por lo que significaban un punto de encuentro entre los vecinos de un barrio (Fig. 7). De este juego nacen la figura de los pelotaris. Representa a los participantes en el juego de la pelota vasca, tanto por afición como por oficio (González 2013).

Es gracias a este último aspecto, el oficio, cuando, en el siglo XX, la pelota vasca, cesta punta en vasco, se profesionaliza y se comienza a ver como una posible actividad de explotación económica entre los empresarios (Fig. 8). Así, se comienza a generar un círculo de intereses especulativos alrededor de este, inicialmente, inocente pasatiempo. Se inauguran numerosos restaurantes, cafeterías, lugares de casas de apuestas (Fig. 6). Cada vez, se van convirtiendo en mayores centros de ocio y puntos de encuentro de los ciudadanos (González 2013). 

Estas aglomeraciones precisan de instalaciones de mayor envergadura, capaces de albergar el elemento superficial vertical que es el frontón y la gran cantidad de público. Es en este momento cuando se construyen los primeros frontones ex profeso (González 2013). 

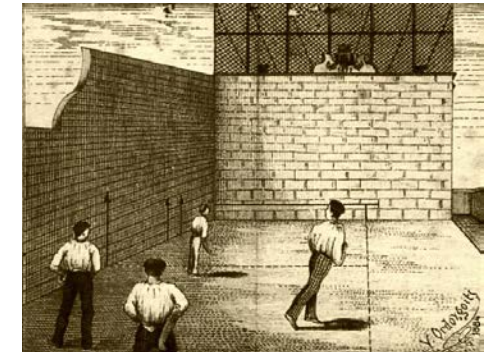


Fig. 7 Partido amistoso, 1884

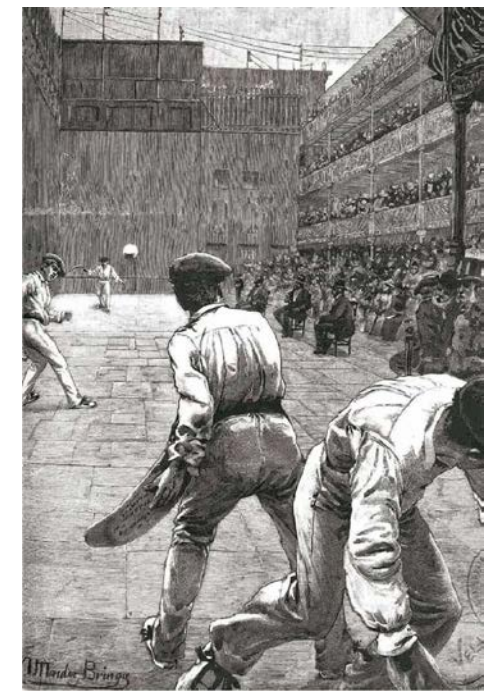


Fig. 8 Partido profesional en frontón ex profeso



Fig. 6 Restaurante junto al frontón Jai Alai, Madrid

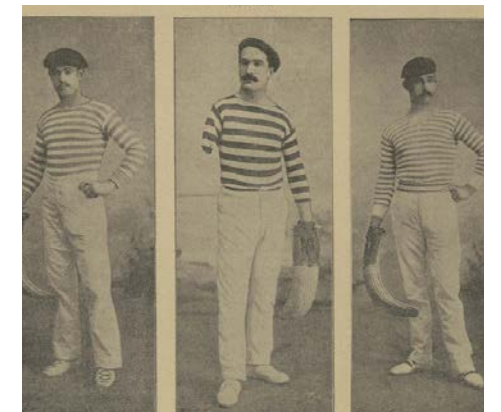


Fig. 9 Los pelotaris Gorostegui, Varza y Arresi

4.2. La pelota vasca en España



Fig. 10 Isabel II de España recibiendo a Napoleón III, San Sebastián, 1861



Fig. 11 Reina María Cristina, playa de la Concha, San Sebastián



Fig. 12 Palacio Miramar



Fig. 13 Rey Alfonso XIII en el Palacio Miramar.

El efervescente crecimiento del interés por la pelota vasca y el consiguiente nacimiento de los frontones ex profeso coincide en el tiempo con el reinado de Isabel II. La enfermedad cutánea de la reina se decide tratar mediante baños con agua de mar. Por ello, decidieron permanecer durante el periodo vacacional estival en el País Vasco. Es en este momento cuando florece la relación tan estrecha que existe entre la realeza y San Sebastián (Fig 10 y 11) (Auge 2016).

Posteriormente, con el reinado de Alfonso XII y María Cristina de Borbón, se asientan de una forma más firme rehabilitando un monasterio para construir el Palacio de Miramar (Fig. 12 y 13). El deporte autóctono captó el interés de los reyes, quienes asistían con frecuencia a los partidos de pelota vasca (Fig. 14)(OET San Sebastián 2018).



Fig. 14 Familia real en un concurso de equitación. Palco Real, frontón Beti Jai, 1901

En primer lugar, la realeza deseaba disfrutar de este deporte durante el año entero, no únicamente durante sus vacaciones. En segundo lugar, los empresarios vieron una alta rentabilidad económica en expandir la pelota vasca hacia otras ciudades, como fue Madrid. En tercer lugar, la profesionalización del deporte impulsa el interés de los jugadores habituales, convirtiendo su afición en su profesión. Es por estos tres motivos por los que se inicia su crecimiento y se encuentran frontones de pelota vasca fuera de su hábitat natural (Ezquiaga 2013).

La clase alta madrileña, al observar el interés de la realeza por la pelota vasca, también siguió su interés, asistiendo como público a los partidos que tenían lugar en la ciudad (Fig. 15)(OET San Sebastián 2018).

A pesar de que la mayor parte de los frontones construidos en territorio español estén ubicados en el País Vasco, también se construyeron en otras regiones, como en Castilla y León (Fig 16), La Rioja (Fig 17), Navarra (Fig 18) y Madrid.

En Madrid llegó a haber hasta treinta frontones de pelota vasca funcionando. Durante el periodo comprendido entre los años 1891 y 1894, se construyen las cuatro infraestructuras madrileñas de pelota vasca más relevantes: el Jai-Alai, el Fiesta Alegre, el Euskal-Jai y, por último, el que nos ocupa, el frontón Beti Jai, construido en 1894 (González 2013).



Fig. 15 Clase alta madrileña disfrutando de un partido de pelota vasca



Fig. 16 Frontón de pelota vasca ubicado en Castilla y León. Fuente: El Norte de Castilla



Fig. 17 Frontón de pelota vasca ubicado en La Rioja. Fuente: Revista El Vestuario



Fig. 18 Frontón de pelota vasca, Navarra

4.3. El barrio de Almagro

La ubicación del frontón Beti Jai es la calle Marqués de Riscal, número 7, en el barrio de Almagro, distrito de Chamberí (Fig 19). En la actualidad, en su lado oeste, se encuentra el barrio de Trafalgar y, en su lado este, el barrio de Salamanca y la Castellana (Fig 20). Es una de las zonas más caras de Madrid. Este aspecto ha provocado que el solar fuera objetivo de numerosos inversores. A pesar de ello, las plataformas encargadas de su protección han evitado que sea derruido. Actualmente, debido a que no se ha permitido su acceso al público desde su cierre como frontón en el año 1918, ha perdido el carácter de punto de encuentro y de ocio de la ciudadanía que tuvo en su momento. Sin embargo, existe la esperanza de recuperar este carácter de acercamiento del vecindario gracias a su reciente rehabilitación (Plataforma Salvemos el Beti Jai 2009).

El origen del distrito de Chamberí se remonta a la Edad Media, cuando es ocupado por los caballeros de la Orden de los Templarios. En el siglo XVI, estas tierras son repartidas a la Iglesia, los nobles y algún afortunado campesino, siendo empleadas como terreno de caza y de cultivo. A principios del siglo XIX, con el comienzo del desarrollo industrial y la desamortización de Mendizábal de los terrenos de la iglesia, se comienzan a urbanizar algunas de las calles principales del sector para alojar a los trabajadores y ubicar las industrias como las entonces conocidas como el camino de Hortaleza, el del Cisne y el Paseo Nuevo de las Delicias de la Princesa, actualmente calle de Luchana, calle de Eduardo Dato y paseo de la Castellana, respectivamente. Este fue el comienzo de la efervescente actividad social del distrito, con la que también cuenta hoy en día. Atrae durante este periodo a las clases sociales aristócratas, quienes construyen algunas de las villas denominadas Quintas de Recreo que por entonces se encuentran en la periferia de Madrid (MDO 2007).

El barrio de Almagro había sido en el siglo XVIII una propiedad privada de gran extensión conocida como la Huerta de Loinaz, nombre heredado de su propietario. Aparece dibujada en el plano de Nicolas Chalmandrier de 1761 como un trazado geométrico de retícula (Fig. 25). Parte de este terreno es adquirido por un matrimonio de clase alta para construir su quinta de recreo, conocida como Quinta La Chilena (Fig. 26). Al heredarlo los descendientes del matrimonio, parten el terreno en dos, siendo la mitad superior empleada para construir un palacio, actualmente reconvertido en la sede de Injuve. A principios del siglo XIX, el Almagro es uno de los barrios que mayor número de aristócratas y burgueses empieza a atraer. Estas familias encargan proyectos de palacetes y jardines a los mejores arquitectos de la ciudad (Muñoz de Pablo 2008).

Debido al crecimiento de la población, aparece en 1857 el Plan de Ensanche de Madrid, también llamado Plan Castro (Fig. 27). En este plan se incluye la urbanización de la periferia norte. El resultado es una retícula de calles amplias, pero, debido a las preexistencias edificatorias del entorno, no siempre estricta. Almagro es uno de los barrios cuya urbanización es antes completada, por lo que absorbe mayor parte de la demanda de vivienda del momento, estando entonces solo al alcance de los más adinerados. El vecindario que ocupa el barrio es por ello mayoritariamente familias de nobles. A causa de esto, también se le conoce como el Triángulo de Oro. El resultado es un barrio exclusivo con unas calles plagadas de edificios modernistas, neogóticos y neomodéjares (Muñoz de Pablo 2008).

En la actualidad, los antiguos palacetes han sido reconvertidos en edificios administrativos entre los que abundan embajadas como la de Suecia, Panamá, Turquía, Colombia y Perú. También se encuentra la antes citada sede de Injuve, Instituto de la Juventud, el Ministerio del Interior y el Museo Sorolla (Fig. 28). En cuanto al ocio del barrio, prolifera gran cantidad de restaurantes, hoteles, bares y pubs. Las zonas verdes y los espacios de recreo y juego infantil son escasos.



Fig. 24 Iglesia de Santa Teresa y Santa Isabel de Chamberí, plaza del Pintor Sorolla, 1905



Fig. 19 Distrito Chamberí

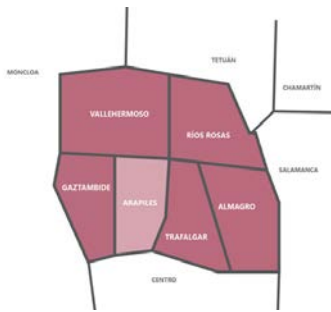


Fig. 20 Barrio de Almagro



Fig. 21 Barrio de Almagro



Fig. 22 Plano general de Madrid, 1866



Fig. 23 Detalle del plano de Madrid de 1866, futuro barrio de Almagro



Fig. 25 Plano de Nicolas Chalmandrier, 1761



Fig. 26 La Quinta La Chilena

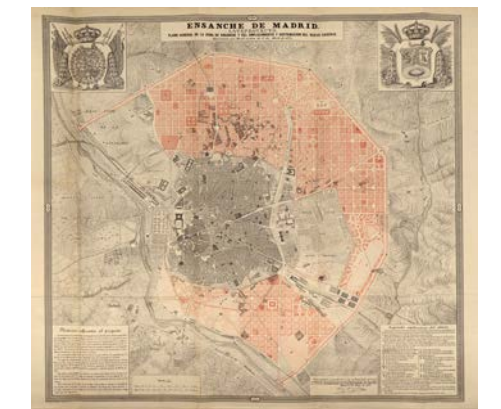


Fig. 27 Plano Castro, Real orden, 1857



Fig. 28 Museo Sorolla

4.4. La pelota vasca en Madrid

Durante la década de los noventa del siglo XIX, el ocio de los madrileños se distribuye en tres clases de espectáculos: las obras de teatro, los toros y la pelota vasca. Cada uno de ellos cuenta con una tipología de edificio diferente: los teatros (Fig. 29 y 30), las plazas de toros (Fig. 31) y los frontones (Fig. 32).

Como se ha comentado anteriormente, Madrid vive en este tiempo un periodo de frenesí por la pelota vasca, por lo que se construyen las cuatro infraestructuras ya citadas. Este deporte y sus jugadores, los pelotaris, se encontraban entre los círculos más altos de la burguesía. Podría ser una situación análoga a la actualidad del fútbol y los futbolistas. Este periodo se consideró la época dorada de la pelota vasca. Reunía a los diferentes escalones de las clases sociales en un único espectáculo que se vivía con gran intensidad. Las personas de más elevada clase solían alquilar los palcos superiores, donde disfrutaban de una muy buena visión del partido, mientras que los de clases bajas se encontraban en la gradería inferior. Alrededor de este juego tenían lugar diferentes actividades económicas como son bares, restaurantes y casas de apuestas, entre otros. El frontón Beti Jai fue considerado La Capilla Sixtina de la Pelota. Por un lado, por simbolizar la profesionalización del deporte, y, por otro lado, por ser una construcción de gran relevancia para la arquitectura del momento, dado que está realizada con estructura de hierro y decoraciones neomudéjares (González 2015).



De las cuatro infraestructuras deportivas citadas anteriormente, la primera en ser construida fue, en 1891, el frontón Jai Alai (Fig. 33 y 34), en vasco significa fiesta alegre, rememorando ese carácter festivo con una capacidad para 2000 asistentes. Estuvo ubicado en el distrito Retiro, barrio de Jerónimos. En 1892 se inauguró el frontón Fiesta Alegre (Fig. 35 y 36) en el barrio de Argüelles, en el distrito de Moncloa-Aravaca. Fue el de mayor capacidad, pudiendo alojar 5500 espectadores. El siguiente frontón fue el Euskal-Jai (Fig. 37 y 38), en 1893, construido en la calle Marqués de la Ensenada, con un aforo de 2500 personas. Su nombre significa fiesta vasca. Fue uno de los primeros en ser cubierto. Por último, el Beti Jai (Fig. 39 y 40), siempre fiesta, en 1894 (González 2015). El único de los cuatro que sigue en pie actualmente y que es el objeto de desarrollo.

Finalmente, la prosperidad del mundo pelotazale sufrió un declive. Fue debido a varios motivos. En primer lugar, padeció una despopularización debido a que comenzó a surgir el interés por otros deportes como el fútbol inglés. En segundo lugar, la moral católica de la Iglesia no estaba a favor de la atmósfera de explotación económica mediante casas de apuestas que rodeaba este deporte.

Por todo ello, a principios del siglo XX los frontones madrileños fueron sufriendo transformaciones. Los más afortunados adoptaron otros usos, tales como el de recinto para conciertos, de hipódromo, entre otros. Destino que tuvo el Beti Jai. Sin embargo, otros fueron derruidos, como el Frontón Jai-Alai, en 1910, o el Frontón Fiesta Alegre, derribado en 1965 (González 2015).



Fig. 29 Sociedad madrileña, exterior del teatro Apolo, principios de siglo XX



Fig. 30 Sociedad madrileña, interior del teatro Apolo, principios de siglo XX



Fig. 31 Sociedad madrileña, plaza de toros de Tetuán de las Victorias, principios de siglo XX



Fig. 32 Sociedad madrileña, frontón de pelota vasca, principios de siglo X

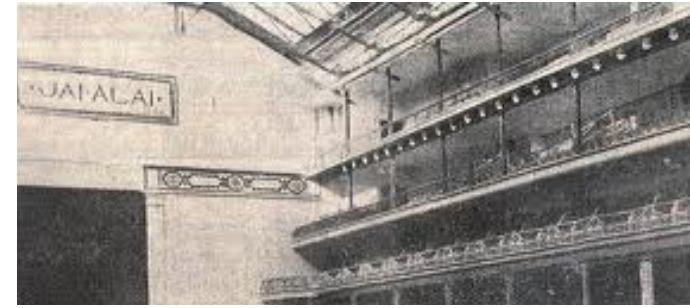


Fig. 33 y 34 Frontón Jai Alai. Superior: graderío y frontis. Inferior: exterior del frontón desde la calle Alfonso XII

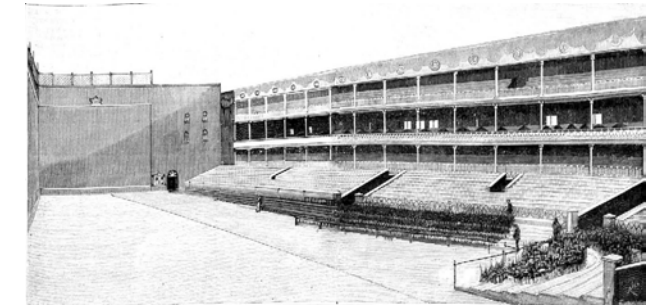


Fig. 35 y 36 Frontón Fiesta Alegre. Superior: vista interior del graderío y el frontis. Inferior: vista exterior desde la calle del Marqués de Urquijo y la calle de Juan Álvarez Mendizábal

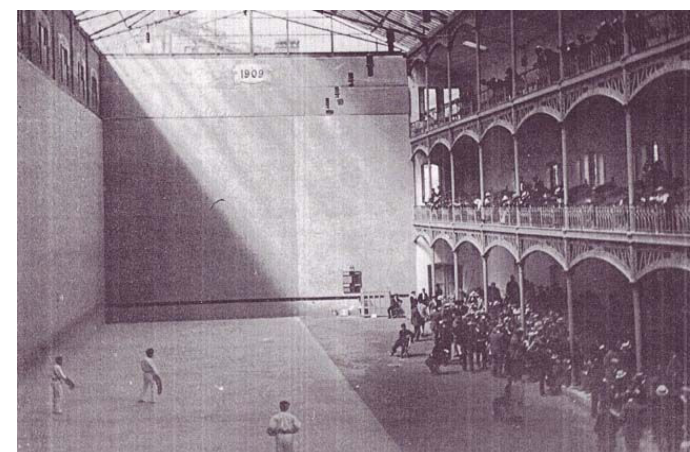


Fig. 37 y 38 Frontón Euskal - Jai. Superior: original en destrucción. Inferior: frontón Euskal - Jai de Pamplona, similar al de Madrid

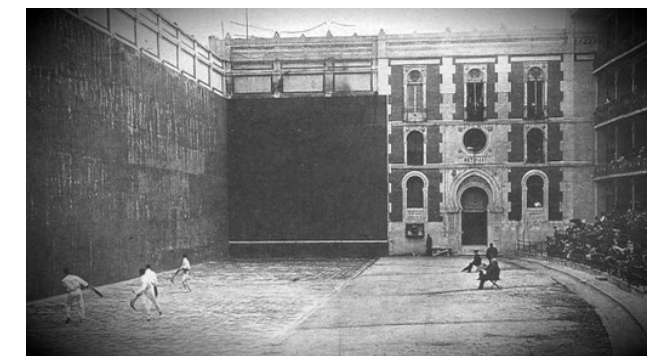


Fig. 39 y 40 Frontón Beti Jai. Superior: vista desde el frontis hacia el graderío. Inferior: vista desde el graderío a la fachada interior y al frontis

4.5. Historia del frontón desde su construcción hasta la actualidad



Fig. 41 José Arana Elorza

La historia de todo edificio no comienza el día en que se inicia su construcción sino el día en el que aparece en la mente de aquellas personas que van a hacer posible esa construcción. En el caso del Frontón Beti Jai, hemos de remontarnos hasta su promotor, José Arana Elorza (Fig. 41), original de Guipúzcoa, quien comenzó su vida laboral como emprendedor siendo muy joven, cuando se mudó a Madrid y fue premiado con el Gordo de la Lotería de Navidad. Esto le permitió tener la suficiente fortuna como para poder montar una serie de ultramarinos en la capital española y en la capital guipuzcoana. Su emprendimiento evolucionó hasta ser un importante empresario taurino y fue nombrado el padre de la Semana Grande de San Sebastián (Plataforma Salvemos el Beti Jai 2009).



Fig. 42 Primera página del proyecto original del frontón Beti Jai

En 1891 es cuando se encuentra el primer rastro material de lo que será el Frontón Beti Jai, el encargo de Arana al célebre arquitecto Joaquín de Rucoba y Octavio de Toledo de la construcción del frontón (Fig. 42), el cual debe tener cierta afinidad con el Frontón Beti-Jai de San Sebastián. Debe ser una versión mejorada y de mayor envergadura (Fig. 45) (Plataforma Salvemos el Beti Jai 2009).

En 1893, comienzan las obras. El volumen del proyecto consta de tres cuerpos. El cuerpo principal está formado por tres plantas y constituye la fachada que vuelca sobre la Calle Marqués de Riscal (Fig. 44). Se concibe como el bloque de acogida y bienvenida de los espectadores y como elemento distribuidor. El cuerpo posterior, también de tres plantas, contiene los espacios servidores para el correcto funcionamiento de las actuaciones como son la enfermería, una cocina, habitaciones para los pelotaris y otras dependencias. Estos dos bloques encuadran el tercero, donde se encuentra la cancha y la gradería. Esta última cuenta con una forma curva para permitir la correcta visibilidad del público desde cualquier punto de vista (Plataforma Salvemos el Beti Jai 2009).

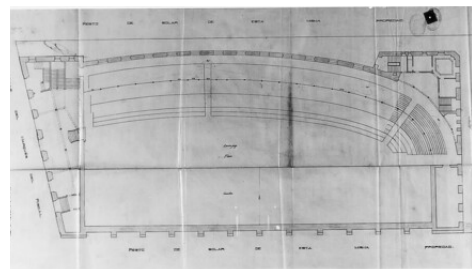


Fig. 43 Planta del proyecto original del frontón Beti Jai

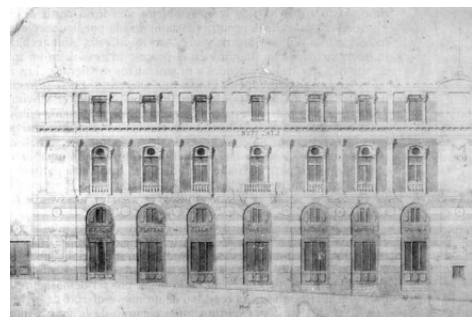


Fig. 44 Alzado original de la fachada de la calle Marqués del Riscal

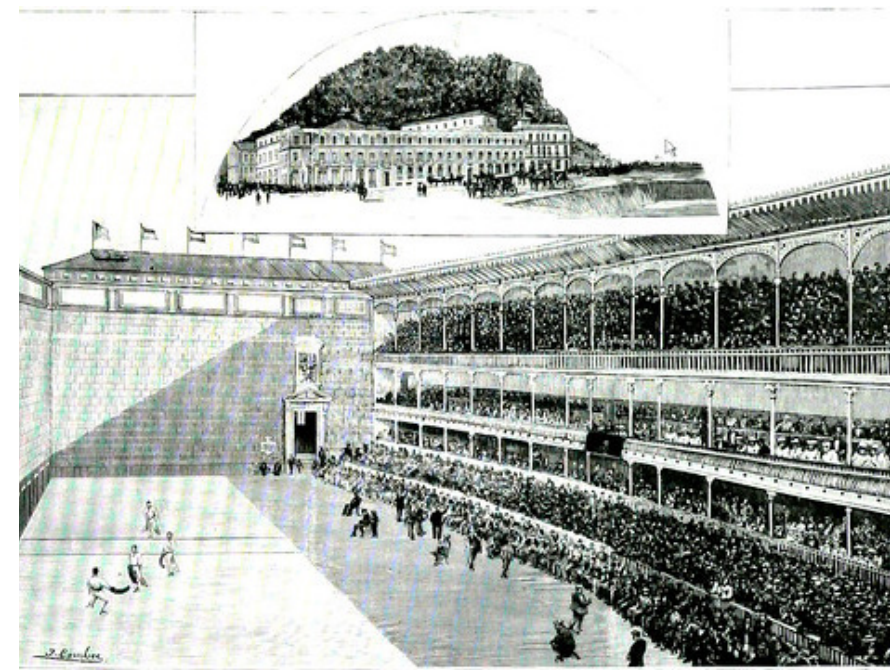


Fig. 45 Ilustración del frontón Beti Jai de San Sebastián

Las técnicas constructivas y la materialidad del proyecto buscan ser pioneras en su tecnología, empleando innovadores medios de construcción. De esta forma, Rucoba sigue la tendencia de arquitectura de Hierro del siglo XIX, marcada por relevantes construcciones como la Biblioteca de Santa Genoveva (París, 1850) (Fig. 48), el Palacio de Cristal de Paxton (Londres, 1851) (Fig. 49), ambas en hierro fundido, y la Torre Eiffel (París, 1889) (Fig. 50), en hierro pudolano, un tratamiento que permite reducir el carbono presente en el hierro fundido, reduciendo así la corrosión. Las primeras construcciones en hierro en España son la Estación de Atocha (Madrid, 1851) (Fig. 51) y el Palacio de Cristal del Retiro (Madrid, 1887) (Fig. 52). En el frontón Beti Jai destaca la estructura que conforma el cuerpo de graderías, que está realizada con hierro fundido, y el empleo de técnicas innovadoras en el curvado de vigas para conseguir la forma del edificio deseada. De esta forma, consiguen, por un lado, la eficacia y velocidad que permite la construcción con hierro fundido y, por otro, la exaltación de sus recursos (Plataforma Salvemos el Beti Jai 2009). Este aspecto es desarrollado con mayor detalle en el punto 4.7 donde se trata la definición y rehabilitación de los elementos que conforman el edificio. ☀️

Un año después, el 29 de mayo de 1894, se realiza la inauguración sin escatimar en gastos. Tienen lugar tres grandes partidos durante los tres días posteriores. Este evento queda recogido por el número 33 de la revista El Pelotari, publicado el mismo día de la inauguración y escrito por Antonio Peña y Goñi, compositor, crítico musical, musicólogo y crítico taurino español (Fig. 46) (Plataforma Salvemos el Beti Jai 2009).

En 1897, el afamado y premiado Orfeón Pamplonés da un concierto en el frontón Beti Jai (Ansorena 2001). Tal es su éxito que queda recogido en la publicación de La Ilustración Española y Americana, número XXIII, del día 22 de junio de 1897 en la página 371 (Fig. 47) (Arenal 1897).

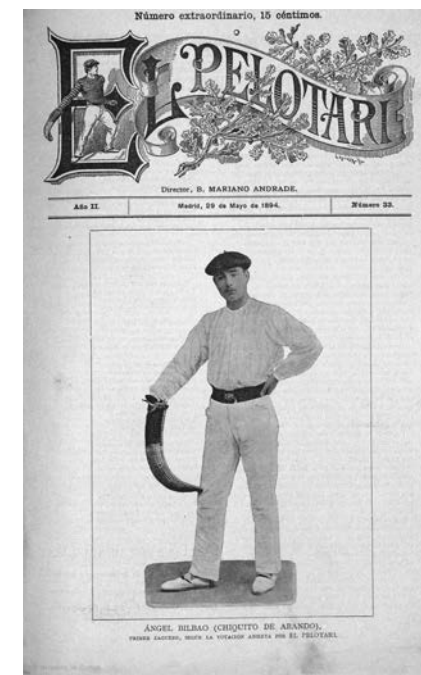


Fig. 46 Revista El Pelotari, número 33

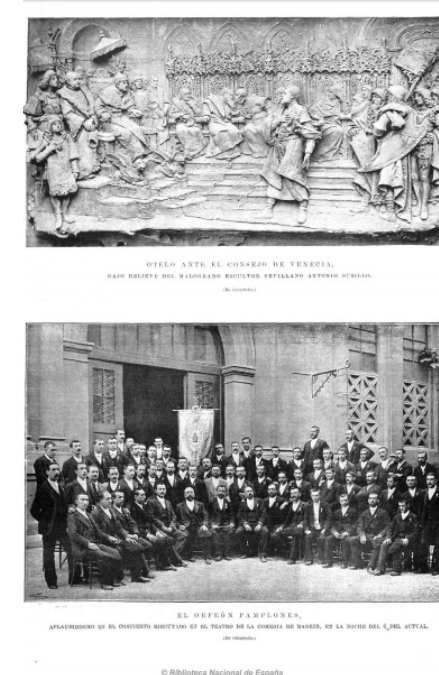


Fig. 47 El orfeón pamplonés



Fig. 48 Biblioteca de Santa Genoveva, París



Fig. 49 Palacio de Cristal, Londres

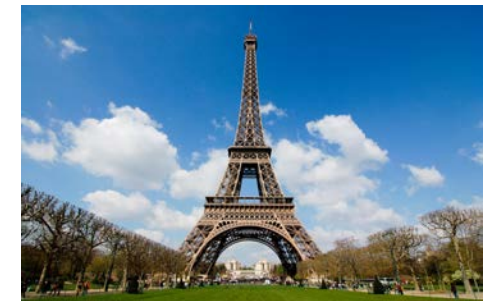


Fig. 50 Torre Eiffel, París



Fig. 51 Estación de Atocha, Madrid



Fig. 52 Palacio de Cristal, Madrid



Fig. 53 Concurso hípico, frontón Beti Jai, 1901

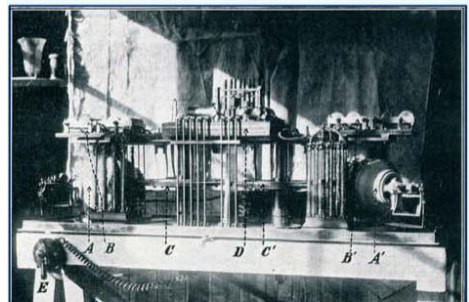


Fig. 54 El Telekino, Frontón Beti-Jai, 1905



Fig. 55 Escuela militar en el frontón Beti Jai, 1913



Fig. 56 Manifestación en el frontón Beti Jai, 1916



Fig. 57 Carteles publicitarios de Studebaker y de Harley-Davidson

Cuatro años más tarde, en 1901, la versatilidad de la infraestructura permite realizar otros tipos de actos de gran interés popular, por ejemplo, los concursos de equitación (Fig. 53). Tal y como relata la revista Blanco y Negro en su número 527 publicado el 08/06/1901, en este espacio tiene lugar la primera fiesta realizada por parte de la Real Sociedad Hípica Española, cuyo fin es dar valor a los deportes ecuestres. Este hecho evidencia el inicio de la decadencia del deporte de la pelota vasca en Madrid (*Blanco y negro* 1901).

Finalmente, una década después de su inauguración, en 1904, se encuentra información que confirma que el frontón ya no se usa como una infraestructura deportiva, sino que ha pasado a emplearse como Centro de Ensayos de Aeronáutica. El gobierno cede la dirección a Torres Quevedo, matemático, ingeniero de caminos e inventor español, con el fin de que materialice y mejore sus invenciones (Fig. 54)(Plataforma Salvemos el Beti Jai 2009).

En los años siguientes es el escenario de una gran variedad de actividades tales como espacio de reunión para la Asamblea de Alcohólicos, en 1908, como Escuela Militar, desde 1913 hasta 1916 (Fig. 55). Se celebra un Mitin y una manifestación por motivo de falta de abastecimiento en el que hay una gran asistencia, en 1916 (Fig. 56). También se encuentran algunas dataciones respecto al uso esporádico durante este periodo como espacio deportivo (Plataforma Salvemos el Beti Jai 2009).

El frontón continúa funcionando como un espacio polivalente siendo empleado por la fábrica de vehículos americana Studebaker y, posteriormente, como concesionario de Harley Davidson hasta 1923 (Fig. 57). Tras el estallido de la Guerra Civil Española, desde 1936 hasta su finalización en 1939, se emplea como comisaría, cárcel y escuela militar por parte del bando nacional. Tras la victoria de estos, también se realizan actuaciones de bandas musicales vinculadas con la Falange Española (Plataforma Salvemos el Beti Jai 2009).

En 1962 comienza a nacer un sentimiento de protección del patrimonio gracias a la Revista Dígame, publicada en junio de 1962. En ella se relata algunos de los usos que ha tenido el edificio en los últimos años. A esta lucha se une, quince años después, el Colegio de Arquitectos de Madrid con la intención de proteger, conservar y abrir de cara al público el frontón. Se consigue que sea declarado Monumento Nacional en 1977 (COAM 1977).



Fig. 58 y 59 Graderío tapiado y naves en el frontón Beti Jai

La Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid lleva a cabo los primeros trámites de la declaración del frontón como Bien de Interés Cultural con la categoría de Monumento en 1991. Han debido pasar veinte años para conseguir la finalización de estos. Este periodo es realmente turbulento y plagado de incertidumbre para el frontón Beti Jai y aquellos que sueñan con conseguir que vuelva a hacer brillar su esplendor. Pasa por varias subastas (1989 y 1999), por la realización de un proyecto como edificio de oficinas y pistas de squash (1992), también por un proyecto de hotel (2001), por ser objeto de especulación en la trama marbellí (2006), por estar invadido por okupas (e incluso por un incendio que se saldó con la vida de un vigilante (2008) (Plataforma Salvemos el Beti Jai 2009).

La polémica política generada alrededor de nuestro frontón parece empezar a calmarse a partir de 2009 cuando la plataforma Salvemos el Frontón Beti Jai de Madrid se consolida. Esta plataforma es la gran heroína y defensora del frontón. Desde su fundación hasta la actualidad, organizan una innumerable cantidad de actos para dar a conocer el frontón y la historia de la pelota vasca. Tales como recogida de firmas, exposiciones y mesas redondas, recopilación de toda la documentación existente relacionada con el frontón, concurso de ideas, entre otros. Lo más interesante de esta plataforma radica en sus componentes. Está formada por ciudadanos de gran variedad entre los que encontramos el vecindario, profesionales de la arquitectura, historiadores, artistas de diversa índole y aficionados a la pelota (Plataforma Salvemos el Beti Jai 2009).

Finalmente, se alcanza la meta de la rehabilitación del frontón Beti Jai. Se comienza por la intervención en algunos de los elementos más deteriorados como es parte de la cubierta y de la fachada en 2014. Se continúa por la consolidación de la estructura en 2016 y 2017. Con gran ilusión y afán por poner en funcionamiento este espacio, finalizan las obras de rehabilitación en el año 2019. En la Semana de la Arquitectura de Madrid, evento durante el cual se permite el acceso a la ciudadanía una gran cantidad de edificios relevantes, celebrada en septiembre de 2019, se abren las puertas del frontón para su visita en grupos reducidos y guiados (Plataforma Salvemos el Beti Jai 2009).



Fig. 60 Vista del frontis desde el graderío del frontón Beti Jai restaurado, 2019.



Fig. 61 Graderío del frontón Beti Jai, 1977

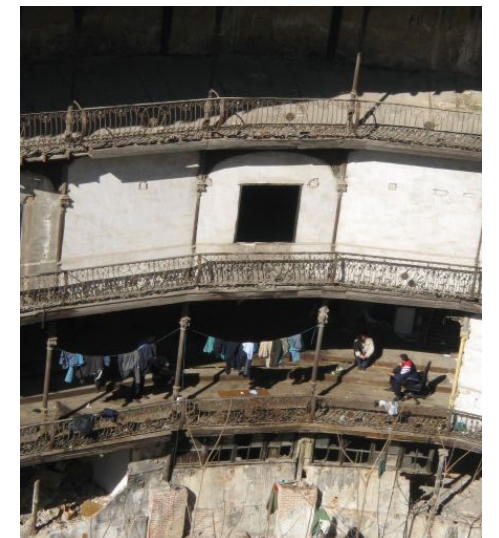


Fig. 62 Okupas en el frontón Beti Jai, 2008

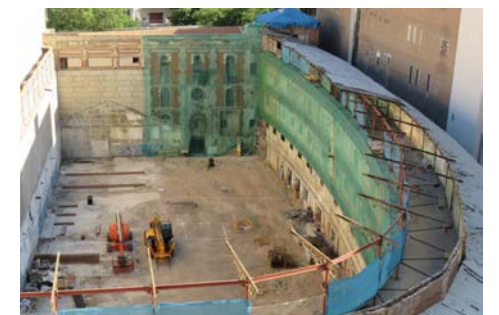


Fig. 63 Frontón Beti Jai en obras

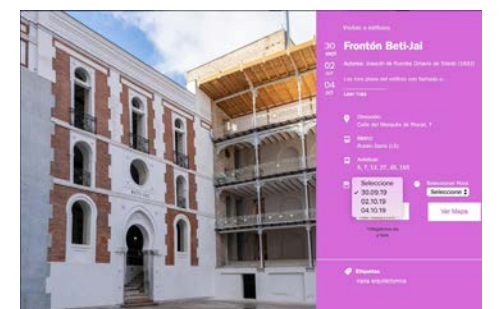


Fig. 64 Frontón Beti Jai en la Semana de la Arquitectura de Madrid

4.6. El arquitecto: Joaquín de Rucoba y Octavio de Toledo



Fig. 65 Joaquín de Rucoba y Octavio de Toledo

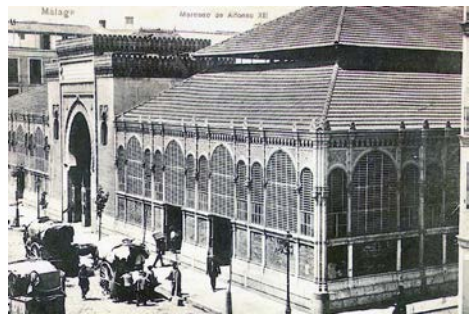


Fig. 66 Exterior del Mercado de Alfonso XII

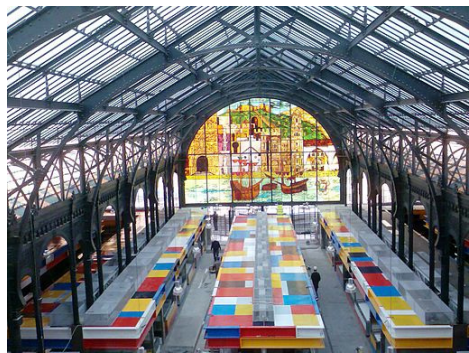


Fig. 67 Interior del Mercado de Alfonso XII



Fig. 68 Exterior de la plaza de Toros de La Malagueta

Joaquín de Rucoba y Octavio de Toledo (Fig. 65) nace en 1844 en Cantabria. Posteriormente se traslada a Madrid, donde comienza sus estudios de arquitectura en la Escuela Superior de Arquitectura en 1863. Fue un destacado estudiante, siendo el segundo de su promoción, y se gradúa en 1869, en esta misma escuela (González 2013).

Su vida laboral se desarrolla entre el País Vasco, Madrid y Málaga. Durante toda ella mantiene paralelamente el ejercicio de servicio público y de arquitecto con una vertiente pedagógica, principalmente desarrollada en la Escuela de Artes y Oficios de Bilbao y en la Academia de San Telmo de Málaga. Además, fue miembro de las Comisiones Provinciales de Monumentos tanto en Málaga como en Santander. Así se observa su interés por la restauración y el mantenimiento del patrimonio que suponen los monumentos para las ciudades (González 2013).

Durante el siguiente año a graduarse, ejerce como profesor en la Escuela de Maestros de Obras en Guipúzcoa. En esta provincia conoce a su esposa, con quien tuvo tres hijos varones. Seguidamente, se traslada a Málaga donde ejerce como Arquitecto Municipal hasta 1883. En este periodo, destacan construcciones como el Mercado de Alfonso XII (Fig. 66 y 67), también conocido como Las Atarazanas, en 1873, y la Plaza de Toros de La Malagueta (Fig. 68 y 69), en 1874 (González 2013).

El Mercado muestra el lado restaurador y conservador del arquitecto dado que mantiene la puerta de mármol originaria del anterior edificio ubicado en el solar, unas atarazanas árabes con un pasado histórico que se remonta al reinado de Abderramán III en el siglo X y que ya habían sido restauradas durante el siglo XIV por el rey Yusuf I. El edificio está formado por tres naves materializadas con una estructura ligera metálica y cerradas con materiales pesados como son la piedra y la mampostería. La construcción de la Plaza de Toros de Rucoba es de estilo neomudéjar y tiene una forma en planta de hexadecágono, polígono de dieciséis lados, inscrito en un diámetro de cincuenta y dos metros. Ambas edificaciones son declaradas Bien de Interés Cultural con categoría de Monumento en 1979 y 1981, respectivamente (Ordieres 1987).



Fig. 69 Interior de la plaza de Toros de La Malagueta

Durante los diez años siguientes, desde 1883 hasta 1893, vuelve al País Vasco. En el inicio de su estancia en esta ciudad, durante los tres primeros años, se dedica a Arquitecto Jefe de las Obras Municipales. Destacan obras de edificios públicos realizadas como son el Ayuntamiento (Fig. 71) y el Teatro Arriaga (Fig. 72).

Se traslada a Madrid, cuando construye el edificio objeto de estudio, el frontón Beti Jai, en 1894. También es reseñable la obra del Asilo de las Hermanitas de los Pobres (Fig. 73), en 1895, promovido por el marqués de Larios, conocido de Rucoba en Málaga, miembro de una de las familias más influyentes de dicha ciudad. Su función es de carácter solidario, como asilo para personas mayores. Está formado en planta por tres cuerpos paralelos entre ellos, desfasando el central hacia el interior del solar. Están unidos mediante un volumen transversal. En el centro se encuentra una capilla de una única nave. Se encuentra proyectado con un estilo neogótico mudéjar y emplea ladrillo y piedra, decorado con molduras góticas. Es ampliado tras la Guerra Civil. El encargo del frontón Beti Jai es realizado por parte de José Arana, en 1891 bajo el nombre de la empresa Unibaso y Compañía, cuyas siglas AUC superpuestas aparecen en un sello en la fachada (Ordieres 1987).

Brevemente, vuelve a Málaga donde realiza actuaciones de tipo urbanístico como es la famosa calle Larios (Fig. 74). Concluye su recorrido laboral en Santander, donde edifica el Convento de las Salesas (Fig. 75) y es nombrado Arquitecto Diocesano del Obispado en 1900 (Fig. 70). Con este cargo realiza importantes intervenciones como son el Palacio Episcopal y la restauración de la Catedral (Ordieres 1987).

A lo largo de su trayectoria profesional fue premiado con varios reconocimientos como, en 1878, la Encomienda de la Real Orden de Isabel la Católica y, en 1882, la Orden Civil de Beneficencia. En 1910, obtiene la Medalla de Oro en Arquitectura durante la exposición valenciana de Bellas Artes. Finalmente, fallece en 1919 (Ordieres 1987).



Fig. 70 Joaquín de Rucoba (situado a la izquierda), arquitecto diocesano, Santander



Fig. 71 Ayuntamiento de Bilbao



Fig. 72 Teatro Arriaga



Fig. 73 Asilo de las Hermanitas de los Pobres

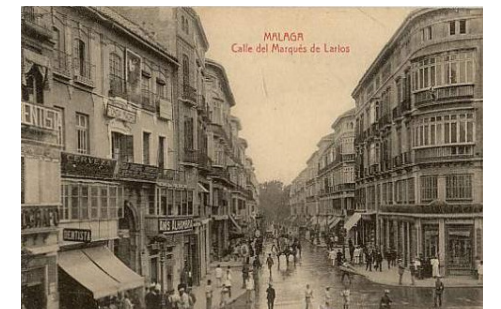


Fig. 74 Calle del Marqués de Larios, 1900



Fig. 75 Convento las Salesas

4.7. Datos del proyecto

Localización: Calle Marqués de Riscal, 7, barrio de Almagro, distrito de Chamberí, Madrid, España

Destino según proyecto: infraestructura deportiva

Estilo: ecléctico y neomodéjar

Propietario actual: Público. Ayuntamiento de Madrid

Propietario inicial: José Arana Elorza

Arquitecto original: Joaquín de Rucoba y Octavio de Toledo

Arquitecta de la restauración: Mariluz Sánchez Moral

Encargo: Sociedad Arana Unibaso y compañía

Encargo de rehabilitación: Ferrovia Agromán

Jefa de obra de la rehabilitación: Laura Soler Murolas

Terminaciones y Exteriores: Gran Tejería de Eloy Silió

Fecha del proyecto: 1891

Fechas de construcción: 1893

Fecha de cierre: 1919

Fecha de inicio de restauración: 2010

Fecha y calificación de protección: 9 de febrero de 201. Bien de Interés Cultural con la categoría de Monumento

Fecha de fin de restauración: 2017

Fecha de apertura: 29 de mayo de 1894

Capacidad: 4.000 espectadores

Dimensiones: 39m x 90m

Dimensiones de la cancha: 11m de altura x 11m de ancho x 70m de largo

Coste: 125.000 duros (3.756,33 €)

Coste rehabilitación: 5 millones de €

Fecha de visitas a obra desde su restauración: 30/9, 2/10 y 4/10 en el marco de la Semana de la Arquitectura

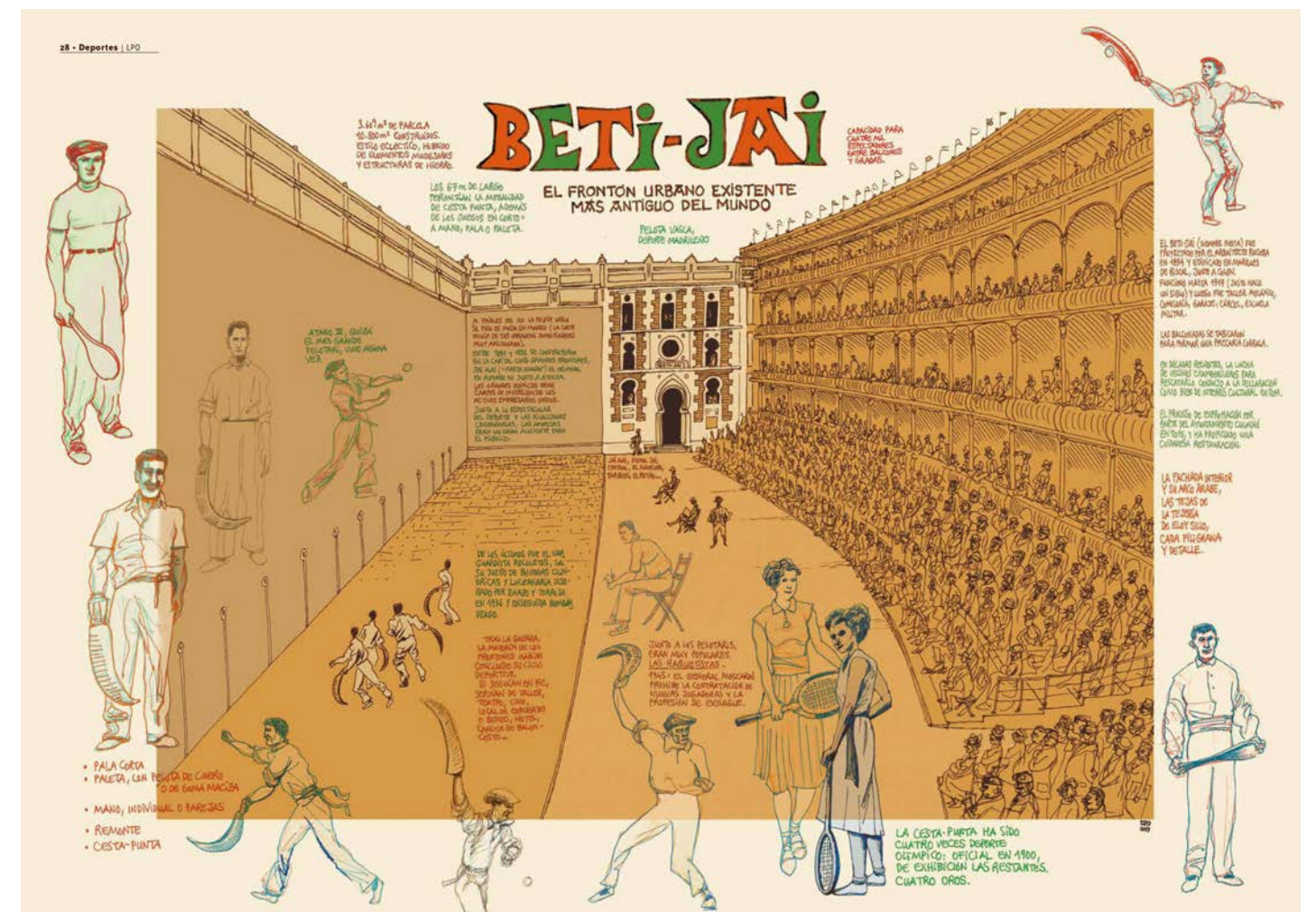


Fig. 76 Ilustración publicitaria del frontón Beti Jai, la revista eme 21, 1919

5. Herramientas de análisis. Levantamiento gráfico

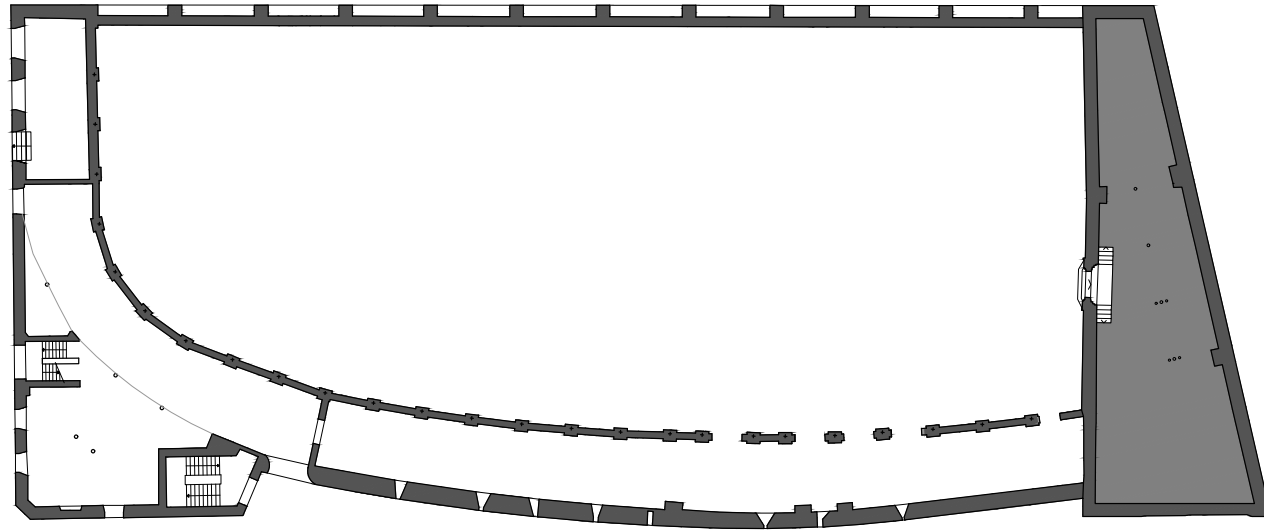


Fig. 77 Planta -1. Acceso a cancha. Escala 1:500

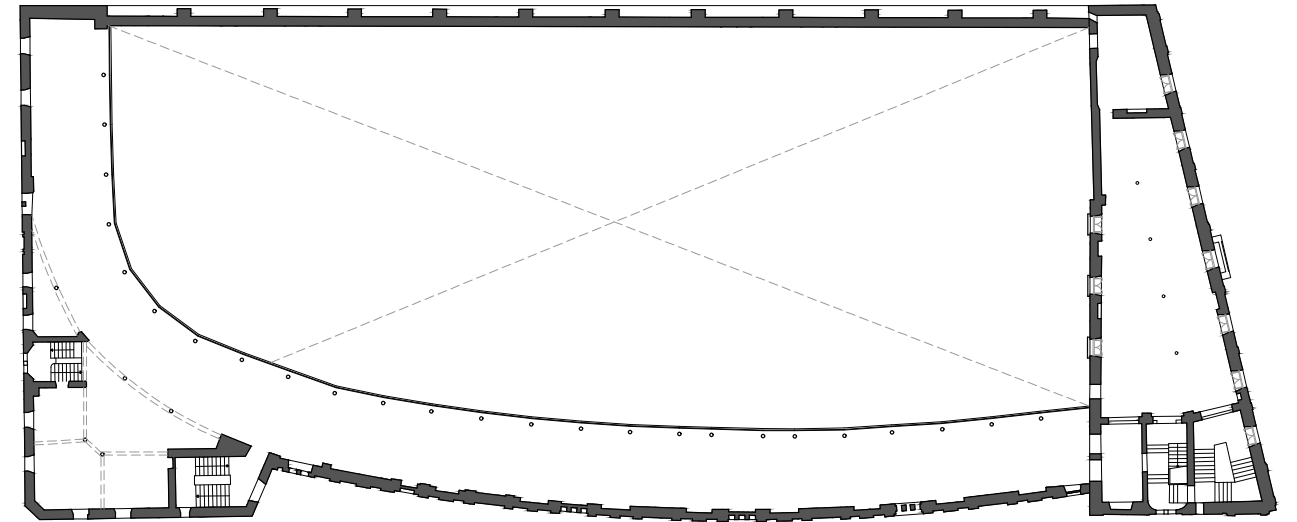


Fig. 80 Planta segunda. Escala 1:500

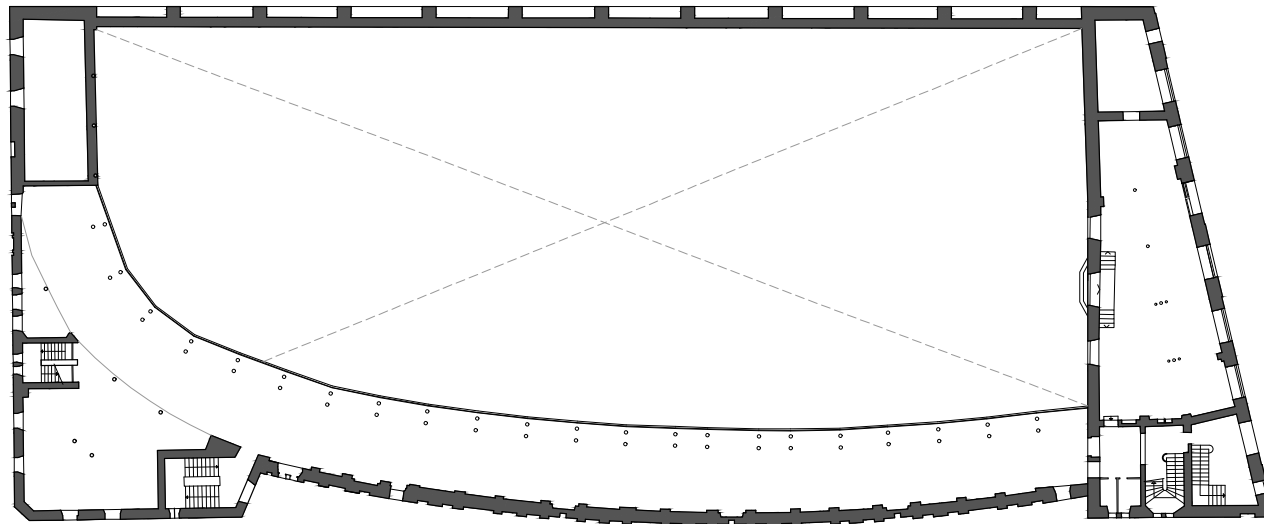


Fig. 78 Planta baja. Cota de calle. Escala 1:500

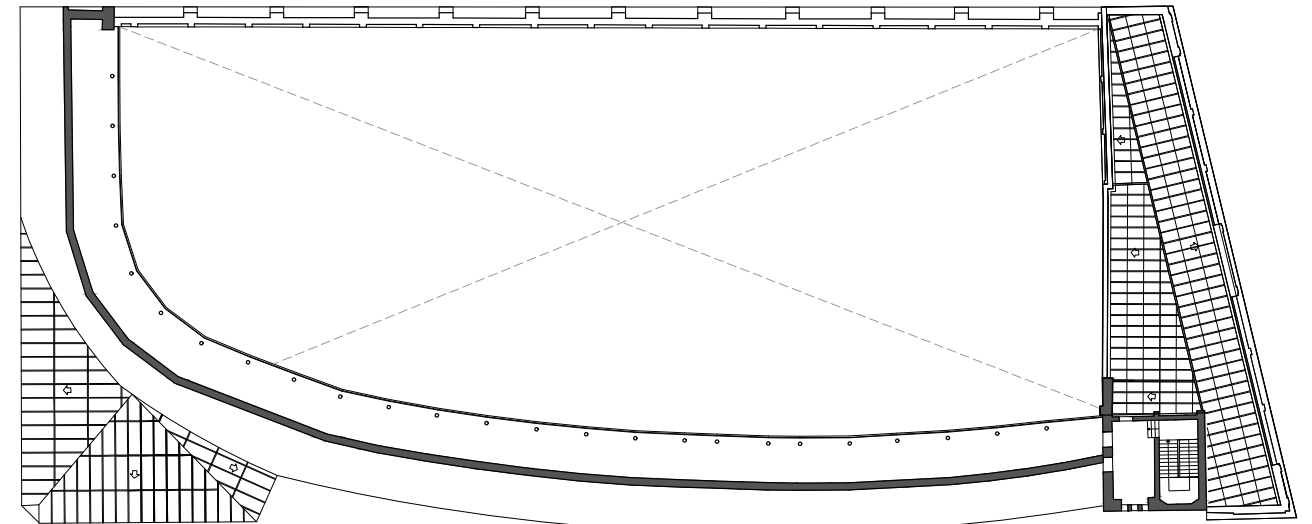


Fig. 81 Planta tercera. Escala 1:500

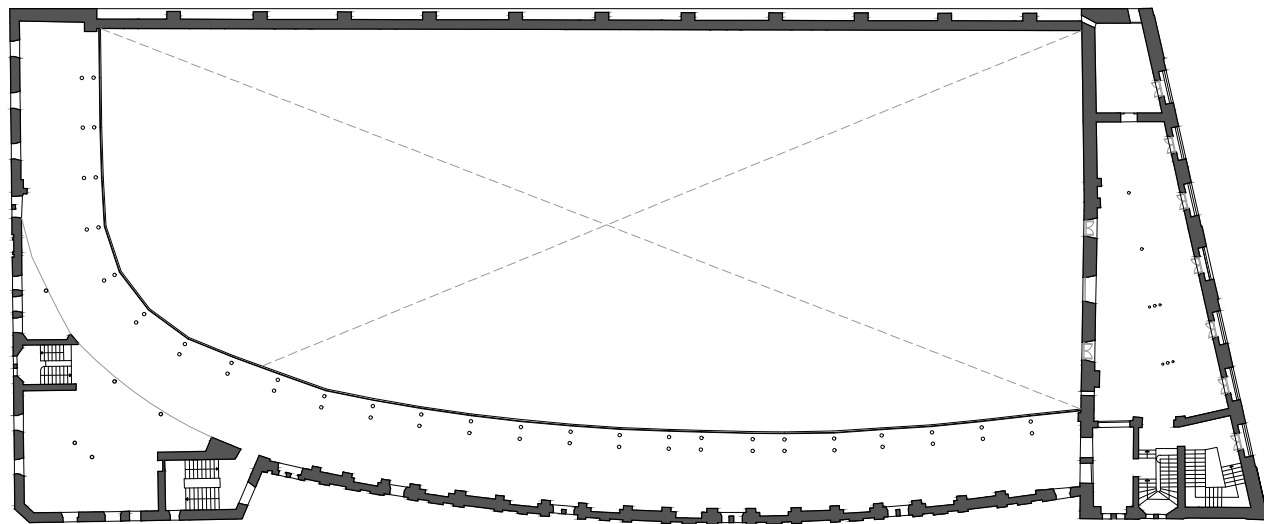


Fig. 79 Planta primera. Escala 1:500

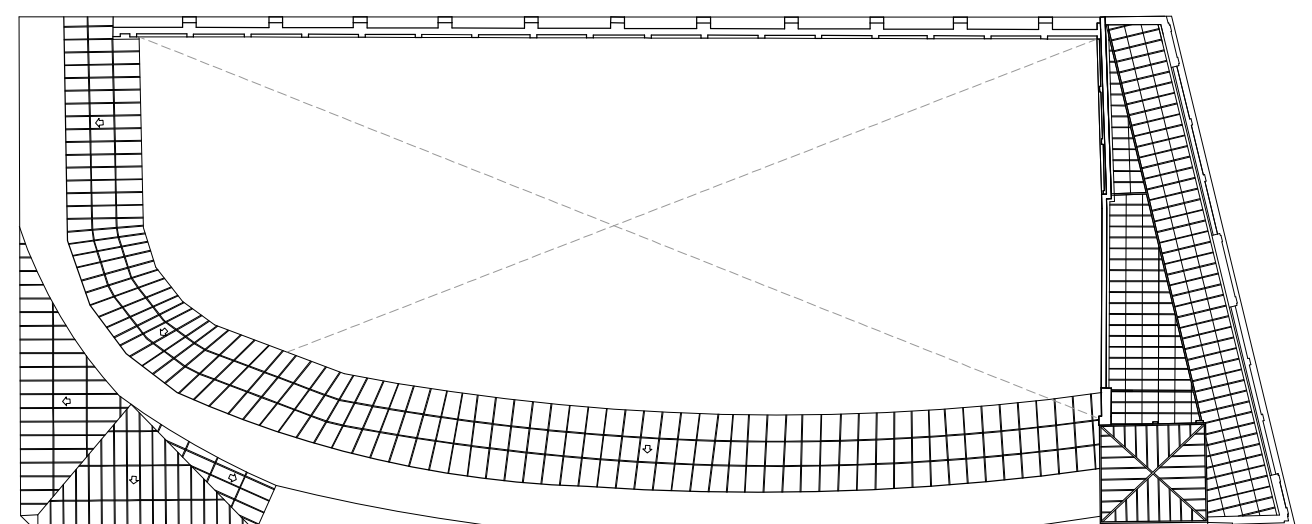


Fig. 82 Planta cubierta. Escala 1:500

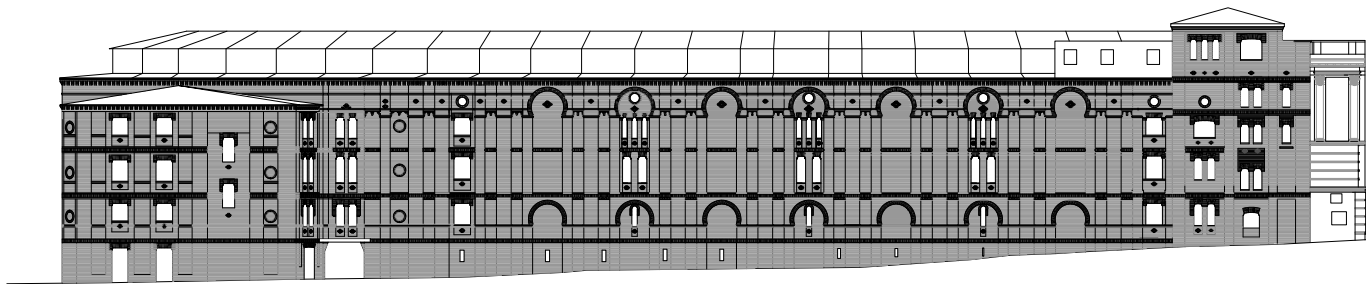


Fig. 83 Fachada del callejón. Escala 1:500

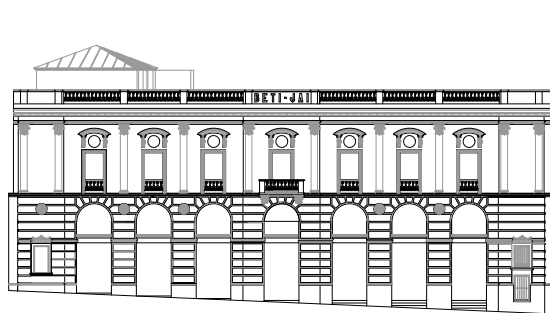


Fig. 84 Fachada a la calle Marqués de Riscal. Escala 1:500



Fig. 85 Fachada interior. Escala 1:500

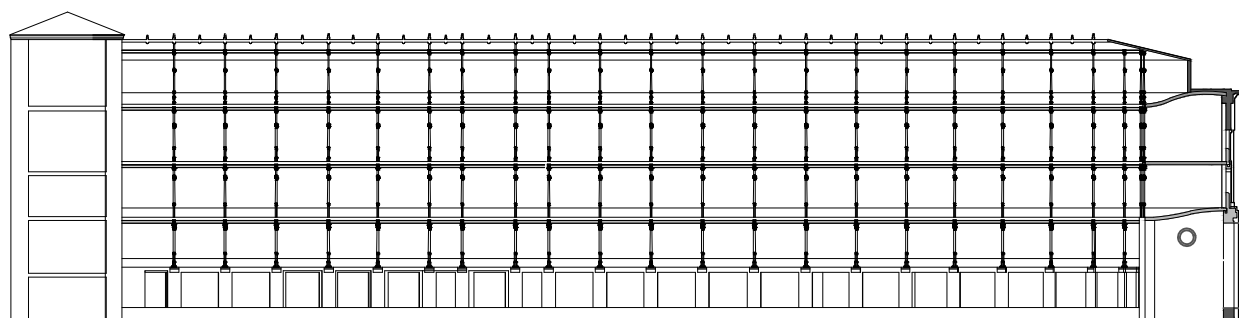


Fig. 86 Fachada interior del cuerpo de gradas. Escala 1:500

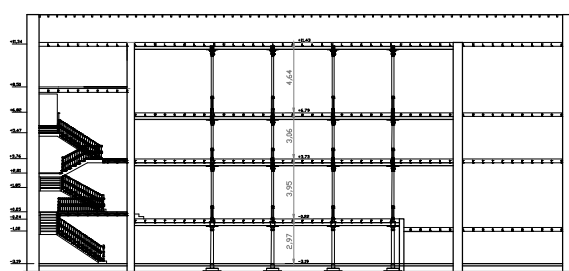


Fig. 87 Sección cuerpo principal. Escala 1:500

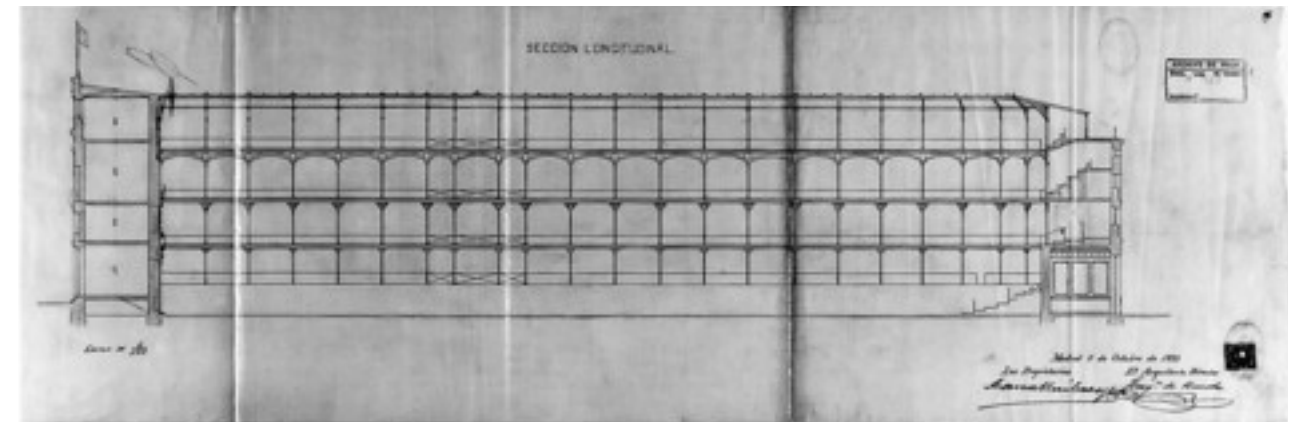


Fig. 88 Fachada interior del cuerpo de gradas. Plano original de Rucoba.

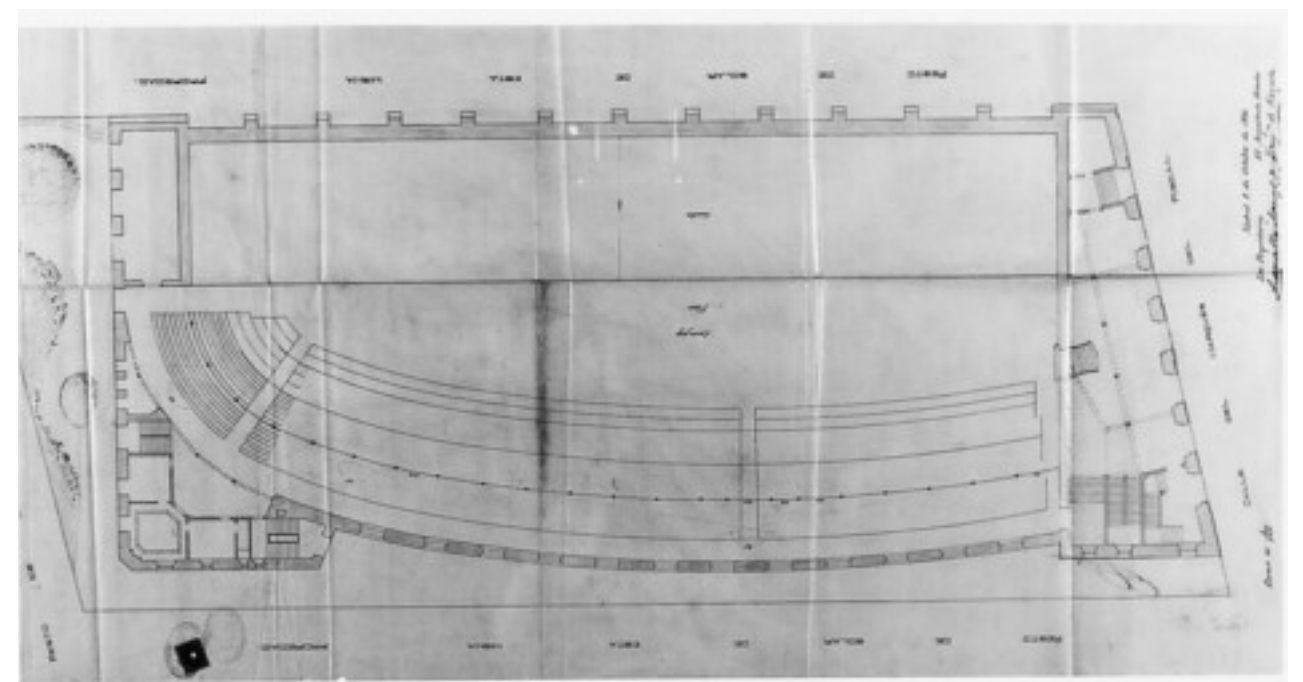


Fig. 89 Planta primera. Plano original de Rucoba.

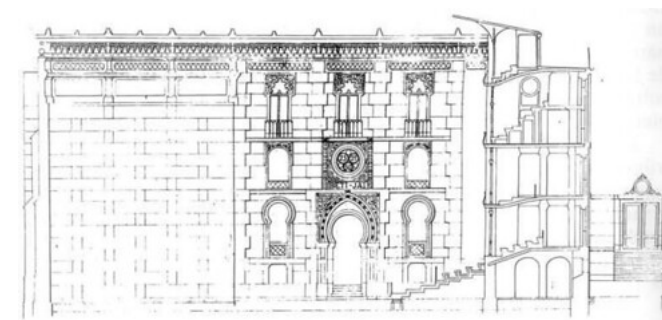


Fig. 90 Fachada interior. Plano original de Rucoba.

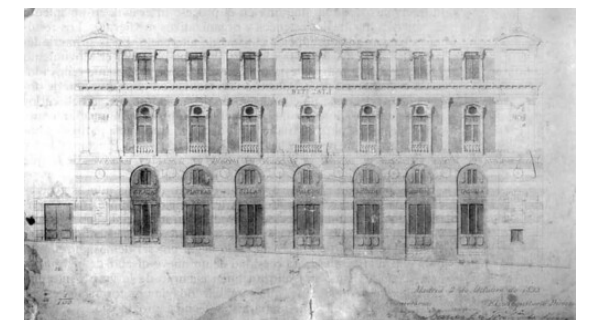


Fig. 91 Fachada a la calle Marqués del Riscal. Plano original de Rucoba.

6. Descripción y análisis del frontón

6.1. Descripción tipológica y compositiva

La manzana en la que está ubicado el frontón Beti Jai tiene forma de paralelogramo. Sus lindes miden 85 metros, definidos por las calles Marqués del Riscal, donde vuelca la fachada principal, y la calle de Jenner, y 130 metros, por las calles de Fortuny y del Monte Esquinza. La parcela es rectangular de dimensiones 39x90 m. Predomina el uso de suelo residencial y los bajos comerciales. También es destacable que, en la esquina de la calle del Monte de Esquina con Jenner, se encuentra la fundación de Norman Foster. (Fig. 92)

Como se ha comentado anteriormente, el edificio está compuesto por tres cuerpos: el cuerpo principal, el posterior y el graderío, agrupados en forma de C. El conjunto se cierra con el muro medianero, enmarcando así el espacio descubierto de cancha. (Fig. 95)

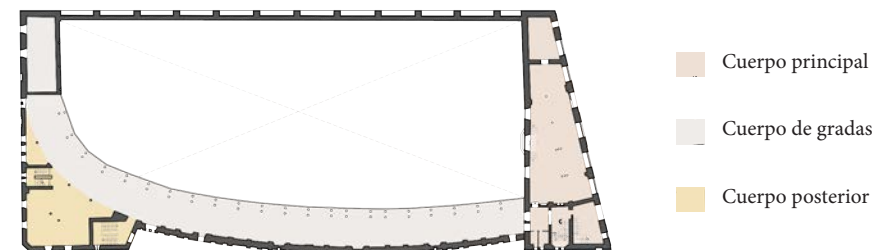


Fig. 95 Planta tipo diferenciando volúmenes

El volumen principal se encuentra en el lado sur de la parcela. La fachada muestra una composición simétrica, con el cuerpo central diferenciado. Cuenta con dos franjas horizontales, de ancho decreciente conforma la altura. Están perforadas con unos vanos alineados verticalmente de diferente diseño. La franja inferior cuenta con el zócalo de piedra artificial de cemento y arena trabajada. La superior está revocada, modulada mediante pilastras. Además, cuentan con decoración mediante molduras, guardapolvos, el sello de la empresa promotora y guirnaldas, entre otros. El conjunto está rematado por una cornisa de piedra artificial, según el Informe Técnico. (Fig. 93)

La forma en planta es de trapezoido con una superficie de 230m² aproximadamente y está formado por tres plantas. Originalmente, funciona, por un lado, como espacio de bienvenida al edificio, conteniendo el vestíbulo principal y salones donde el público puede cobijarse de la lluvia o del calor mientras espera a ser atendido. Además, se encuentran los servicios necesarios para la atención al público como son los despachos de administración, oficinas, las contadurías y taquillas y la habitación para el conserje. Por otro lado, tiene carácter distribuidor, por lo que cuenta con las cajas de escalera independientes para palcos y plateas, sillas y gradas, y permite la conexión entre la calle y la cancha, estando esta última a una cota de -1.50 metros (Fig. 94) (Ordieres 1987). Durante el periodo de abandono, sufre numerosas compartimentaciones que fueron eliminadas durante su rehabilitación.

Cuando Rucoba construyó el frontón, no existían las edificaciones colindantes. Ello le permitió diseñar unos contrafuertes para el muro perpendicular al frontis que enmarca la cancha hasta el linde de la parcela. Al construir los edificios vecinos, se ha formado una cámara sin acceso que produce dificultades en la evacuación de aguas pluviales y humedades. Durante la rehabilitación del edificio, se ha subsanado esta patología mediante un sistema de drenaje en el trasdós del muro.

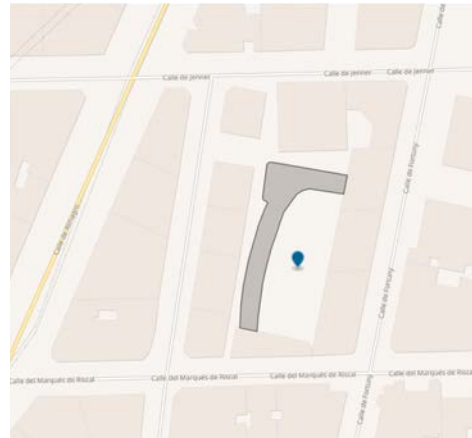


Fig. 92 Emplazamiento del frontón Beti Jai



Fig. 93 Frontón Beti Jai en la calle Marqués del Riscal



Fig. 94 Caja de escaleras del cuerpo principal

El volumen posterior se encuentra en el lado norte de la parcela. Tiene forma triangular y cuenta con una superficie de 190 m². Está formado por tres plantas, y su función es servidora, es decir, contiene aquellos elementos que precisa el edificio para llevar a cabo su actividad, como son la enfermería, una cocina, habitaciones para los pelotaris y otras dependencias de pequeñas dimensiones. Además, permite la conexión del interior de las gradas con la calle Marqués del Riscal a través de un estrecho callejón de 3 metros de ancho que discurre paralelo al cuerpo de las gradas con una pendiente suficiente para conectar ambas cotas y dos cajas de escaleras (Fig. 97). Este mismo callejón conduce a un patio posterior. La fachada que se observa desde este patio sufre durante los años de abandono patologías por el crecimiento de raíces o la aparición de moho debido a ser una de las partes más sombrías del edificio (Fig. 98) (Soler 2019).

El tercer cuerpo, el graderío, es el más especial de la composición debido a su forma en planta como de un cuarto de elipse, recordando a la chistera. Fue escogida debido a que Rucoba busca conseguir la mejor visibilidad del público desde cualquier punto. El graderío está realizado en estilo neomudéjar con un impresionante cuidado por el detalle en las ornamentaciones realizadas en hierro en las galerías. Está dividido en cinco plantas de 450 m² cada una, funcionando la inferior como espacio de almacenaje conectado a la cancha delante del cual se ubicaban las únicas ocho filas de asientos que estaban descubiertas, formadas por dos filas con sillas de tijeras, tres con sillas y tres de banco corrido. En cuanto a las plantas superiores, de abajo a arriba, se encuentra el tendido, la platea, las gradas y, por último, la andanada. En base a estas plantas se fijaban los precios de la entrada. Se estima que la capacidad es de 4000 espectadores (El Pelotari 1894). La andanada cuenta con una cubierta mediante una marquesina para ofrecer sombra al público, rematada con unos lambrequines (Fig. 99).

Finalmente, el espacio rodeado por estos tres cuerpos genera el espacio de la cancha, con una superficie de casi 1700 m². Este espacio es descubierto, por lo que el Beti Jai era mayormente empleado durante el periodo estival. El ancho de cancha es de 11 metros y el contra juego de 67 metros. Está pavimentada por una solera de hormigón armado bajo la cual discurre la rama principal de la red de saneamiento que permite la evacuación de las aguas pluviales recogidas por las bajantes de las cubiertas (Sánchez Moral 2018).



Fig. 96 Vista de la cancha desde el cuerpo de gradas

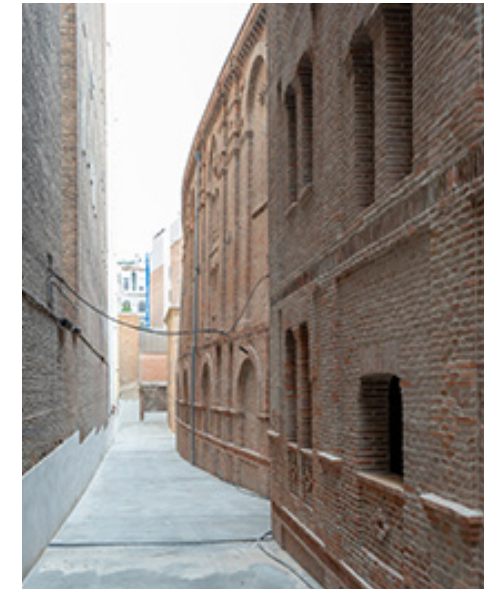


Fig. 97 Vista del callejón de la calle Marqués del Riscal

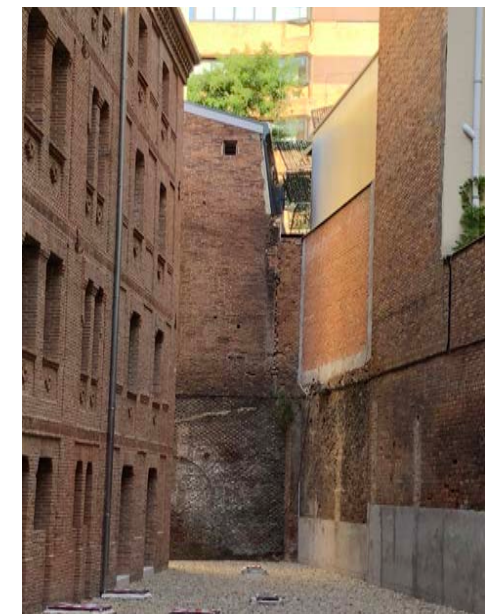


Fig. 98 Fachada y patio trasero del cuerpo posterior



Fig. 99 Vista desde la cancha de la cerrajería del cuerpo de gradas

6.2. Descripción de la estructura



Fig. 100 Interior del cuerpo principal



Fig. 101 Refuerzo del forjado del cuerpo principal

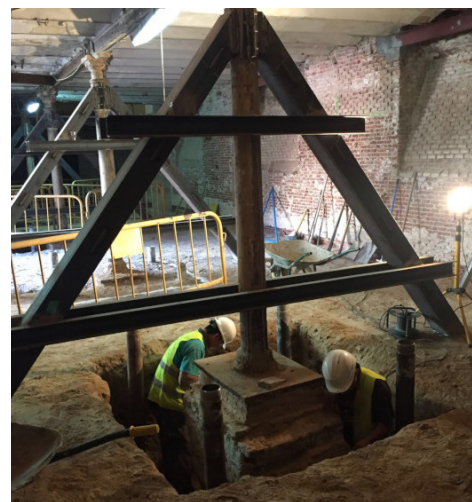


Fig. 102 Apeo durante la ejecución del refuerzo de la cimentación

La estructura del frontón Beti Jai está formada por sistemas constructivos pioneros para la época en la que fue construido, predominando los sistemas industrializados de puesta en obra en seco. A continuación, la descripción de la estructura de cada cuerpo se dividirá en dos partes. Por un lado, se enumera las elecciones constructivas de cada elemento según su materialidad, y, por otro, la distinción entre los elementos originales y los refuerzos posteriores ejecutados durante la restauración. 🌞 🏗️ 🏠

El cuerpo principal cuenta con una estructura formada por dos crujeas, siendo la línea central de pilares de fundación y las dos líneas laterales de muro de carga de ladrillo macizo (Fig. 100). Las vigas están formadas por dos perfiles industriales de sección IPN 200. Sobre ellas se apoyan las viguetas originales, también con sección IPN del tipo 160. Éstas apoyan en los muros a través de un nervio de borde de hormigón armado. Los refuerzos realizados en este cuerpo comienzan por la realización de un muro forro, armado y proyectado para el muro de carga. Además, tras la demolición del entrevigado de los forjados, se repusieron o reforzaron las viguetas más dañadas, mediante chapas en el alma o en el ala inferior, según la patología. También se ha reforzado el forjado mediante unos nervios paralelos a las viguetas en hormigón armado embebidos en el antiguo forjado. El canto del forjado ha variado 2 cm únicamente. Se realiza el nuevo entrevigado mediante bovedillas de porexpan para evitar el incremento del peso propio del forjado (Fig. 101)(Sánchez Moral 2018).

Gracias a la cantidad de documentación original que se ha podido encontrar, es conocido que Rucoba encargó el día 26 de mayo de 1894, una semana antes de la inauguración, hacer pruebas de carga estáticas y dinámicas pertinentes para obtener la licencia. En esta documentación se describe que sube a la última planta 14000 Kg, repartidos en la superficie y pide a los obreros caminar por ahí. Los resultados de las tres pruebas realizadas dan valores que superan las limitaciones actuales propuestas por el CTE, 500 Kg/m². A pesar de ello, de acuerdo con las normativas coetáneas a la construcción del frontón, la estabilidad y seguridad permiten emitir un dictamen favorable para su apertura (La Época 1984).

En la actualidad, dado que el edificio va a ser un espacio de uso público, la estructura original no satisface las limitaciones, por lo que se debe realizar un redimensionado mediante la adición de pilares tubulares. Además, la cimentación original estaba en muy buenas condiciones, pero las columnas de fundación están colocadas sobre un dado de granito, y éste sobre otro de fábrica de ladrillo. Este conjunto no era capaz de soportar la nueva transmisión de carga por lo que opta por la realización de micropilotaje. Para ello, hubo que apea la estructura (Fig. 102). Finalmente, se determina la realización de dos pilares tubulares lisos complementarios a dos de los pilares originales y un refuerzo por micropilotaje de los cuatro pilares de este cuerpo. De esta forma, quedan dos elementos tipo, uno con cuatro micropilotes y tres pilares y otro únicamente con los cuatro micropilotes. En la planta más alta no ha sido necesario realizar el conjunto de tres pilares, por lo que únicamente aparece el original (Fig. 103) (Sánchez Moral 2018).

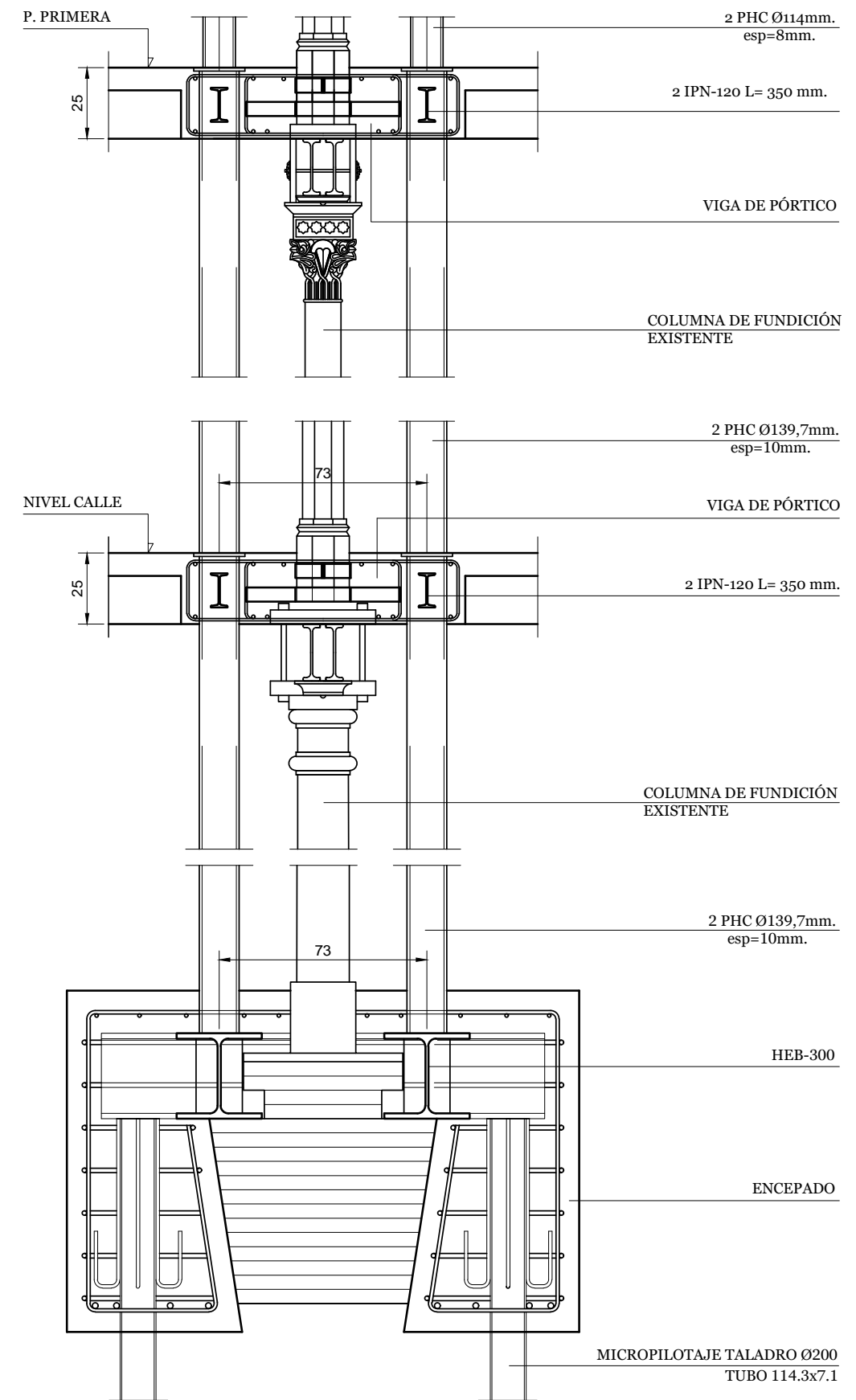


Fig. 103 Detalle de encepado, pilares existentes y nuevos, forjado y viga de doble IPN

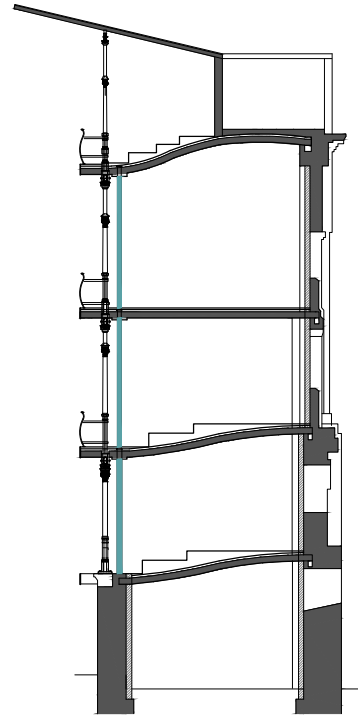


Fig. 104 Sección de las gradas. Pilar duplicado



Fig. 105 Ejecución del muro forro



Fig. 106 Vista de los forjados

En cuanto al cuerpo de gradas, el sistema está formado por una única crujía consistente en el muro de carga perimetral del cuerpo de ladrillo macizo y por los pilares de fundación. Las vigas de este cuerpo también son dobles perfiles tipo IPN, excepto en la última planta, que únicamente hay un IPN. En las viguetas de este cuerpo de las plantas primera, segunda y cuarta se encuentra uno de los aspectos más peculiares de este frontón (Fig. 104). Cuentan con una forma curva, más acusada en la cuarta planta, que busca favorecer el efecto arco para reducir las flexiones y aumentar las compresiones, además de para obtener la óptima visibilidad del espectador. Las viguetas de la planta tercera son planas por motivos estructurales y se consigue la inclinación mediante una estructura complementaria ligera levantada sobre el forjado, que en algún momento de la historia del edificio fue desmontada. Apoyan sobre una viga de madera embebida en el muro portante de hormigón.

La sección de este forjado consiste en unos entrevigados de revoltones abovedados de ladrillo cerámico recibido con yeso, que en su cara inferior se hallaban enlucidos con yeso fino, y, originalmente, decorados con pintura al fresco (Fig. 107). Las viguetas tienen un vuelo de casi 1 m sobre la cancha generando así un balcón corrido. Las barandillas son de cerrajería de rica ornamentación y van ancladas a los pilares de fundación y a la balconada (Fig. 106).

Los refuerzos de este cuerpo han consistido en el mismo muro forro del cuerpo principal (Fig. 105). La medida adoptada para garantizar la estabilidad estructural de los pilares ha consistido en crear una duplicidad de ellos, implantando uno tubular liso como el del bloque principal a 75 centímetros del original. Los nuevos pilares se encuentran unidos mediante una viga de hormigón armado. Este conjunto de esbeltas columnas apoya sobre unos pilares de ladrillo macizo ubicados en la planta baja (Fig. 108) (Sánchez Moral 2018).

Aproximándonos al cuerpo posterior, en el punto singular donde se curva el graderío, el muro trasero se retira y aparece otro pórtico paralelo al de la fachada de gradas, formado igualmente por pilares de fundación y vigas planas. Las medidas de refuerzo tomadas en este caso siguen la línea de los anteriores, realizando el muro forro en el muro portante de ladrillo macizo (Fig. 105). Además, la cimentación de los pilares que forman este pórtico se ha reforzado de manera análoga a los del cuerpo principal mediante cuatro micropilotajes (Sánchez Moral 2018).

Las cubiertas de los tres cuerpos están realizadas de manera muy similar. La sujeción es mediante viguetas de madera (Fig. 106). Sobre estas apoya un entablado también de madera de 2 cm de espesor y, seguidamente, el material de cobertura, donde reside la diferencia entre las elecciones constructivas. Siendo, en el cuerpo principal, de teja, y, en el resto del edificio, de una cobertura de zinc (Sánchez Moral 2018).

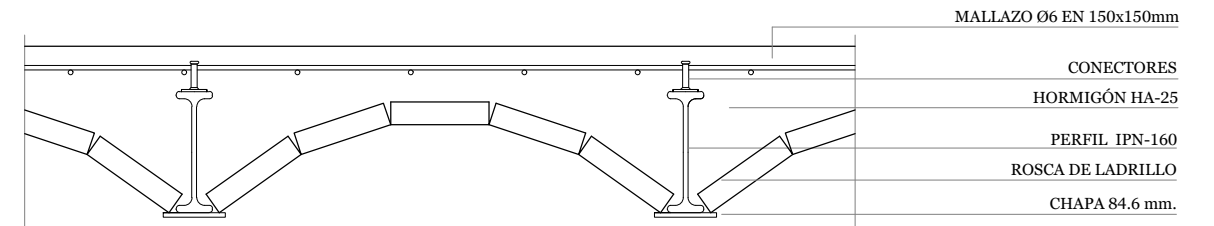


Fig. 107 Detalle forjado tipo de viguetas y revoltones

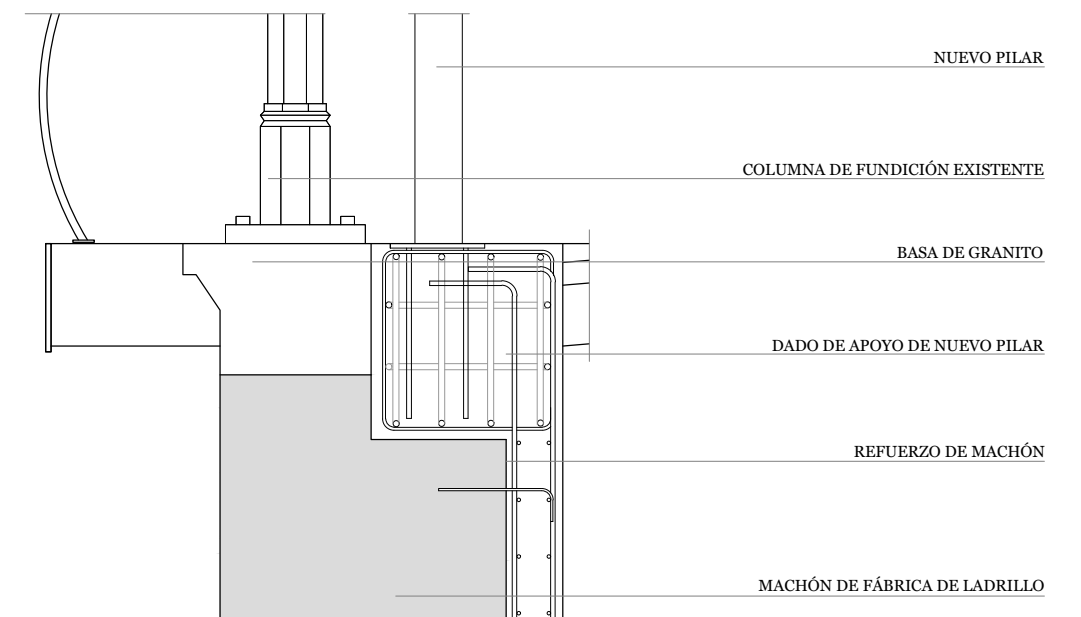
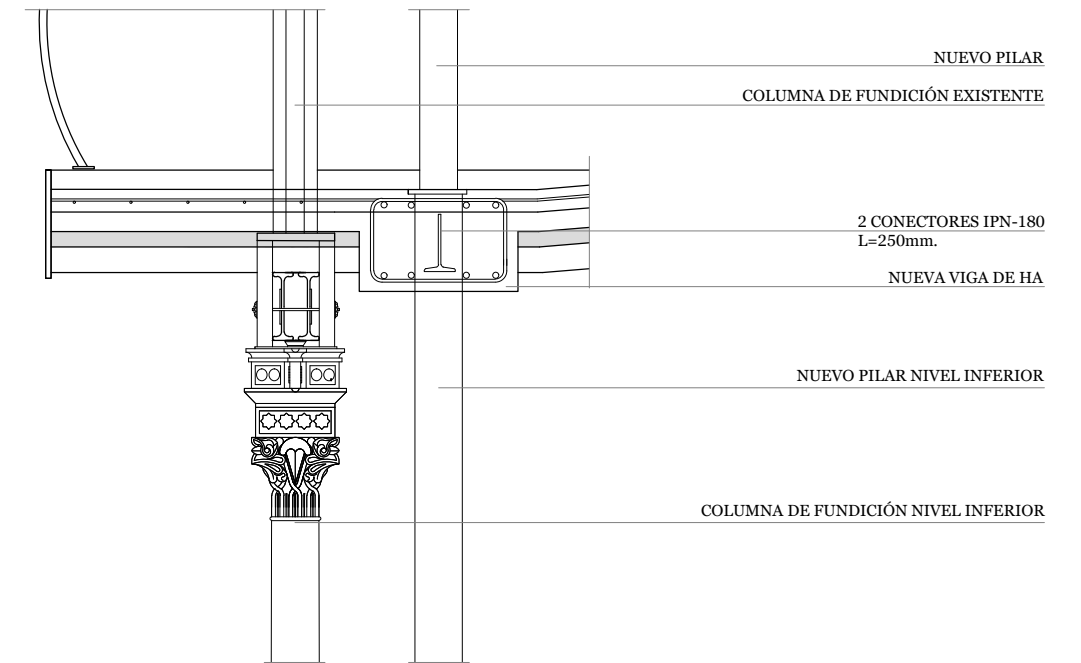


Fig. 108 Detalle del encuentro del muro portante con pilares de fundación con forjado

6.3. Proceso de rehabilitación



Fig. 109 Mari Luz Sánchez Moral

Tras la cruel y castigada vida del Beti Jai, comentada anteriormente, propiciada por el abandono por parte de sus diferentes propietarios, la rehabilitación del frontón parece ser un rayo de esperanza para volver a ser aquello que fue. Es realizada por parte de la empresa Ferrovial, líder en el sector de infraestructuras de forma sostenible, por parte de la arquitecta Mariluz Sánchez Moral (Fig. 109), jefa de Servicio de Conservación del Patrimonio Inmueble en Ayuntamiento de Madrid, y bajo la jefatura de obra de Laura Soler.

El estado en el que se encuentra el Beti Jai antes de la intervención es catastrófico, tal y como se describe en el Informe Técnico sobre el estado del frontón Beti Jai. A pesar de que, afortunadamente, el edificio no tiene problemas de estabilidad considerables, sí es prudente su consolidación y ha sufrido graves patologías en algunos de sus elementos principales como son la cubierta, el forjado, las fachadas y el interior (Fig. 111 y 112) (Patón et al. 2011).

El inicio de la rehabilitación del frontón Beti Jai se remonta hasta 1977, cuando el Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, el COAM, reclama su protección y declaración como Monumento Nacional. Esto queda recogido en la exposición realizada por El País titulada "El COAM ante la destrucción de la ciudad" (COAM 1978), donde también se pide la puesta en valor de otros edificios en situación similar de la ciudad (Fig. 110). Este es el inicio de la incansable lucha en la que se han visto involucrados tanto personas del ámbito de la arquitectura como vecinos y aficionados a la pelota vasca para conseguir devolverlo a su estado original.



SITUACIÓN EN LA CIUDAD
Calle Marqués de Ripón, Frontón Beti-Jai

PROBLEMÁTICA QUE PRESENTA
No ha sido presentado en el COAM ningún proyecto para proceder a su derribo.
Se encuentra en un estado total de abandono, cumpliendo unas funciones que están incidiendo aún más, en un estado progresivo de ruina.

POSICIÓN DEL COAM
Teniendo conocimiento del mal estado de conservación en que se encuentra uno de las obras monumentales más importantes de Madrid (Frontón Beti-Jai), el COAM hace pública su postura de defensa mediante su artículo a la prensa, indicando, en el mismo, en la realización del citado edificio para usos de carácter colectivo.

RECUPERAR EDIFICIOS PARA LOS USOS COLECTIVOS QUE RECLAMA LA CIUDAD
Cualquiera que presencie y viva el contenido social que caracteriza al Frontón Beti-Jai, quedará a la conclusión de que SE ESTA SACRIFICANDO UN CONJUNTO ARQUITECTÓNICO QUE PODRÍA DAR CABIDA A TODA UNA SERIE DE USOS URBANAMENTE CIUDADANOS.
Porque de estos se trata cuando hablamos de defender la permanencia en la ciudad de una serie de edificios que son tan importantes, que no muestran un abandono, a sabi y actividades que dignamente representan el movimiento ciudadano. Hoy es el Beti-Jai, mañana será otro edificio muy distinto. En suma, se trata de que tanto unos como otros

Fig. 110 Publicación "El COAM ante la destrucción de la ciudad"



Fig. 111 Fachada interior del frontón Beti Jai con numerosas patologías



Fig. 112 Cuerpo de gradas desde el interior del frontón Beti Jai

Tras un primer intento de restauración en 2009, bloqueado por los propietarios, se obtiene la expropiación y se inicia el proceso en el año 2014, con las actuaciones previas. Continúa por la consolidación estructural entre 2016 y 2017. Finaliza en 2019, habiendo concluido las tareas de mayor cuidado como es la cerrajería (Soler 2019).

Tal y como describe el informe anteriormente citado, las actuaciones previas se centran en la reparación de la cubierta. El frontón cuenta con dos elecciones constructivas descritas en el apartado anterior. Por un lado, la del graderío tiende hacia la industrialización, presentando una sección compuesta por una chapa de zinc, y, por otro lado, la cubierta del cuerpo principal es afín a una tipología tradicional, dado que el material de cobertura escogido en este caso es una teja plana.

La plataforma Salvemos el Frontón Beti Jai solicita en 2013 una intervención urgente sobre la parte de la cubierta que vierte a la vía pública, con motivo de dos hundimientos (Fig. 114). Además, en las fotografías adjuntas en el citado Informe Técnico se muestra como falta o está en malas condiciones el entablado, así como los remates, partes de la cubierta metálica, entre otros, por lo que también se solicita su restauración (Fig. 113) (Patón et al. 2013).

Durante el profundo estudio realizado por la empresa Ferrovial, se descubre que esta teja plana conservada hoy en día, después de 126 años, es la teja original que escogió Rucoba, identificada por un texto escrito en relieve donde hace referencia a la tejería que las elaboró, Gran Tejería Mecánica de Eloy Silió, Valladolid (Fig. 115) (Soler 2019).



Fig. 113 Pérdida de material de cobertura y entablado de la cubierta del cuerpo de gradas

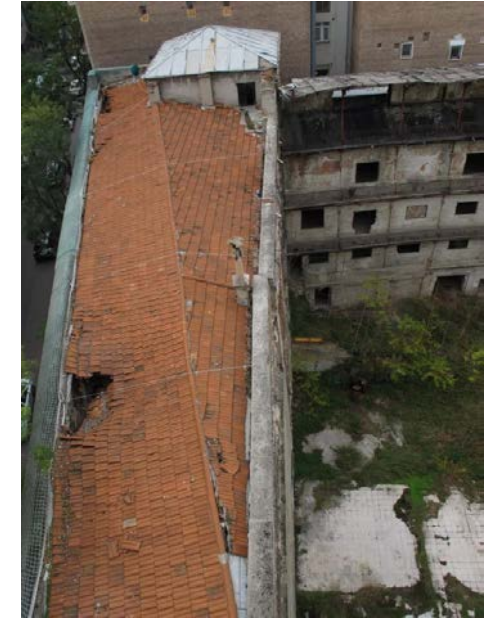


Fig. 114 Hundimiento de la cubierta y desprendimiento de material de cobertura del cuerpo principal



Fig. 115 Teja de la Gran Tejería Mecánica de Eloy Silió, Valladolid



Fig. 116 Eliminación de elementos peligrosos

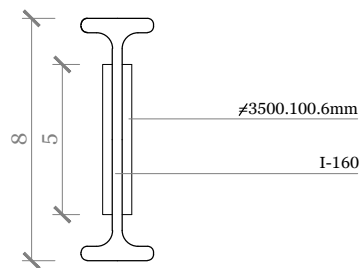


Fig. 117 Detalle de refuerzo sobre las viguetas originales



Fig. 118 Pérdida parcial de los frescos de los revoltones



Fig. 119 Viguetas curvas recuperadas durante la rehabilitación. Revoltones enlucidos con yeso

En la primera fase se realizan aquellas medidas de carácter más urgente. Se procede a la consolidación estructural. Se realiza un acodamiento del edificio completo y se coloca un andamio en la fachada Marqués de Riscal para facilitar el acceso a los elementos que la componen y protegerla. Seguidamente, se lleva a cabo un profundo estudio del estado del edificio, incluyendo catas del terreno para comprobar la resistencia de la cimentación, planimetrías precisas para ubicar las deformaciones, como son desplomes, flechas o fisuraciones. También se consulta la degradación de los elementos estructurales (Soler 2019).

Las acciones inmediatas derivadas de este estudio consisten en la eliminación de aquellos elementos en malas condiciones cuyo derrumbamiento pueda producir la pérdida de otros que sí son reutilizables, siempre recordando el carácter de protección del edificio (Fig. 116). El resultado del estudio de la estructura es realmente satisfactorio dado que permite que el 95% de las viguetas originales sean reutilizadas, aunque con refuerzos (Fig. 117). También se asegura la estanqueidad de las cubiertas, reponiendo las partes que la habían perdido o estaba deteriorada. El Informe Técnico denuncia la falta del sistema de evacuación de aguas pluviales, por lo que se desarrolla el sistema de recogida. De las catas y el estudio de la cimentación, se concluye la necesidad de reforzarla mediante micropilotaje para poder asumir la sobrecarga futura (Soler 2019).

En la siguiente fase, se continúa por los forjados, anteriormente acodalados. La sección está formada por unos perfiles IPN que sustentan revoltones de ladrillo cerámico con forma abovedada y enlucidos con yeso. En las graderías, este enlucido aparece decorado con motivos de formas orgánicas al fresco, predominando el naranja y el azul (Fig. 118). Los IPN son en forma curva en la planta primera y tercera pero no en la segunda, por motivos estructurales. Como se ha dicho en el párrafo anterior, la mayor parte de las viguetas se puede conservar. En caso contrario, se reemplazan. Las pinturas del techo, a pesar de que en el Informe Técnico se asegura la posibilidad de imitar los dibujos originales, tras la rehabilitación se observa el enlucido de yeso en blanco (Fig. 119) (Soler 2019).

En una tercera fase, el objetivo es las fachadas. Al comienzo de la restauración, la fachada no muestra daños estructurales graves, pero si un gran deterioro de los elementos decorativos y los vanos aparecen tapiados. La rehabilitación consiste en afianzar las partes en buen estado y, mediante la reproducción de dibujos con gran cuidado por el detalle, se encarga la fabricación de las molduras y detalles faltantes (Fig. 121).

Esta misma fachada vista desde el interior, se encuentra el frontis y el acceso a la cancha. Lo más interesante de esta fachada es el arco con motivos neomudéjares (Fig. 122). Gracias al mismo nivel de minuciosidad del proceso de rehabilitación, se elabora una plantilla que permite elaborar la puerta tal y como fue originalmente.

La fachada trasera de las gradas cuenta con una sección constructiva de ladrillo visto. Es destacable su forma curva que se adapta a las formas de la grada, buscando la mejor visibilidad desde cualquier punto. La pérdida de algunas piezas de ladrillo o el crecimiento de plantas es resuelta durante el proceso mediante la reposición de las partes faltantes y la eliminación de las hierbas (Fig. 123) (Soler 2019).

Para concluir el proceso, se cuida el detalle en el interior. Se realiza una limpieza de profundidad sobre todos los elementos. Se eliminan las particiones interiores que no fueron proyectadas por Rucoba y se realizaron durante los diferentes usos que sufre el Beti Jai durante su historia. También se retira el tapiado sobre los arcos de las gradas, los cuales permanecieron en muy buenas condiciones (Fig. 120) (Soler 2019).

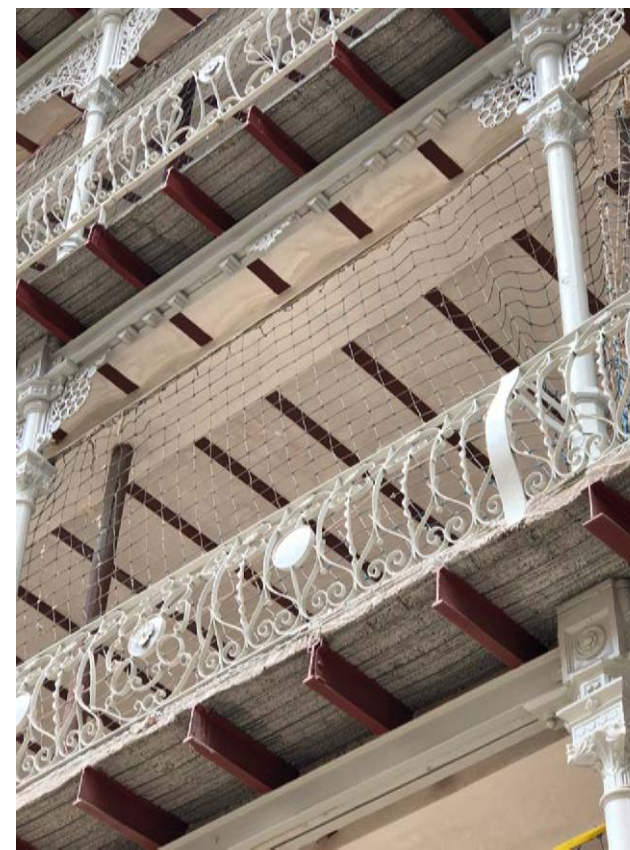


Fig. 120 Cuerpo del graderío. Se observan los refuerzos estructurales y la restauración de elementos decorativos



Fig. 121 Detalle de las molduras de la fachada a la calle Marqués del Riscal durante la rehabilitación



Fig. 122 Detalle de las molduras de la fachada interior tras la rehabilitación



Fig. 123 Fachada trasera del cuerpo de graderío

7. Análisis de la estructura

7.1. Preprocesado

7.1.1. Geometría

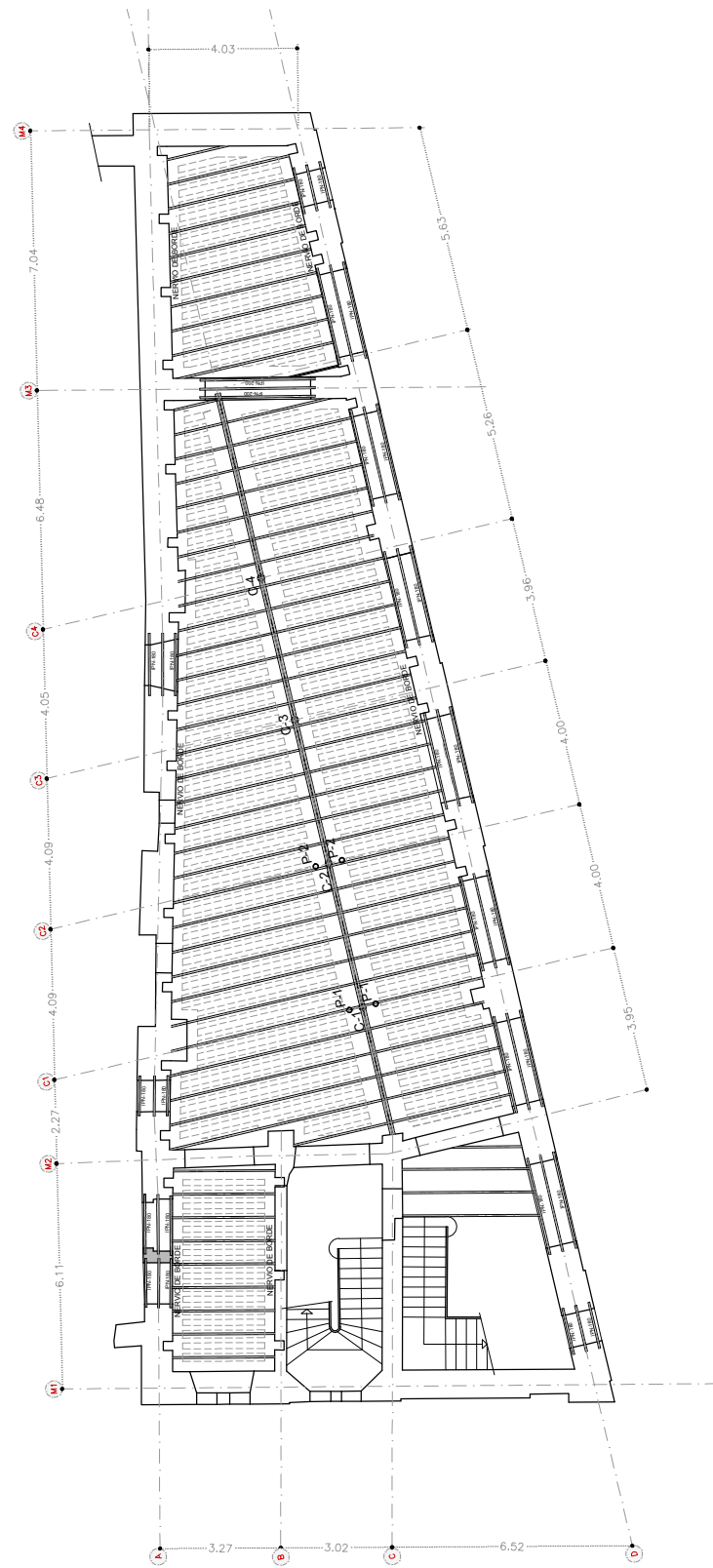


Fig. 124 Planta cuerpo principal. Escala 1:200

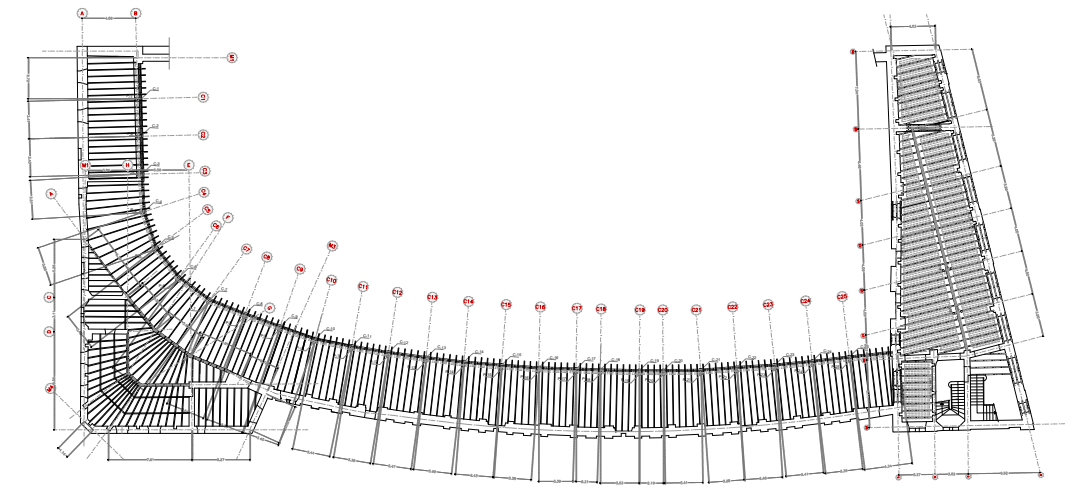


Fig. 126 Plantac ompleta. Dibujo de la autora

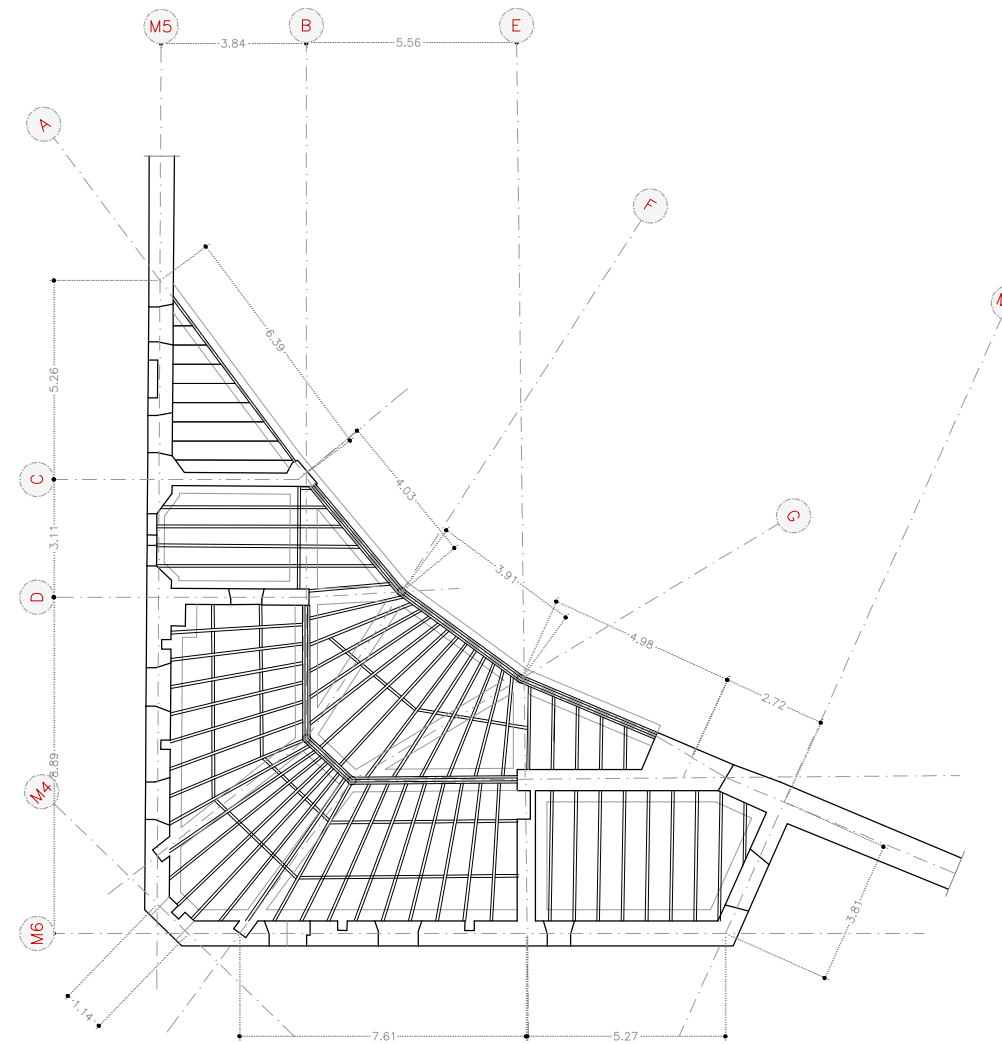


Fig. 125 Replanteo de la planta cuerpo posterior. Escala 1:200

Dibujos de la autora

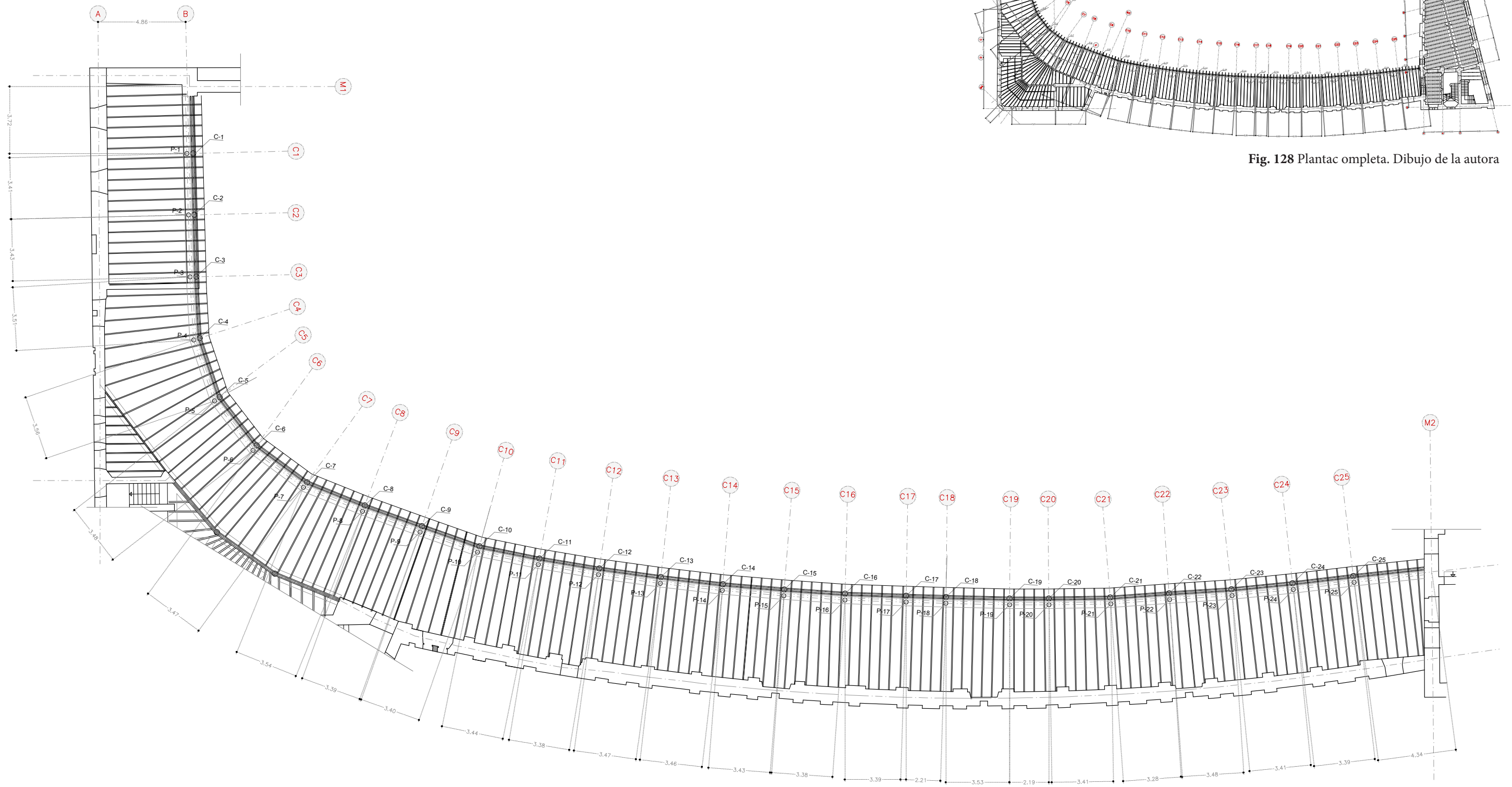


Fig. 128 Plantac completa. Dibujo de la autora

Fig. 127 Planta cuerpo de gradas. Escala 1:200

Dibujos de la autora

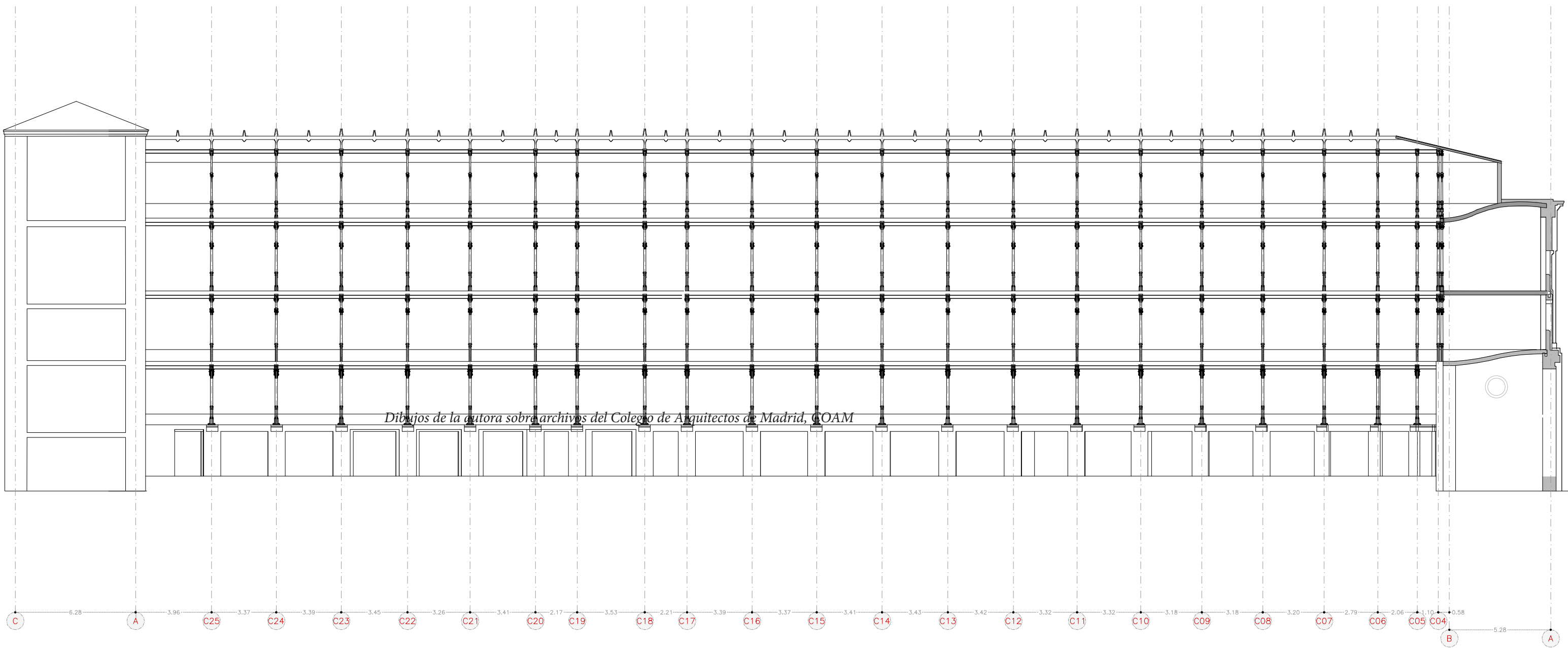


Fig. 129 Sección transversal del cuerpo principal y sección longitudinal del cuerpo de gradas. Escala 1:200. Dibujo de la autora

Dibujos de la autora

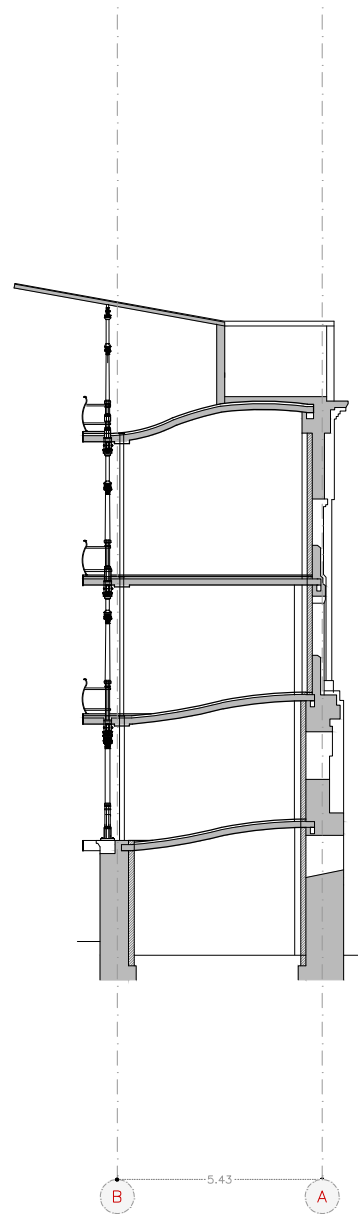


Fig. 130 Sección transversal del cuerpo de gradas. Escala 1:200. Dibujo de la autora

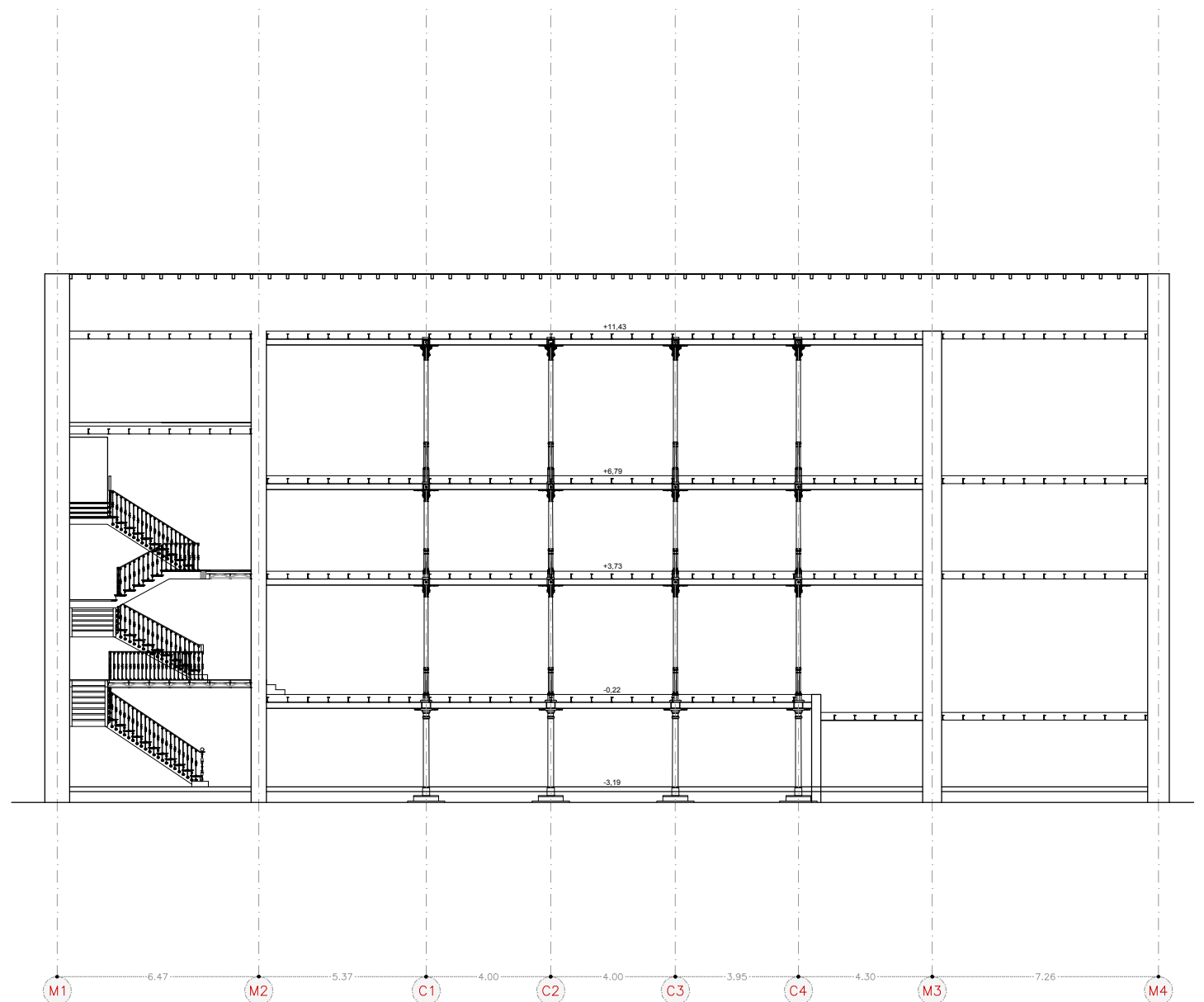


Fig. 131 Sección longitudinal del cuerpo principal. Escala 1:200. Dibujo de la autora

Dibujos de la autora

7.1.2. Vínculos exteriores

La estructura se encuentra completamente empotrada tanto en el cuerpo principal como en el de gradas y posterior. Los muros portantes de ladrillo macizo se encuentran en los tres casos sustentados por zapata corrida.

En el cuerpo principal y en el cuerpo posterior, la línea intermedia de pilares de cada uno de ellos, se encuentra empotrada al terreno a través de un encepado formado por cuatro micropilotajes sobre el que se ha colocado una placa de anclaje completamente soldada al pilar mediante tornillos en los cuatro vértices, por lo que se considera el empotramiento perfecto (Fig. 133).

En el cuerpo de gradas, la planta baja está formada por muro portante de ladrillo macizo sobre el que se ha seguido el mismo sistema de empotramiento que en el cuerpo principal y en el posterior. Se ha colocado una placa de anclaje con tornillos en los cuatro vértices, a la cuál se encuentra completamente soldado el pilar (Fig. 132).

El edificio no cuenta con rótulas en la unión entre vigas y pilares.

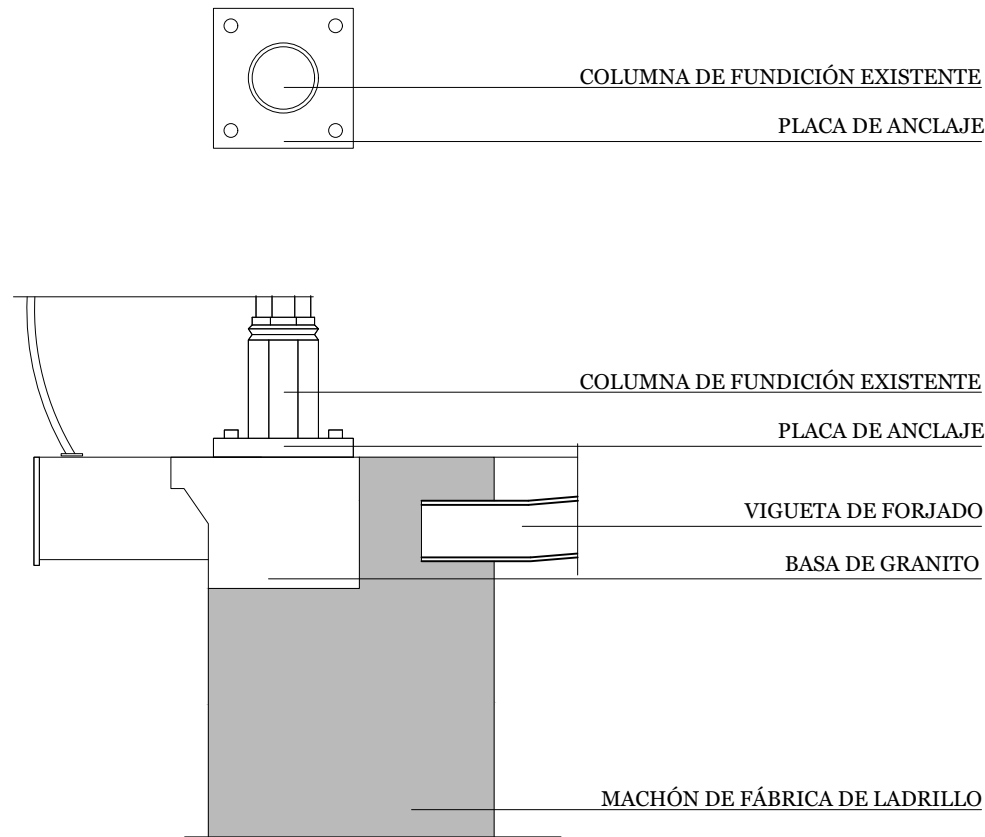


Fig. 132 Planta y sección del apoyo del cuerpo de gradas. Escala 1:20

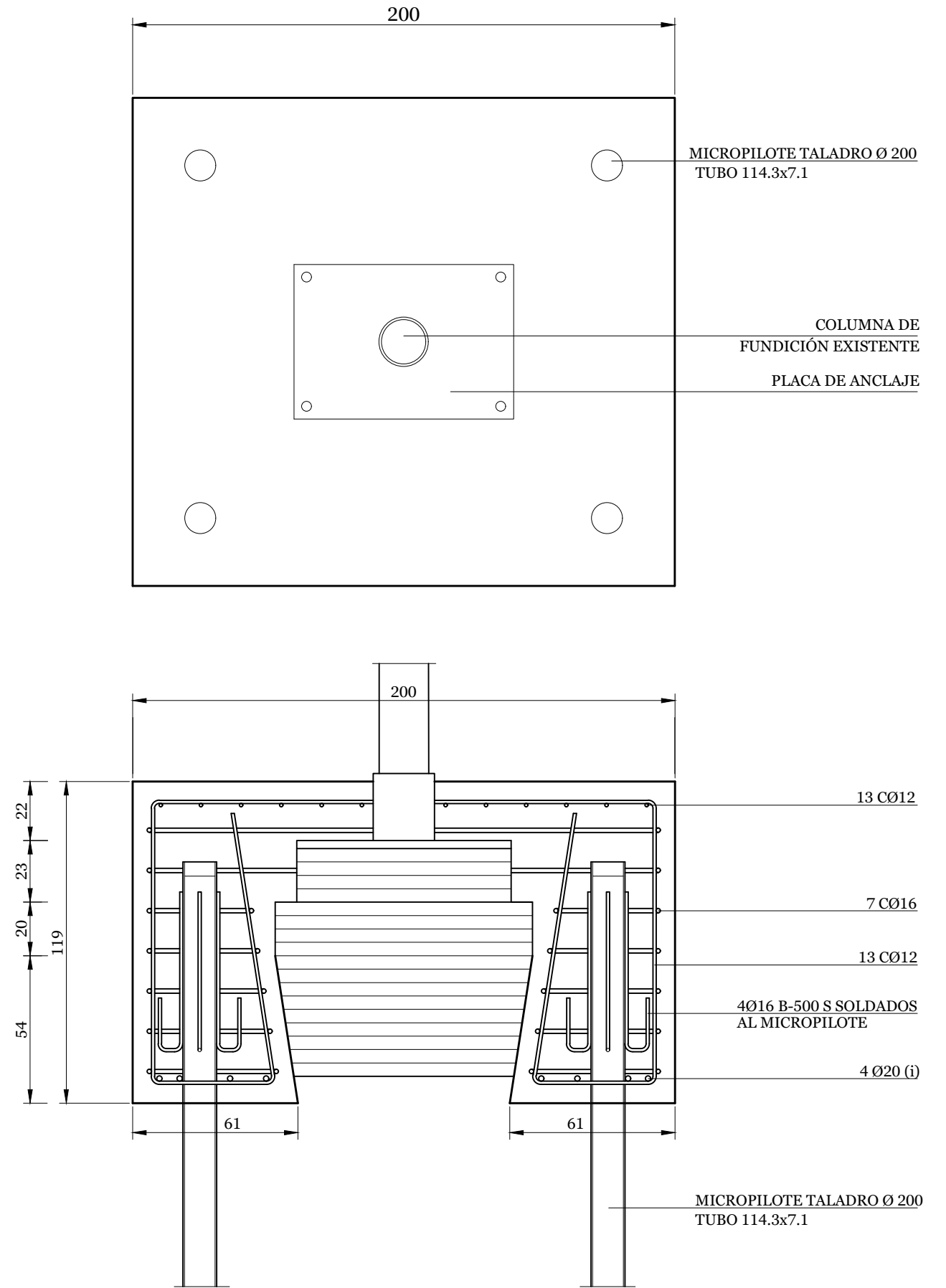



Fig. 133 Planta y sección del apoyo del cuerpo principal y posterior. Escala 1:20

7.1.3. Materiales

La materialidad del edificio se divide principalmente entre cuatro materiales: ladrillo macizo, estructura metálica y madera. El ladrillo macizo se emplea en los muros portantes y los pilares de la planta baja del cuerpo de gradas. También en los muros perimetrales del cuerpo principal, en el que forma el callejón y en la fachada trasera del cuerpo posterior (Fig. 134). La estructura metálica se divide entre la original, en columnas, vigas y viguetas de fundición, y la introducida durante la rehabilitación, de acero, empleada para refuerzos y reemplazo de elementos originales muy deteriorados, como es pilares, vigas y chapas de refuerzo (Fig. 135). La madera se encuentra en forma de pares y de entablados y se emplea como estructura portante de las cubiertas. También como viga, durmiente y pie derecho en la planta más alta del cuerpo de gradas (Fig. 136 y 137). Las escaleras del edificio también están realizadas en madera. 

Encontramos otros materiales presentes en menor cantidad como son el granito y el hormigón armado. La unión entre las columnas de fundición del cuerpo de gradas con los pilares de ladrillo macizo de la planta baja se materializa mediante un dado de granito. Por último, se han realizado refuerzos de muros, como el muro forro, vigas, como la que enlaza los pilares de acero del cuerpo de gradas, y zunchos, para facilitar la unión entre las viguetas y el muro portante de ladrillo macizo en el cuerpo principal, de hormigón armado.

Se observa pues el uso de materiales pioneros para la época de la construcción del edificio, como es el hierro fundido, combinados con otros materiales de técnicas más tradicionales, como son el ladrillo macizo y la madera.

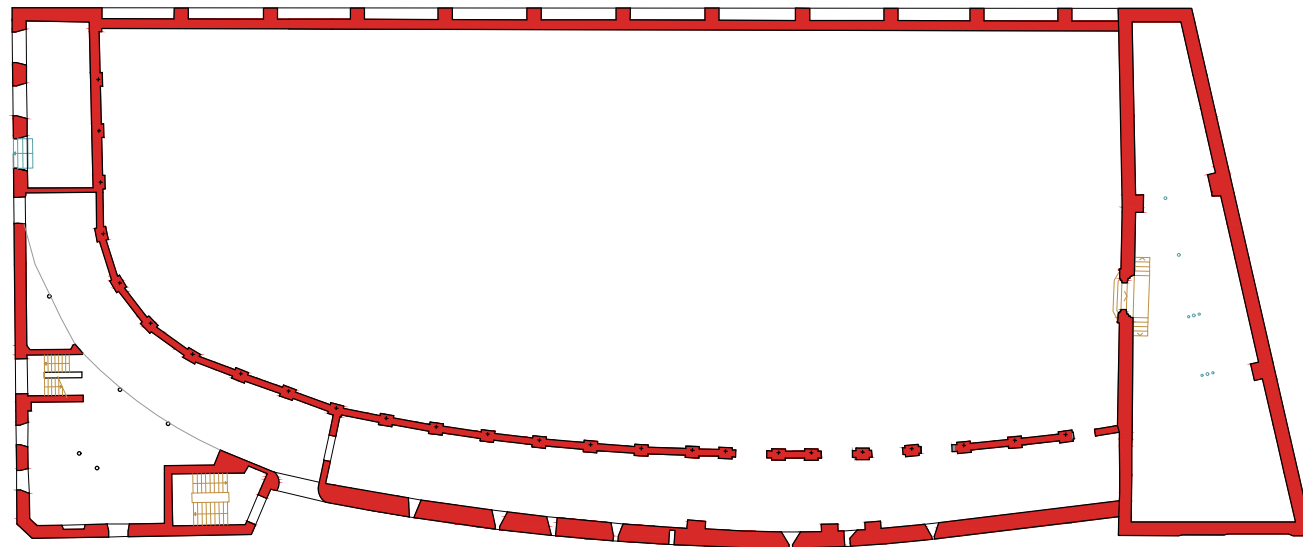


Fig. 134 Elementos de ladrillo macizo. Escala 1:500

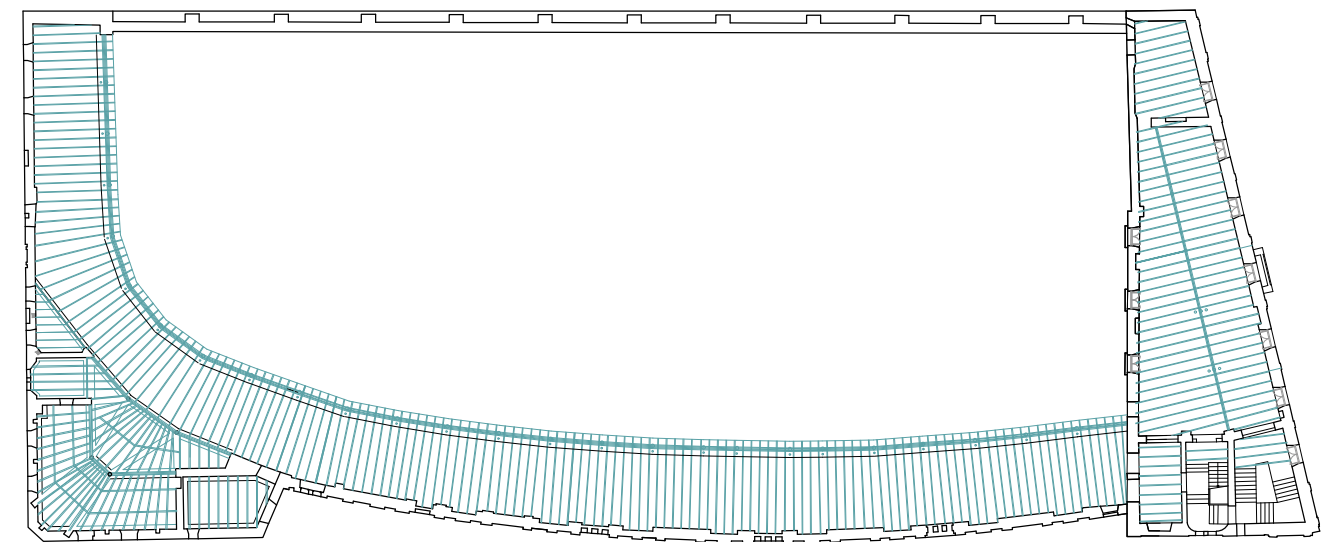


Fig. 135 Elementos de estructura metálica. Vigas, viguetas y pilares de hierro fundido. Escala 1:500

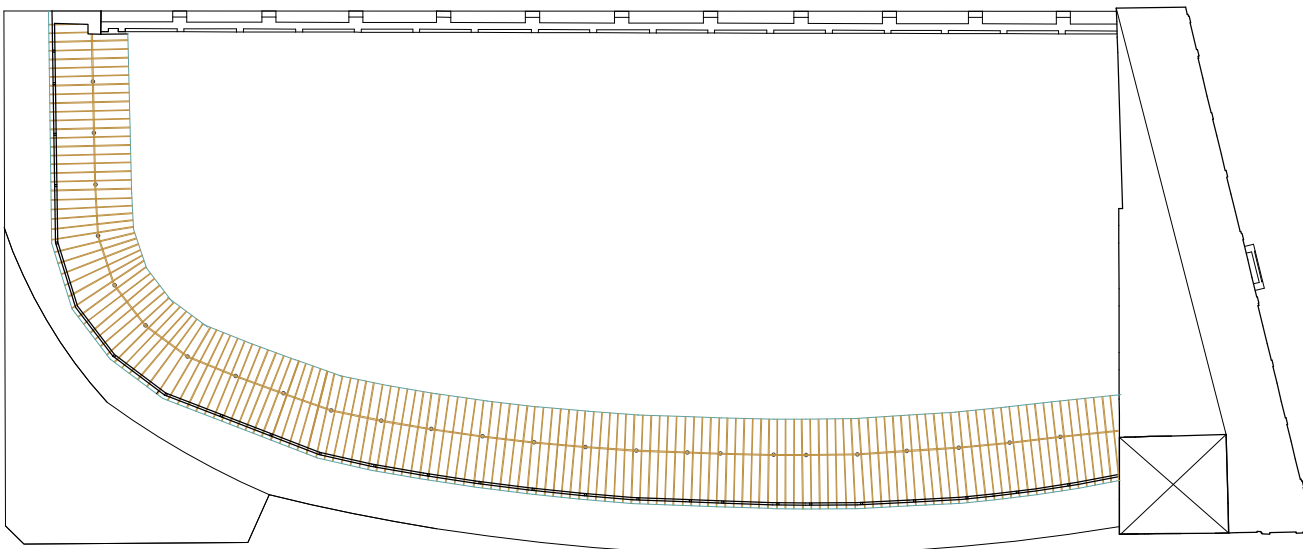


Fig. 136 Elementos de madera. Planta de cubiertas del cuerpo de gradas. Escala 1:500

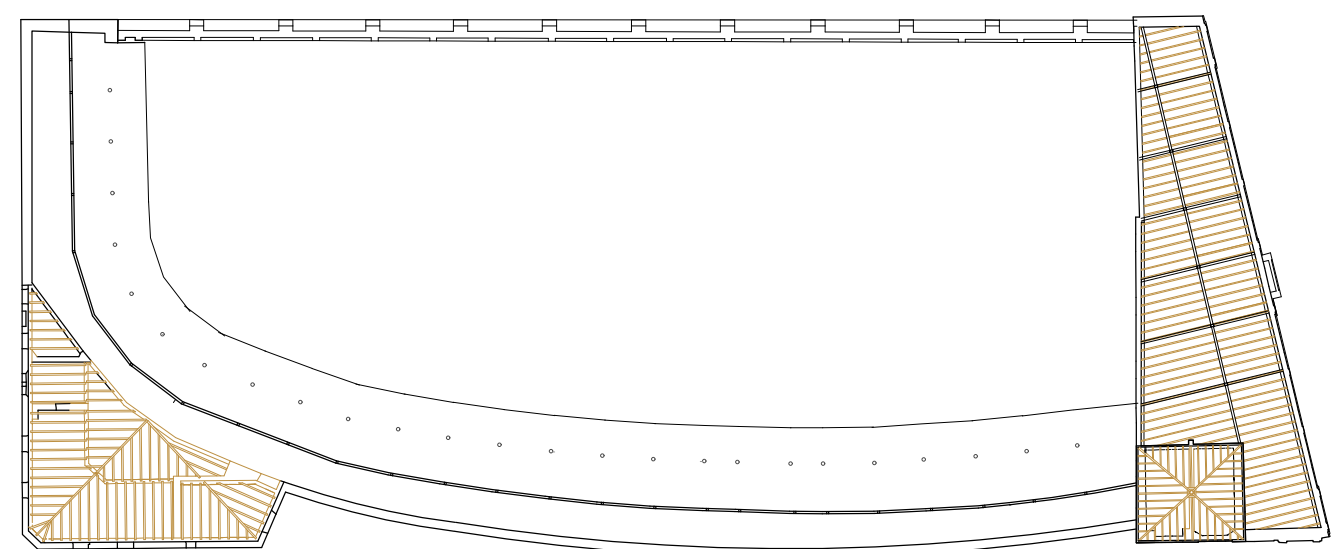


Fig. 137 Elementos de madera. Planta de cubiertas del cuerpo posterior y principal. Escala 1:500

 Ladrillo macizo

 Hormigón armado

 Estructura metálica

 Madera

 Granito

Dibujos de la autora

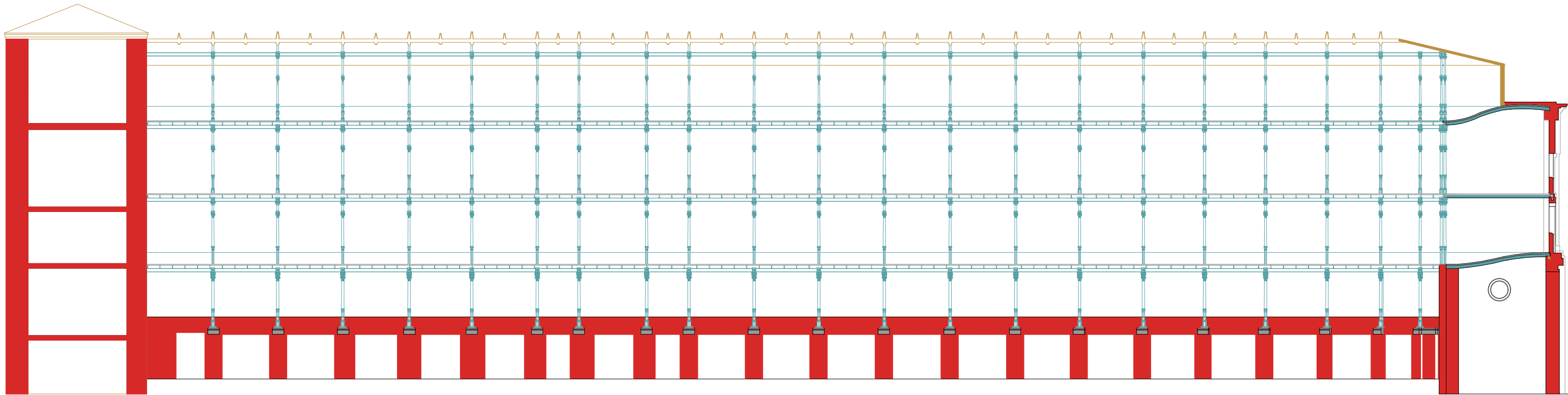


Fig. 138 Materialidad de la sección longitudinal del cuerpo de gradas. Escala 1:200

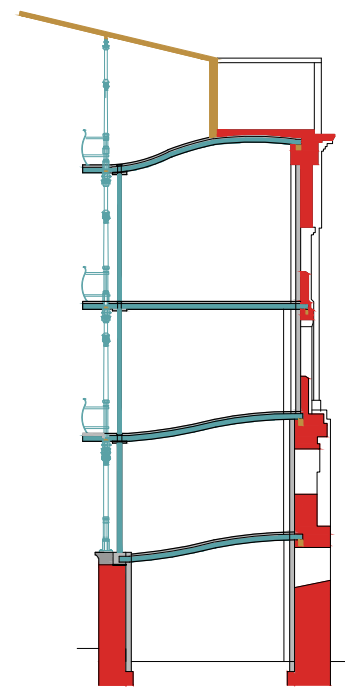


Fig. 139 Materialidad de la sección transversal del cuerpo de gradas. Escala 1:200

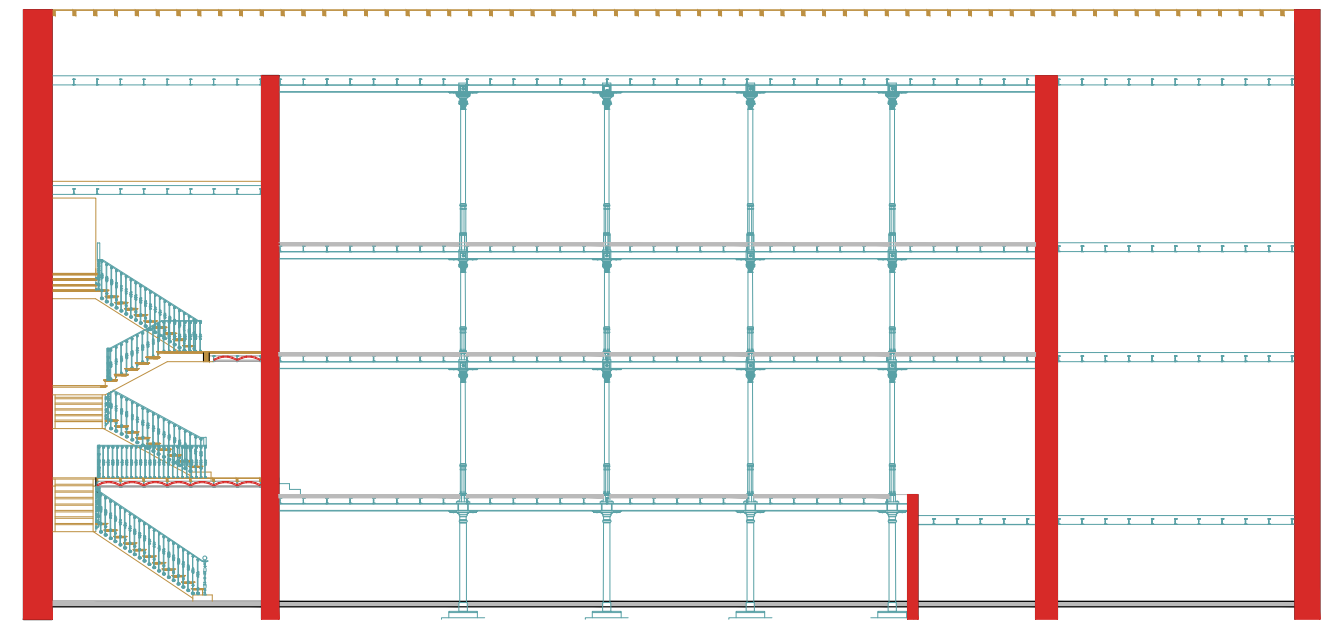


Fig. 140 Materialidad de la sección longitudinal del cuerpo de principal. Escala 1:200

■ Ladrillo macizo

■ Hormigón armado

■ Estructura metálica

■ Madera

■ Granito

Dibujos de la autora sobre archivos de Beti Jai Madrid

7.1.4. Evaluación de cargas

De acuerdo con el Código Técnico de la Edificación (CTE), en el Documento Básico, Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación, DB - SE-AE, las cargas aplicadas sobre una estructura se dividen en:

- Acciones permanentes. Son aquellas acciones debidas al peso propio de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.

- Acciones variables. Son aquellas acciones debidas a la sobrecarga de uso, al viento, a las acciones térmicas y a la nieve. Las acciones térmicas no se considerarán en el presente trabajo.

- Acciones accidentales. Son aquellas acciones debidas a sismo, impacto e incendio. Este grupo de acciones se despreciará en este trabajo.

Para el cálculo de la estructura, se dividirá el edificio en los tres cuerpos estudiados hasta ahora, siendo las acciones en ellos semejantes.

Acciones permanentes:

Las acciones consideradas en los tres cuerpos se extraerán de la tabla C Peso propio de elementos constructivos, obtenida del Anejo C del CTE-DB-SE-AE.

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 plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldañeadas; 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 jardinerías, 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. 141 Tabla C.5. Peso propio de elementos constructivos. CTE-DB-SE-AE Anejo C

Cuerpo principal:

El forjado de este cuerpo lo tipificaremos como forjado uni o bidireccional; con un grueso total menor a 0,30 m. Por ello, el peso será de 4KN/m². Originalmente, el pavimento era una tarima de madera. En la actualidad, tras la rehabilitación, todavía no se ha dispuesto un material de acabado de solado, por lo que se observa la solera. Por ello, se hace la suposición de emplear un pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m, con un peso de 1KN/m². Por último, por el mismo motivo de indefinición, se aproxima el peso de la tabiquería, las instalaciones y el falso techo a 1KN/m².

De esta forma, las cargas permanentes sobre los forjados de las plantas 1, 2 y 3 es de 6KN/m².

Para el caso de la cubierta, el tipo de forjado será el mismo, forjado uni o bidireccional; con un grueso total menor a 0,30 m. Por ello, el peso será de 4KN/m². Además, añadiremos el peso propio de los elementos de cobertura. La sección está compuesta por unos pares de madera sobre los que apoya un entablado de madera y, sobre éste, teja plana. Debido a la complejidad de la sección del forjado de madera, se realiza una simplificación en la que se asume el mismo peso que un forjado de hormigón. De esta forma, las cargas consideradas están del lado de la seguridad. Así, el peso se tipificará como faldones de placas, teja o pizarra, siendo su peso de 2KN/m².

Finalmente, el peso de las cargas permanentes recayentes en la planta de cubierta será de 6KN/m², casualmente, el mismo valor que en las plantas inferiores.

Cuerpo de gradas y posterior:

El forjado del cuerpo de gradas y posterior comparten sección constructiva y lo tipificaremos como forjado uni o bidireccional; con un grueso total menor a 0,30 m. Por ello, el peso será de 4KN/m². El uso original del cuerpo de gradas empleaba una estructura secundaria para crear los asientos de los espectadores. Actualmente, debido al motivo ya comntado de la incertidumbre ante el uso futuro del edificio, igual que ocurría en el cuerpo principal, todavía no se ha pavimentado con un material de acabado. De igual forma, se hace la suposición de emplear un pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m, con un peso de 1KN/m². Por último, por el mismo motivo de indefinición, se aproxima el peso de la tabiquería, las instalaciones y el falso techo a 1KN/m².

De esta forma, las cargas permanentes sobre los forjados de las plantas 1, 2 3 y 4 del cuerpo de gradas y el posterior es de 6KN/m².

Para el caso de la cubierta, el tipo de forjado será el mismo, forjado uni o bidireccional; con un grueso total menor a 0,30 m. Por ello, el peso será de 4KN/m². Además, añadiremos el peso propio de los elementos de cobertura. La sección está compuesta por unos pares de madera sobre los que apoya un entablado de madera y, sobre éste, una cobertura de cinc. De igual modo en el cuerpo principal, debido a la complejidad de la sección del forjado de madera, se realiza una simplificación en la que se asume el mismo peso que un forjado de hormigón. De esta forma, las cargas consideradas están del lado de la seguridad. Así, el peso se tipificará como faldones de chapa, tablero o paneles ligeros, 1KN/m².

Finalmente, el peso de las cargas permanentes recayentes en la planta de cubierta será de 5KN/m².

Acciones variables:

Uso:

El frontón Beti Jai se tipifica dentro de la tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso, del CTE-DB-SE-AE como una categoría de uso C, por ser zona de acceso al público, dentro de la subcategoría C5, zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc). Por ello, El valor de la carga será de 5KN/m².

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. 142 Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso. CTE-DB-SE-AE

Nieve:

Según el CTE-DB-SE-AE, el valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n, puede tomarse como: q_n = μ · s_k siendo:

μ coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3. En nuestro caso, dado que los tres cuerpos cuentan con un ángulo inferior a 30°, el coeficiente de forma tiene el valor 1.

s_k el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según el apartado 3.5.2 en la tabla 3.8. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas. A través de esta tabla, sabiendo que el frontón está en Madrid, deducimos que la altitud es de 660 metros y el valor de s_k es de 0.6 KN/m².

De esta forma, q_n = μ · s_k = 1 · 0.6 = 0.6 KN/m².

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	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas-tián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	820	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	0	0,2	León	150	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	380	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	470	0,6	Soria	0	0,4
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,2
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,9
Cádiz	0	0,2	Málaga	40	0,2	Teruel	550	0,5
Castellón	640	0,2	Murcia	130	0,2	Toledo	0	0,2
Ciudad Real	100	0,2	Orense / Ourense	230	0,5	Valencia/València	690	0,4
Córdoba	0	0,2	Oviedo	740	0,4	Valladolid	520	0,7
Coruña / A Coruña	1.010	1,0	Palencia	0	0,4	Vitoria / Gasteiz	650	0,4
Cuenca	70	0,4	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,5
Gerona / Girona	690	0,4	Palmas, Las	450	0,7	Zaragoza	0	0,2
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Ceuta y Melilla		

Fig. 143 Tabla 3.8. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas. CTE-DB-SE-AE

Viento:

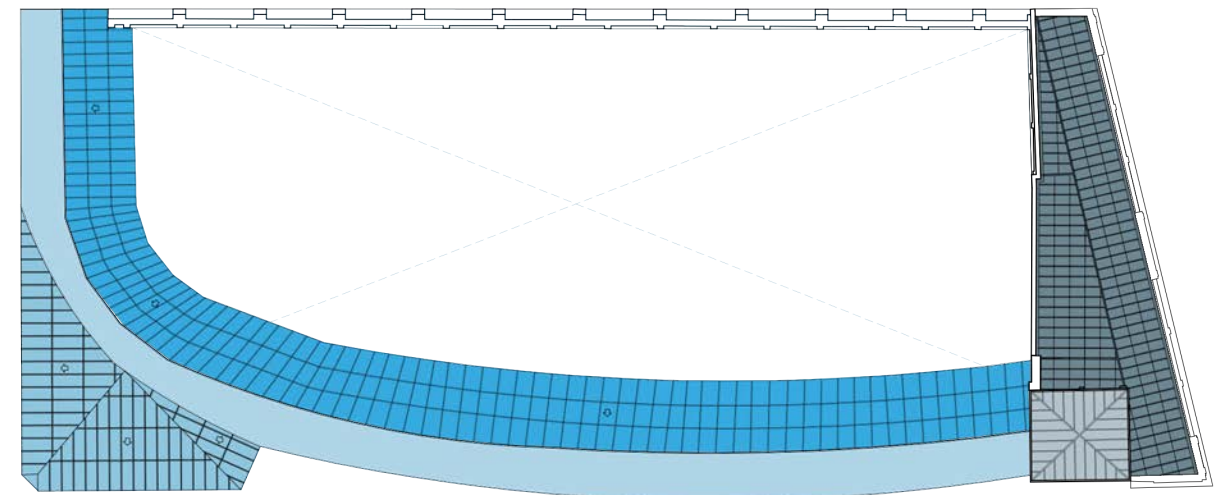
De acuerdo con el CTE, la acción de viento se considera generalmente como una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática. Se designa como q_e y puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \text{ siendo:}$$

q_b la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse 0,5 kN/m². Se tomará entonces q_b = 0,5 kN/m².

c_e el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de 2,0.

c_p el 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; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en 3.3.4 y 3.3.5. Distinguiremos entre, la cubierta del cuerpo principal (a dos aguas), la del cuerpo de gradas, tanto la de la planta cuatro (cubierta plana) como la planta última (marquesina), la del cuerpo posterior (a tres aguas) y la de la caja de escaleras (a cuatro aguas).



- Cuerpo principal - dos aguas
- Cuerpo de gradas - plana
- Cuerpo de gradas - marquesina
- Cuerpo posterior - tres aguas
- Caja de escaleras - cuatro aguas

Fig. 144 Distribución de tipologías de cubiertas

- Cuerpo principal:

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

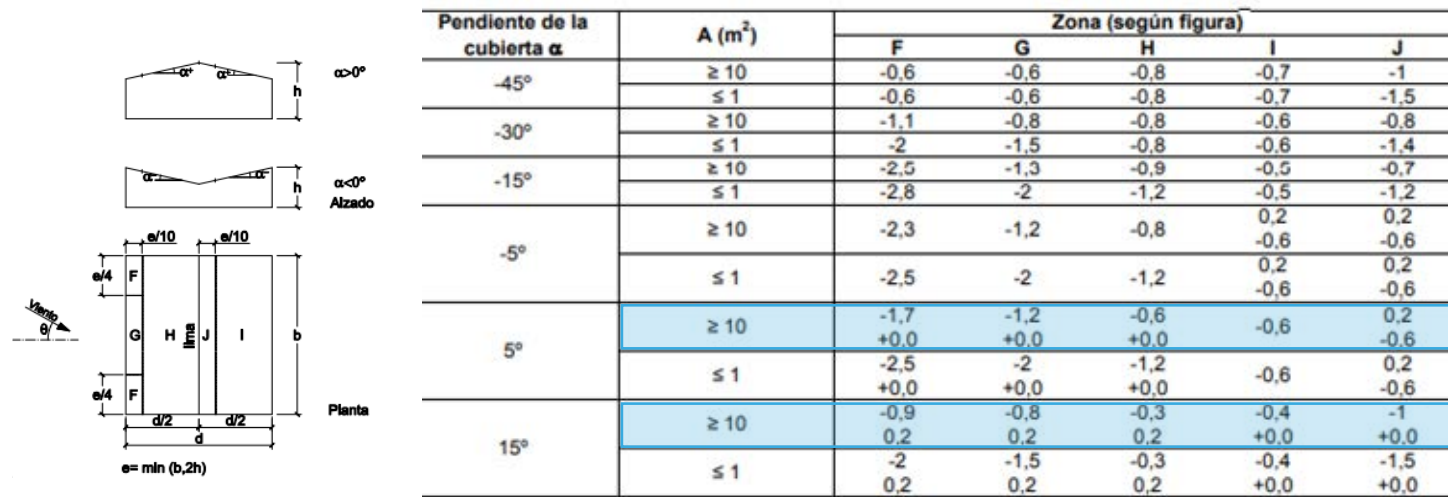


Fig. 145 Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas. Dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$. CTE-DB-SE-AE

b) Dirección del viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$

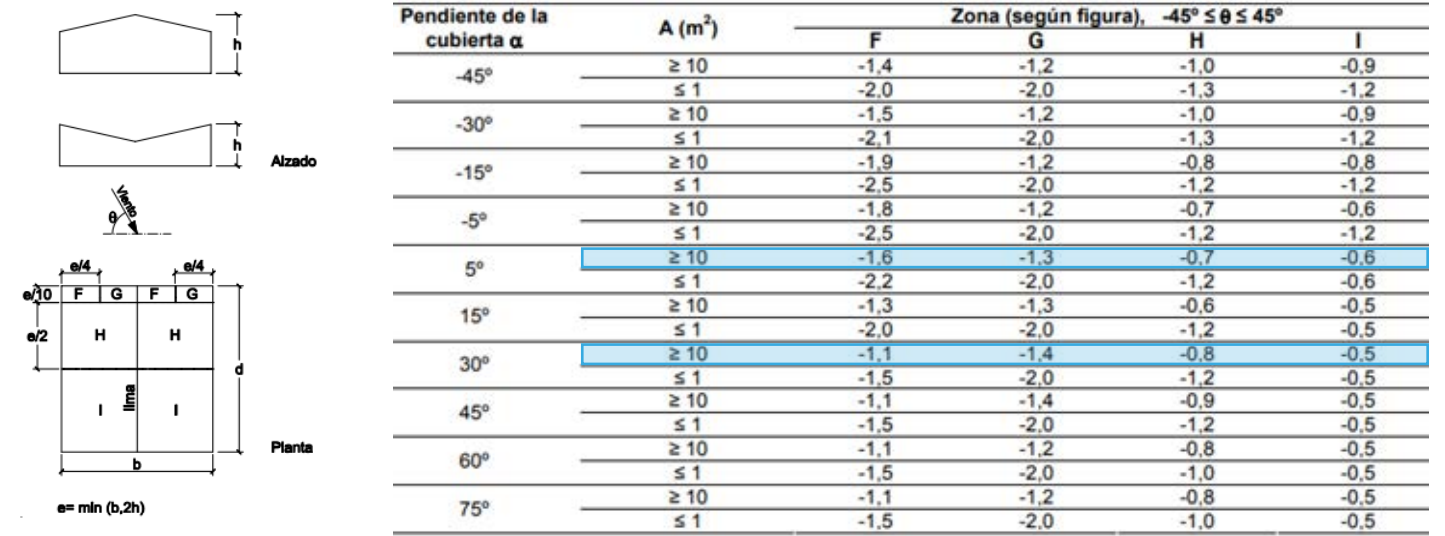
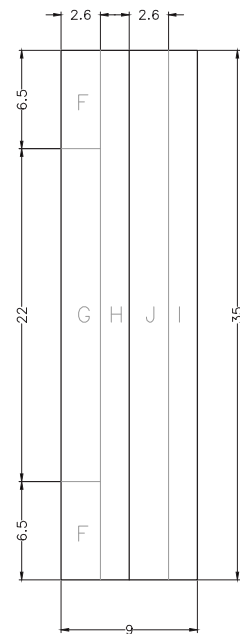


Fig. 147 Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas. Dirección del viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$. CTE-DB-SE-AE

$-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$	F	G	H	I	J
$C_{p,ext}(\alpha=5^\circ)$	-1.7	-1.2	-0.6	-0.6	0.2
	0	0	0	0.6	-0.6
$C_{p,ext}(\alpha=10^\circ)$	-1.3	-1	-0.45	0.5	-0.4
	0.1	0.1	0.1	0.3	-0.3
$C_{p,ext}(\alpha=15^\circ)$	-0.9	-0.8	-0.3	-0.4	-1
	0.2	0.2	0.2	0	0



De esta forma, la acción del viento será, conforme a $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$:

ZONA F:

Tipo 1: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-1.3) = -1.3$ Tipo 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (0.1) = 0.1$

ZONA G:

Tipo 1: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-1) = -1$ Tipo 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (0.1) = 0.1$

ZONA H:

Tipo 1: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.45) = -0.45$ Tipo 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (0.1) = 0.1$

ZONA I:

Tipo 1: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (0.5) = 0.5$ Tipo 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (0.3) = 0.3$

ZONA J:

Tipo 1: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.4) = -0.4$ Tipo 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.3) = -0.3$

Fig. 146 Esquema de distribución de zonas de la cubierta del cuerpo principal, viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$. Esquema de la autora

$45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$	F	G	H	I
$C_{p,ext}(\alpha=5^\circ)$	-1.6	-1.3	-0.7	-0.6
$C_{p,ext}(\alpha=10^\circ)$	-1.45	-1.3	-0.65	-0.55
$C_{p,ext}(\alpha=15^\circ)$	-1.3	-1.3	-0.6	-0.5

De esta forma, la acción del viento será, conforme a $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$:

ZONA F:

$q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-1.45) = -1.45$

ZONA G:

$q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-1.3) = -1.3$

ZONA H:

$q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.65) = -0.65$

ZONA I:

$q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.55) = -0.55$

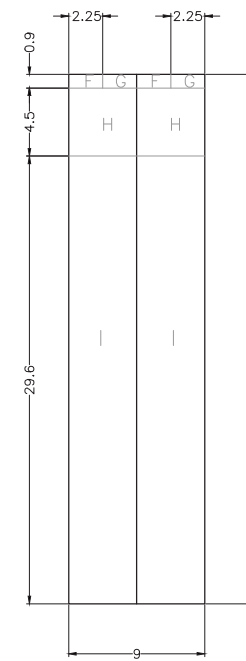


Fig. 148 Esquema de distribución de zonas de la cubierta del cuerpo principal, viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$. Esquema de la autora

- Cuerpo de gradas. Cubierta de planta 4.

Esta cubierta es plana y, por su posición, cuenta, en un extremo, con el muro que sostiene la cubierta de la planta superior como parapeto, y, por el otro, un borde con arista. Por ello, se considerará de bordes con aristas debido a ser la opción más desfavorable.

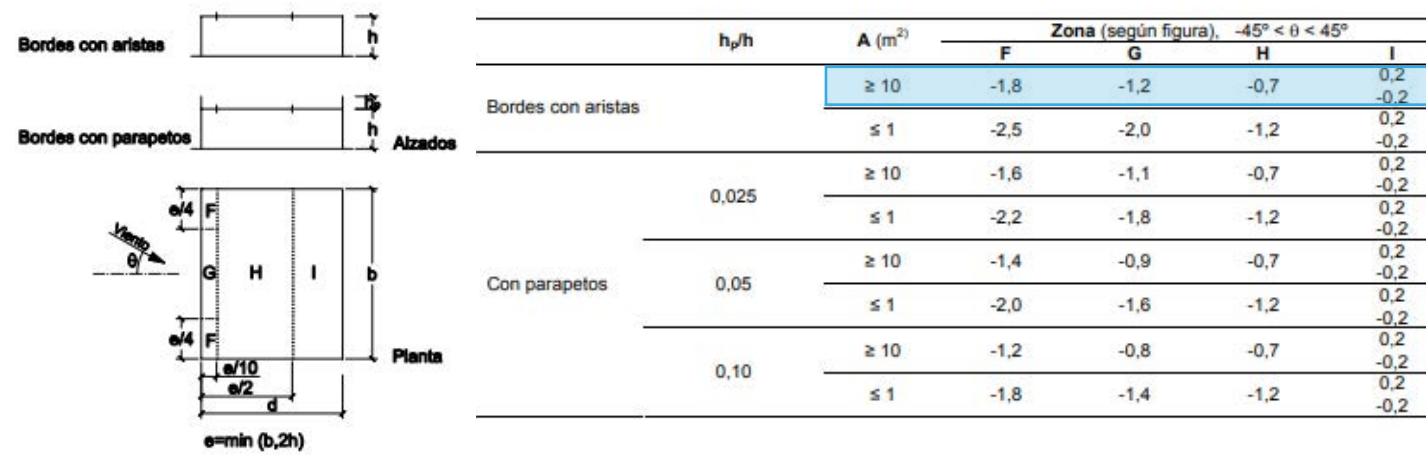
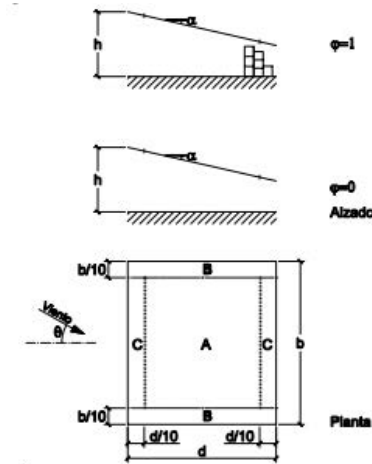


Fig. 149 Tabla D.4 Cubierta plana. CTE-DB-SE-AE

- Cuerpo de gradas. Cubierta de planta última.

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



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. 151 Tabla D.10 Marquesinas a un agua. CTE-DB-SE-AE

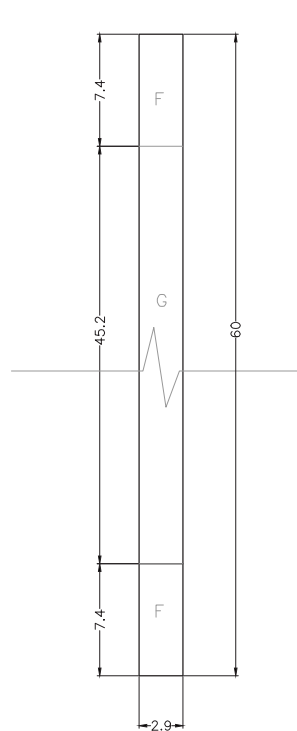


Fig. 150 Esquema de distribución de zonas de la cubierta del cuerpo de gradas de la planta 4. Esquema de la autora

	F	G	H	I
$C_{p,ex}$	-1,8	-1,2	no se considera	

De esta forma, la acción del viento será, conforme a $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$:

ZONA F:

$$q_e = 0,5 \cdot 2 \cdot (-1,8) = -1,8$$

ZONA G:

$$q_e = 0,5 \cdot 2 \cdot (-1,2) = -1,2$$

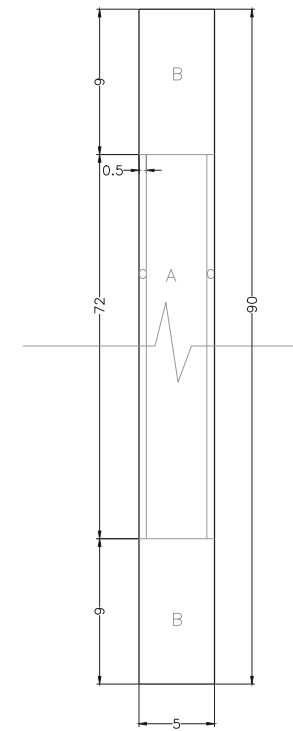


Fig. 152 Esquema de distribución de zonas de la cubierta del cuerpo de gradas de la planta última. Esquema de la autora

$\varphi=1$	A	B	C
Abajo	1,2	2,4	1,6
Arriba	-2,1	-2,6	-2,7

De esta forma, la acción del viento será, conforme a $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$:

ZONA A:

$$\text{Abajo: } q_e = 0,5 \cdot 2 \cdot (1,2) = 1,2$$

$$\text{Arriba: } q_e = 0,5 \cdot 2 \cdot (-2,1) = -2,1$$

ZONA B:

$$\text{Abajo: } q_e = 0,5 \cdot 2 \cdot (2,4) = 2,4$$

$$\text{Arriba: } q_e = 0,5 \cdot 2 \cdot (-2,6) = -2,6$$

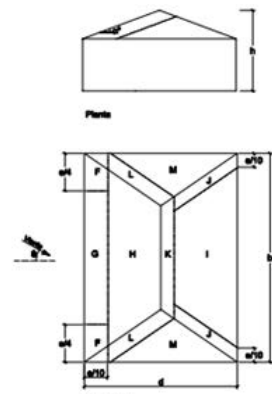
ZONA C:

$$\text{Abajo: } q_e = 0,5 \cdot 2 \cdot (1,6) = 1,6$$

$$\text{Arriba: } q_e = 0,5 \cdot 2 \cdot (-2,7) = -2,7$$

- Cuerpo posterior.

Debido a la geometría de esta cubierta, de tress aguas con planta triangular, se realiza el cálculo mediante la tipificación de cubierta a cuatro aguas del CTE pero únicamente estudiando tres faldones.



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)									
		F	G	H	I	J	K	L	M	N	
5°	≥ 10	-1.7	-1.2	-0.6	-0.3	-0.6	-0.6	-1.2	-0.6	-0.4	
	≤ 1	-2.5	-2.0	-1.2	-0.3	-0.6	-0.6	-2.0	-1.2	-0.4	
15°	≥ 10	-0.9	-0.8	-0.3	-0.5	-1.0	-1.2	-1.4	-0.6	-0.3	
	≤ 1	-2.0	-1.5	-0.3	-0.5	-1.5	-2.0	-2.0	-1.2	-0.3	

Fig. 153 Tabla D.7 Cubiertas a cuatro aguas. CTE-DB-SE-AE

$-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$	F	G	H	I	J	K	L	M
$C_{p,ext}(\alpha=5^\circ)$	-1.7	-1.2	-0.6	-0.3	-0.6	-0.6	-1.2	-0.6
	0	0	0					
$C_{p,ext}(\alpha=10^\circ)$	-1.3	-1	-0.45	-0.4	-0.8	-0.9	-1.3	-0.6
	0.1	0.1	0.1					
$C_{p,ext}(\alpha=15^\circ)$	-0.9	-0.8	-0.3	-0.5	-1	-1.2	-1.4	-0.6
	0.2	0.2	0.2					

De esta forma, la acción del viento será, conforme a $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$:

ZONA F:

Tipo 1: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-1.3) = -1.3$ Tipo 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (0.1) = 0.1$

ZONA G:

Tipo 1: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-1) = -1$ Tipo 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (0.1) = 0.1$

ZONA H:

Tipo 1: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.45) = -0.45$ Tipo 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (0.1) = 0.1$

ZONA I:

Tipo 1 y 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.4) = -0.4$

ZONA J:

Tipo 1 y 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.8) = -0.8$

ZONA K:

Tipo 1 y 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.9) = -0.9$

ZONA L:

Tipo 1 y 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-1.3) = -1.3$

ZONA M:

Tipo 1 y 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.6) = -0.6$

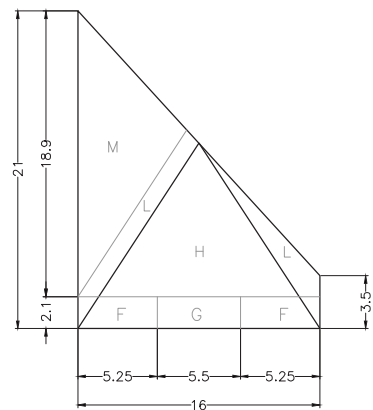
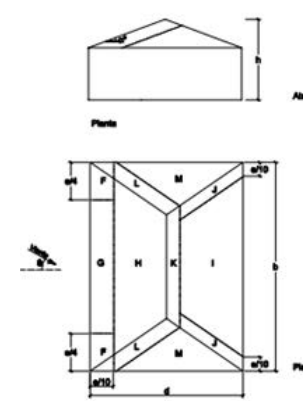


Fig. 154 Esquema de distribución de zonas de la cubierta del cuerpo posterior. Esquema de la autora

- Caja de escalera.

La cubierta de este cuerpo es de cuatro aguas y descansa en los muros portantes de ladrillo macizo.



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)									
		F	G	H	I	J	K	L	M	N	
5°	≥ 10	-1.7	-1.2	-0.6	-0.3	-0.6	-0.6	-1.2	-0.6	-0.4	
	≤ 1	-2.5	-2.0	-1.2	-0.3	-0.6	-0.6	-2.0	-1.2	-0.4	
15°	≥ 10	-0.9	-0.8	-0.3	-0.5	-1.0	-1.2	-1.4	-0.6	-0.3	
	≤ 1	-2.0	-1.5	-0.3	-0.5	-1.5	-2.0	-2.0	-1.2	-0.3	

Fig. 155 Tabla D.7 Cubiertas a cuatro aguas. CTE-DB-SE-AE

$-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$	F	G	H	I	J	K	L	M
$C_{p,ext}(\alpha=5^\circ)$	-1.7	-1.2	-0.6	-0.3	-0.6	-0.6	-1.2	-0.6
	0	0	0					
$C_{p,ext}(\alpha=10^\circ)$	-1.3	-1	-0.45	-0.4	-0.8	-0.9	-1.3	-0.6
	0.1	0.1	0.1					
$C_{p,ext}(\alpha=15^\circ)$	-0.9	-0.8	-0.3	-0.5	-1	-1.2	-1.4	-0.6
	0.2	0.2	0.2					

De esta forma, la acción del viento será, conforme a $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$:

ZONA F:

Tipo 1: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-1.3) = -1.3$ Tipo 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (0.1) = 0.1$

ZONA G:

Tipo 1: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-1) = -1$ Tipo 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (0.1) = 0.1$

ZONA H:

Tipo 1: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.45) = -0.45$ Tipo 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (0.1) = 0.1$

ZONA I:

Tipo 1 y 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.4) = -0.4$

ZONA J:

Tipo 1 y 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.8) = -0.8$

ZONA K:

Tipo 1 y 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.9) = -0.9$

ZONA L:

Tipo 1 y 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-1.3) = -1.3$

ZONA M:

Tipo 1 y 2: $q_e = 0.5 \cdot 2 \cdot (-0.6) = -0.6$

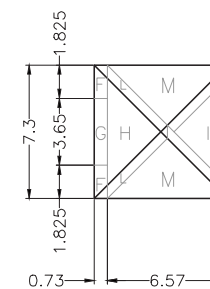


Fig. 156 Esquema de distribución de zonas de la cubierta de la caja de escaleras. Esquema de la autora

TABLA RESUMEN DE CARGAS

CUERPO PRINCIPAL	CARGAS PERMANENTES (HIP01)	CARGAS VARIABLES				
		USO (HIP02)	NIEVE (HIP03)	VIENTO (HIP04)		
				-45° ≤ θ ≤ 45°		45° ≤ θ ≤ 135°
				TIPO 1:	TIPO 2:	
PLANTAS 1, 2 Y 3	6KN/m ²	5KN/m ²	/	/	/	/
PLANTA CUBIERTA	6KN/m ²	/	0.6KN/m ²	F: -1.3 G: -1 H: -0.45 I: 0.5 J: -0.4	F: 0.1 G: 0.1 H: 0.1 I: 0.3 J: -0.3	F: -1.45 G: -1.3 H: -0.65 I: -0.55

CAJA DE ESCALERAS	CARGAS PERMANENTES (HIP01)	CARGAS VARIABLES			
		USO (HIP02)	NIEVE (HIP03)	VIENTO (HIP04)	
				TIPO 1:	TIPO 2:
				PLANTAS 1, 2 Y 3	6KN/m ²
PLANTA CUBIERTA	6KN/m ²	/	0.6KN/m ²	F: -1.3 G: -1 H: -0.45 I: -0.4 J: -0.8 K: -0.9 L: -1.3 M: -0.6	F: 0.1 G: 0.1 H: 0.1 I: -0.4 J: -0.8 K: -0.9 L: -1.3 M: -0.6

CUERPO DE GRADAS	CARGAS PERMANENTES (HIP01)	CARGAS VARIABLES				
		USO (HIP02)	NIEVE (HIP03)	VIENTO (HIP04)		
				-45° ≤ θ ≤ 45°		45° ≤ θ ≤ 135°
				TIPO 1:	TIPO 2:	
PLANTAS 1, 2 Y 3	6KN/m ²	5KN/m ²	/	/	/	/
PLANTA 4	6KN/m ²	5KN/m ²	0,6KN/m ²	F: -1.8 G: -1.2	/	/
PLANTA CUBIERTA	5KN/m ²	/	0,6KN/m ²	A: -2.1 B: -2.6 C: -2.7	A: 1.2 B: 2.4 C: 1.6	/

CUERPO POSTERIOR	CARGAS PERMANENTES (HIP01)	CARGAS VARIABLES			
		USO (HIP02)	NIEVE (HIP03)	VIENTO (HIP04)	
				TIPO 1:	TIPO 2:
				PLANTAS 1, 2 Y 3	6KN/m ²
PLANTA CUBIERTA	5KN/m ²	/	0,6KN/m ²	F: -1.3 G: -1 H: -0.45 I: -0.4 J: -0.8 K: -0.9 L: -1.3 M: -0.6	F: 0.1 G: 0.1 H: 0.1 I: -0.4 J: -0.8 K: -0.9 L: -1.3 M: -0.6

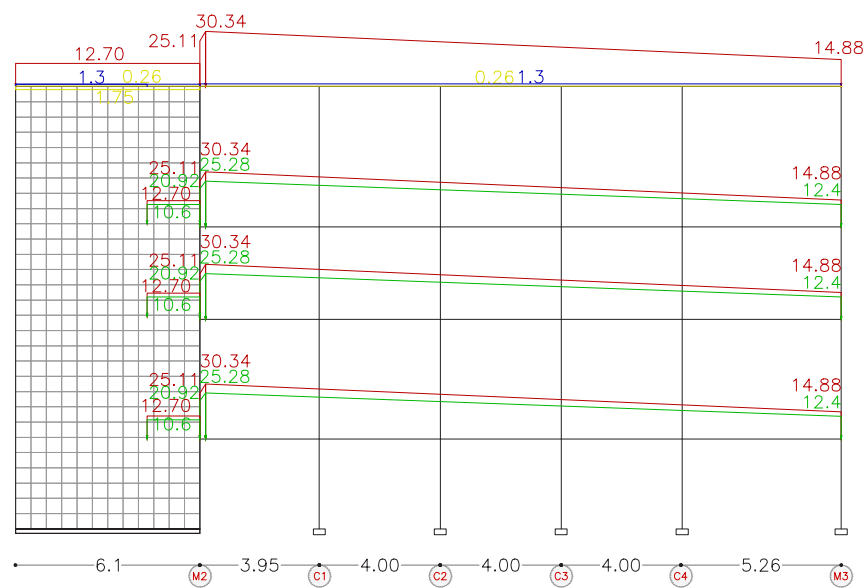


Fig. 157 Pórtico 1. Combinación de hipótesis 1.1

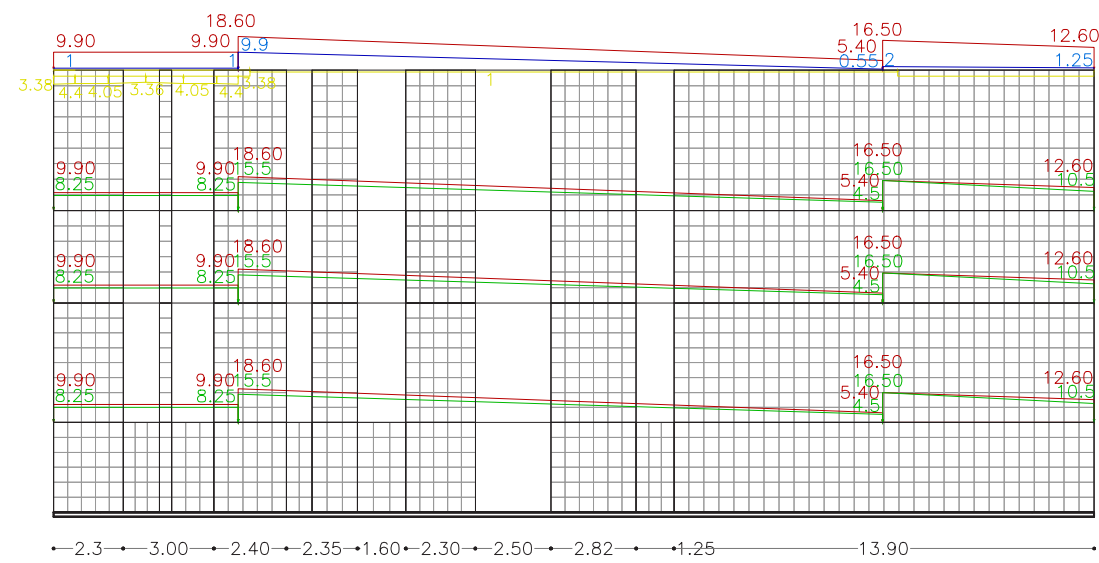


Fig. 160 Pórtico 2. Combinación de hipótesis 1.1

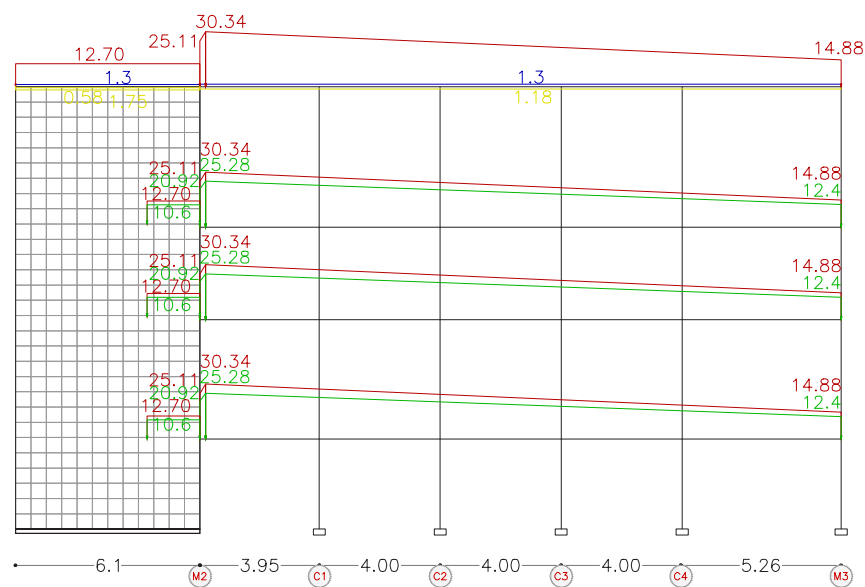


Fig. 158 Pórtico 1. Combinación de hipótesis 1.2

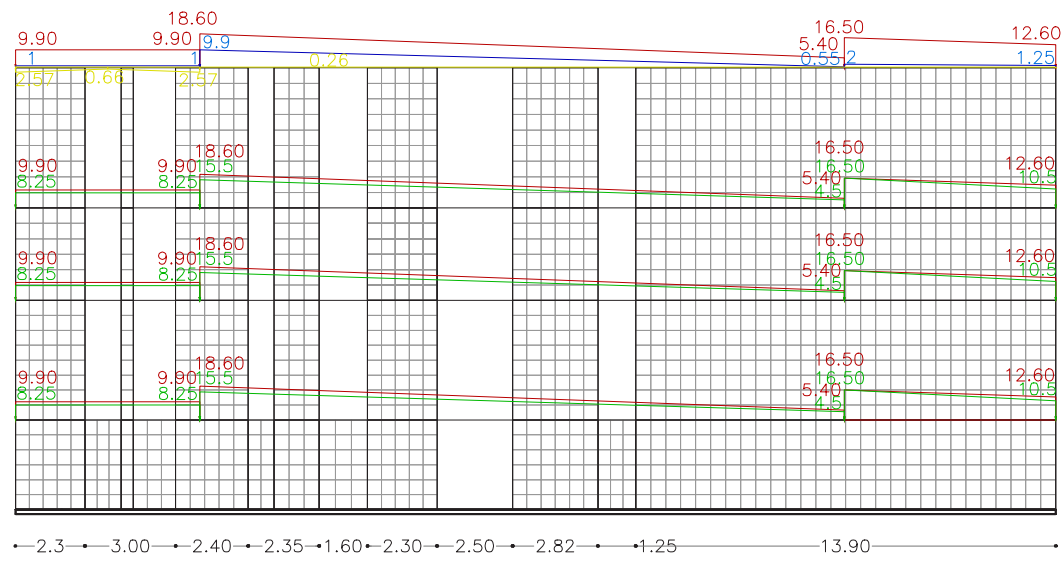


Fig. 161 Pórtico 2. Combinación de hipótesis 1.2

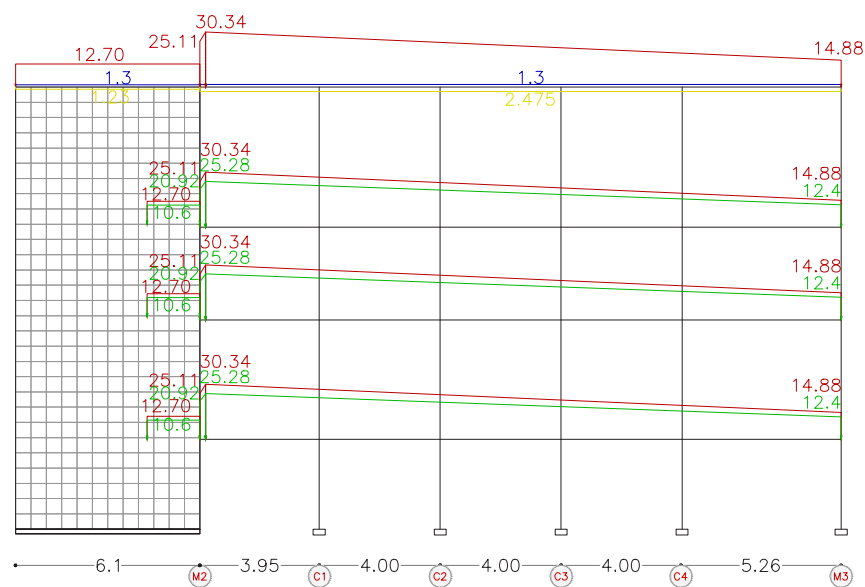


Fig. 159 Pórtico 1. Combinación de hipótesis 1.3

Cargas en KN y KN/m

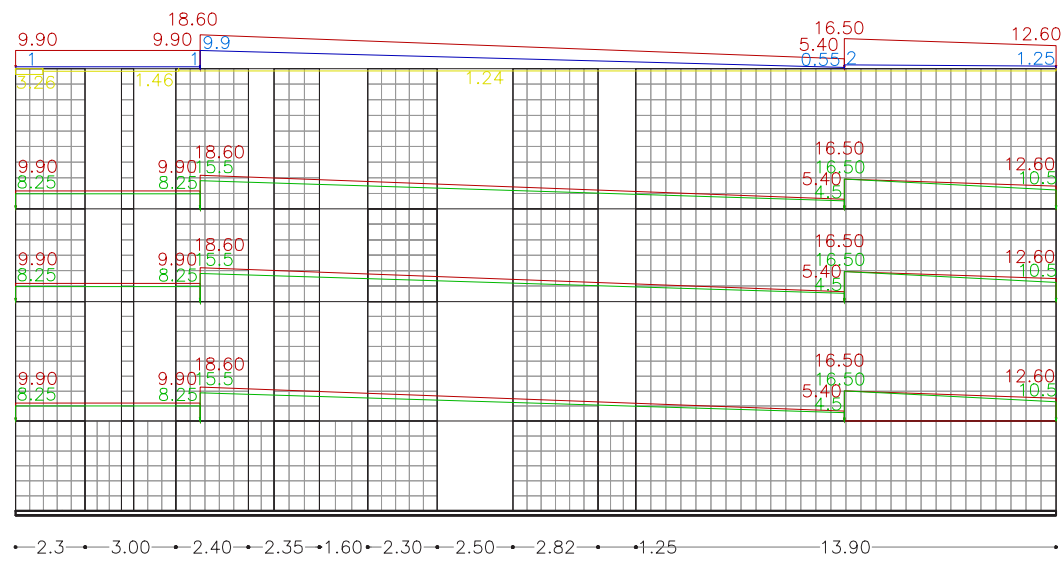


Fig. 162 Pórtico 2. Combinación de hipótesis 1.3

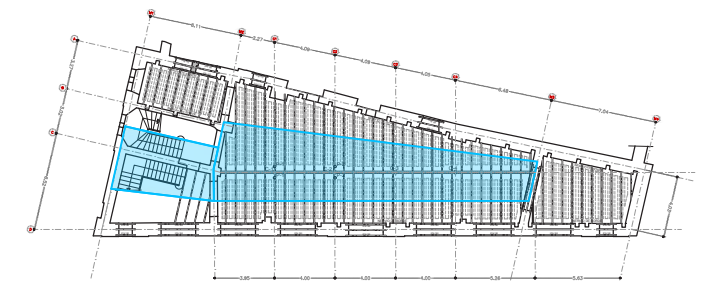


Fig. 163 Esquema de ámbito de carga sobre pórtico 1 del cuerpo principal

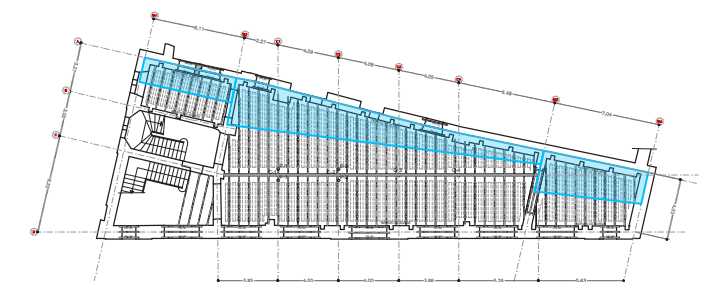


Fig. 164 Esquema de ámbito de carga sobre pórtico 2 del cuerpo principal

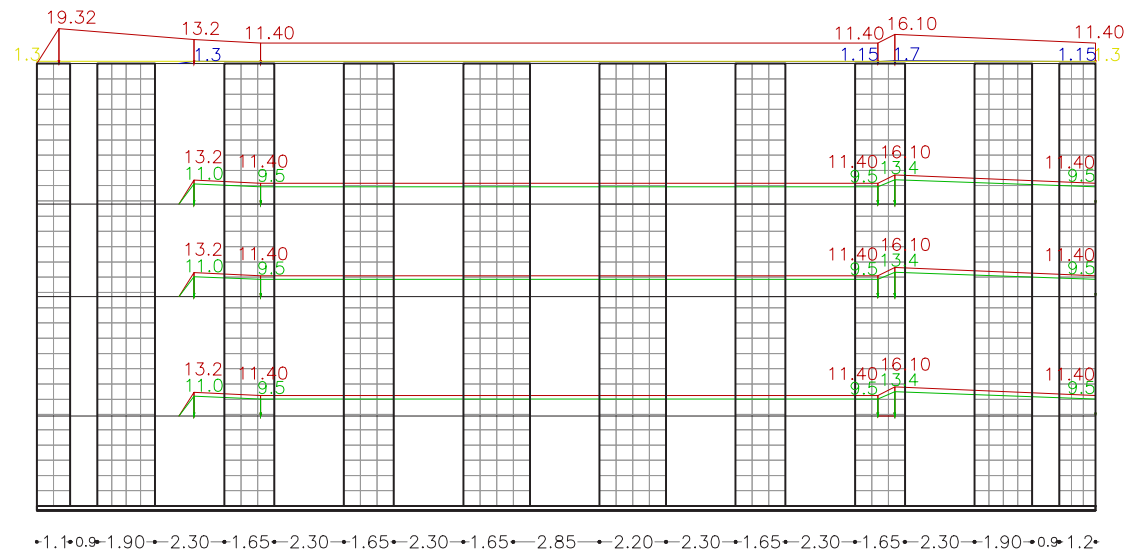


Fig. 165 Pórtico 3. Combinación de hipótesis 1.1

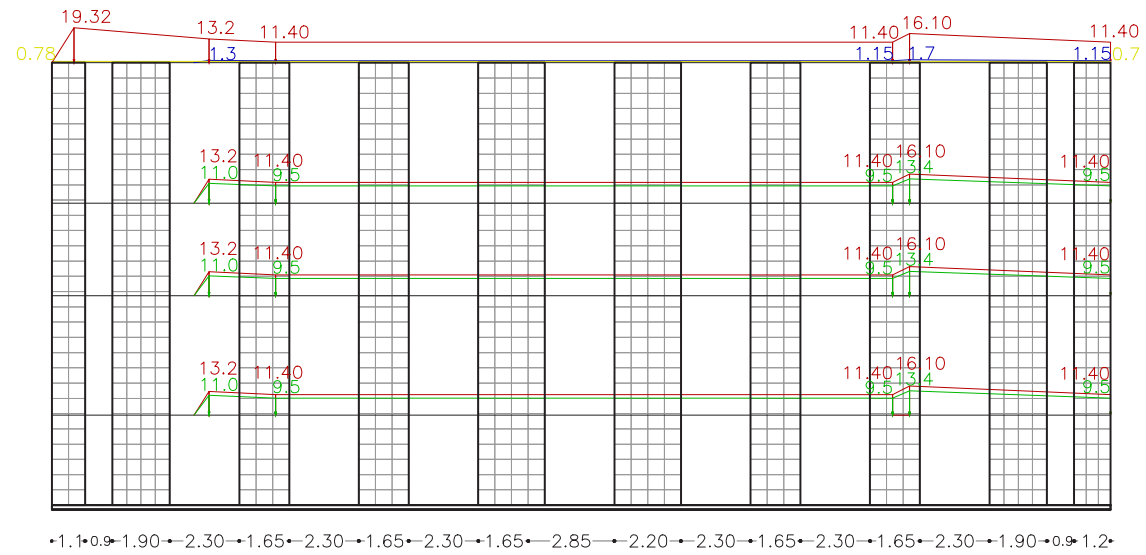


Fig. 166 Pórtico 3. Combinación de hipótesis 1.2

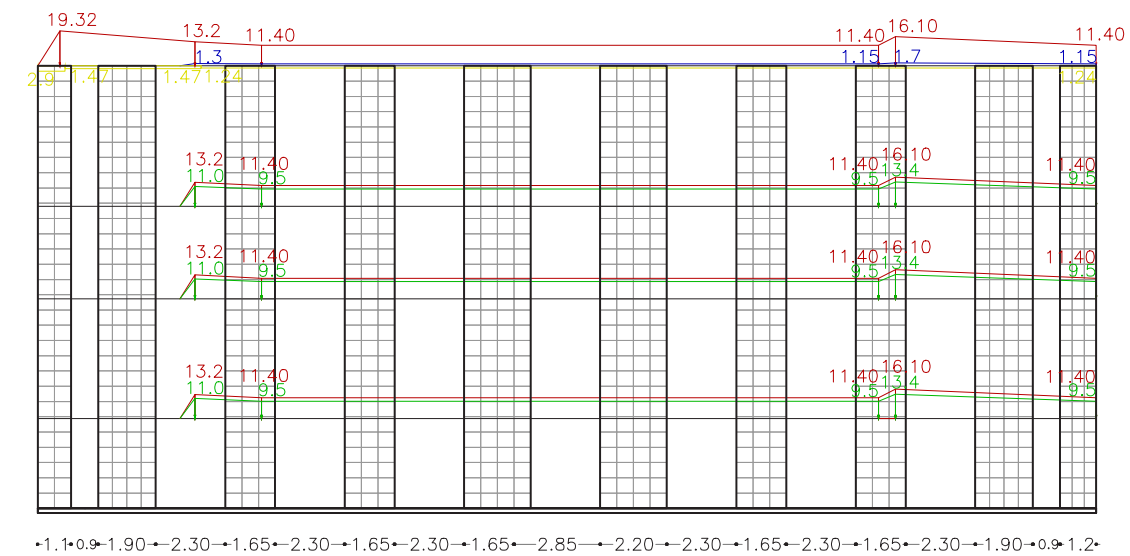


Fig. 167 Pórtico 3. Combinación de hipótesis 1.3

Cargas en KN y KN/m

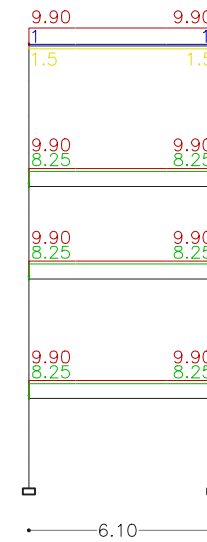


Fig. 168 Pórtico 4. Combinación de hipótesis 1.1

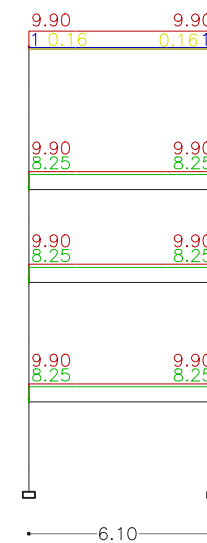


Fig. 169 Pórtico 4. Combinación de hipótesis 1.2



Fig. 170 Pórtico 4. Combinación de hipótesis 1.3

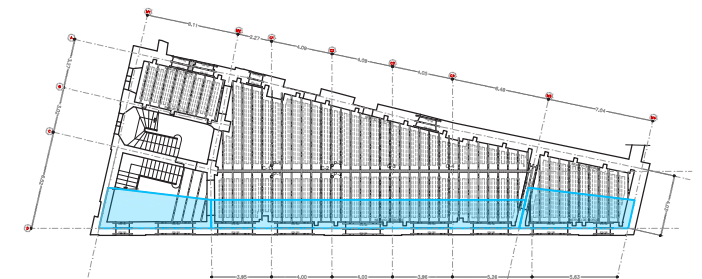


Fig. 171 Esquema de ámbito de carga sobre pórtico 3 del cuerpo principal



Fig. 172 Esquema de ámbito de carga sobre el pórtico 4 del cuerpo principal

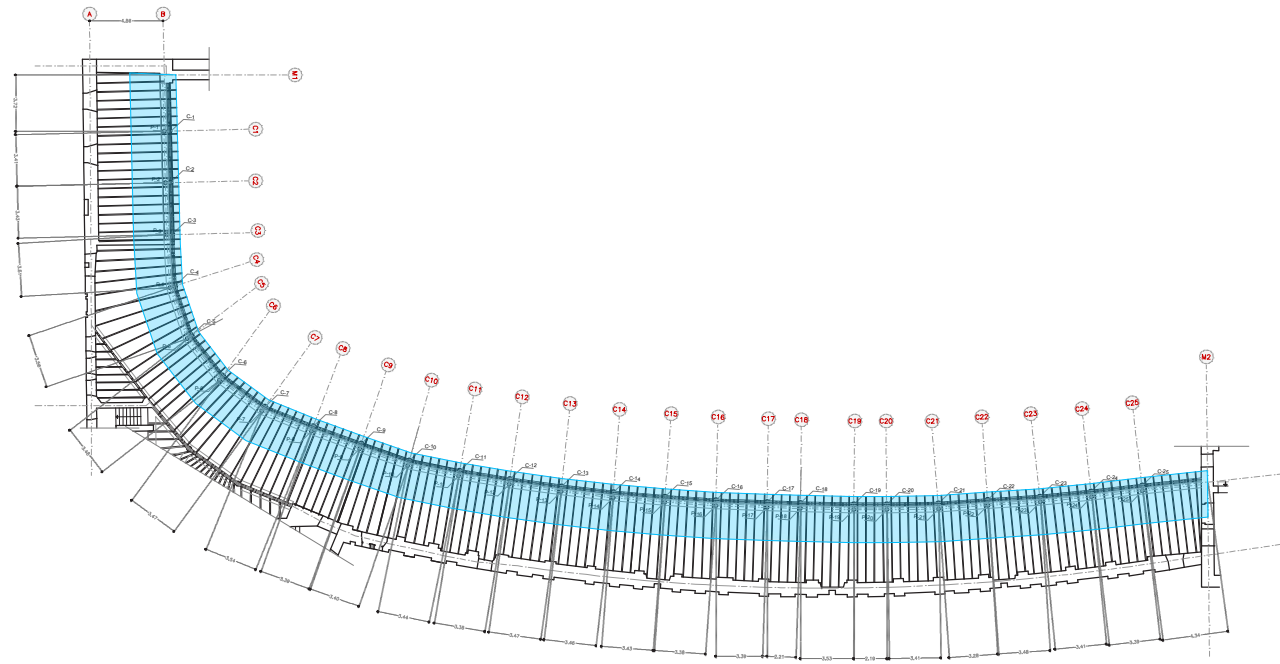


Fig. 173 Esquema de ámbito de carga del cuerpo de gradas. Pórtico B

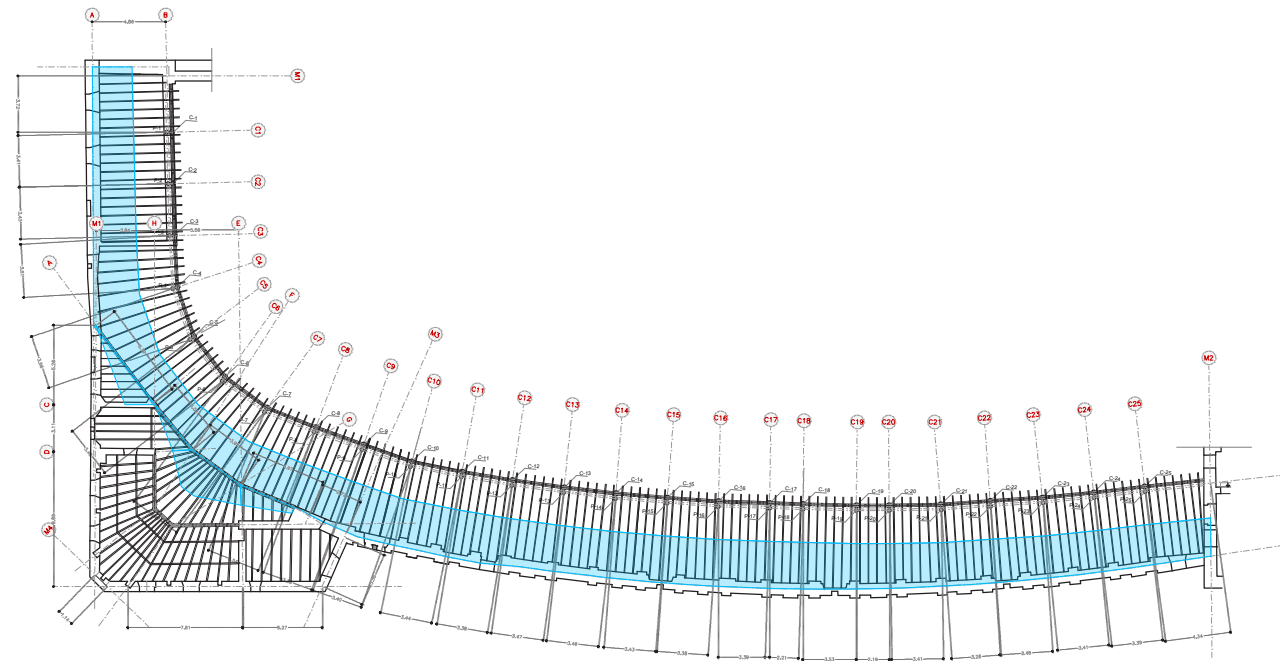


Fig. 174 Esquema de ámbito de carga del cuerpo de gradas. Pórtico A

Esquemas de aplicación de carga del cuerpo de gradas:

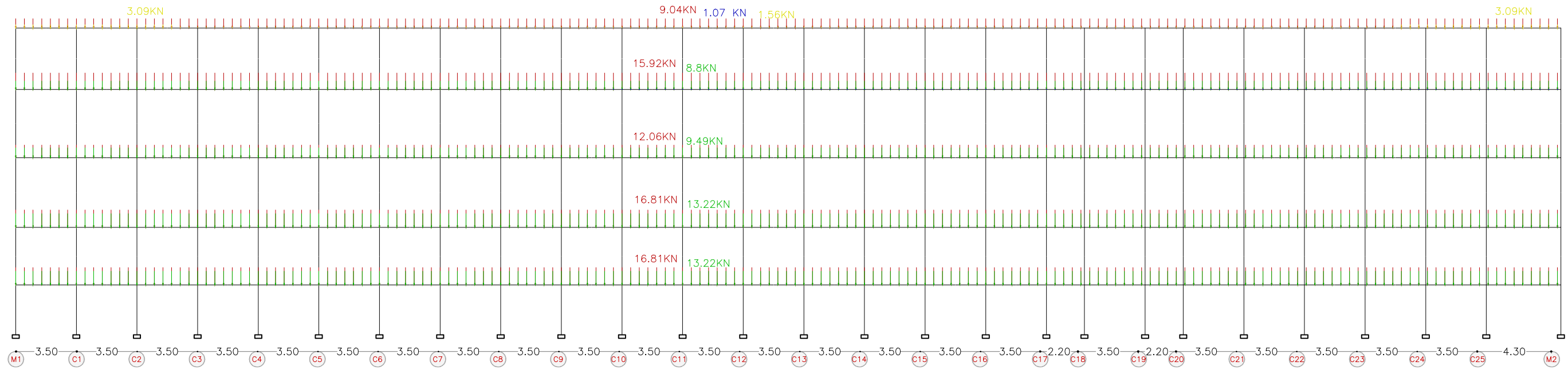


Fig. 175 Despliegue del pórtico B. Combinación de hipótesis 1.1

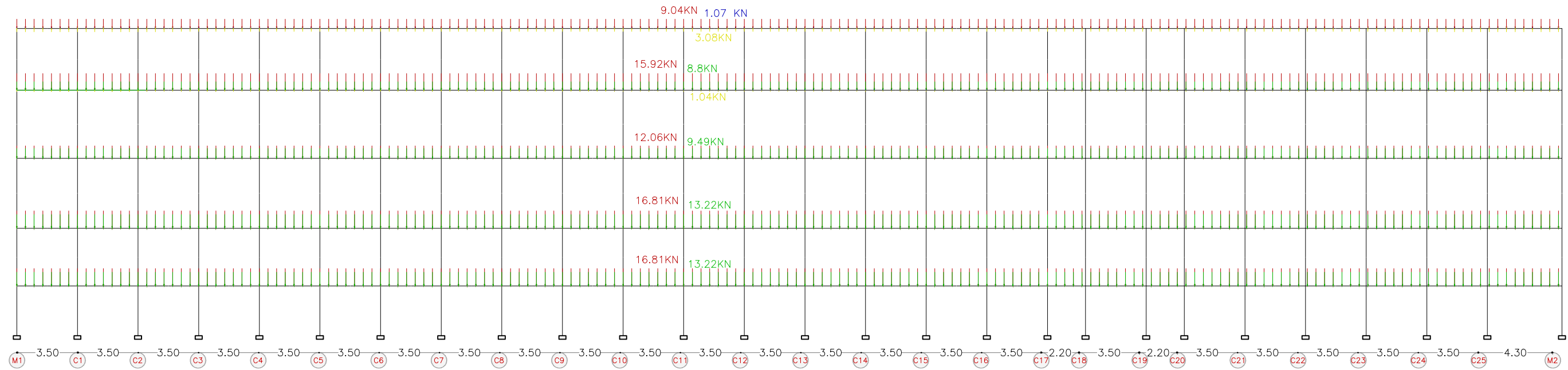


Fig. 176 Despliegue del pórtico B. Combinación de hipótesis 1.2

Cargas en KN y KN/m

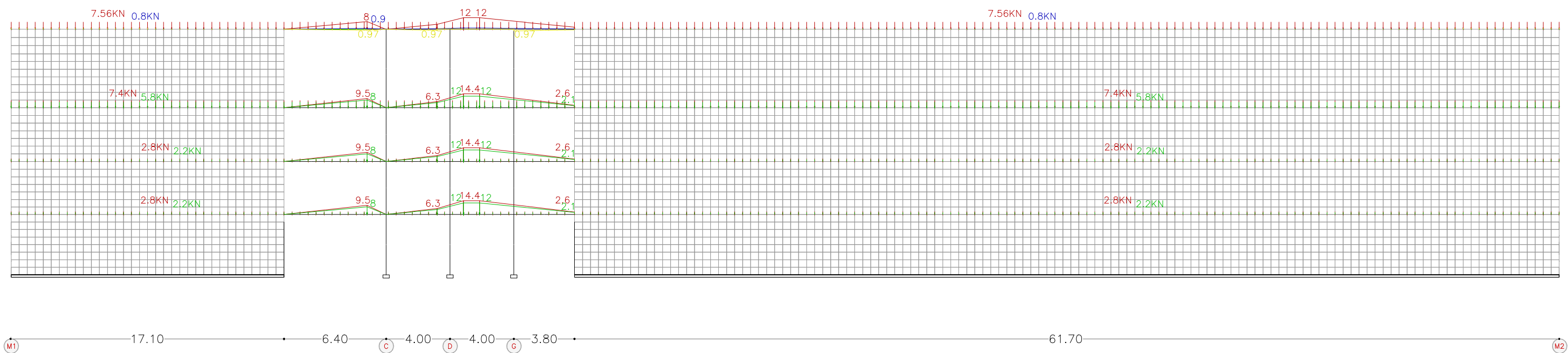


Fig. 177 Pórtico A. Combinación de hipótesis 1.1

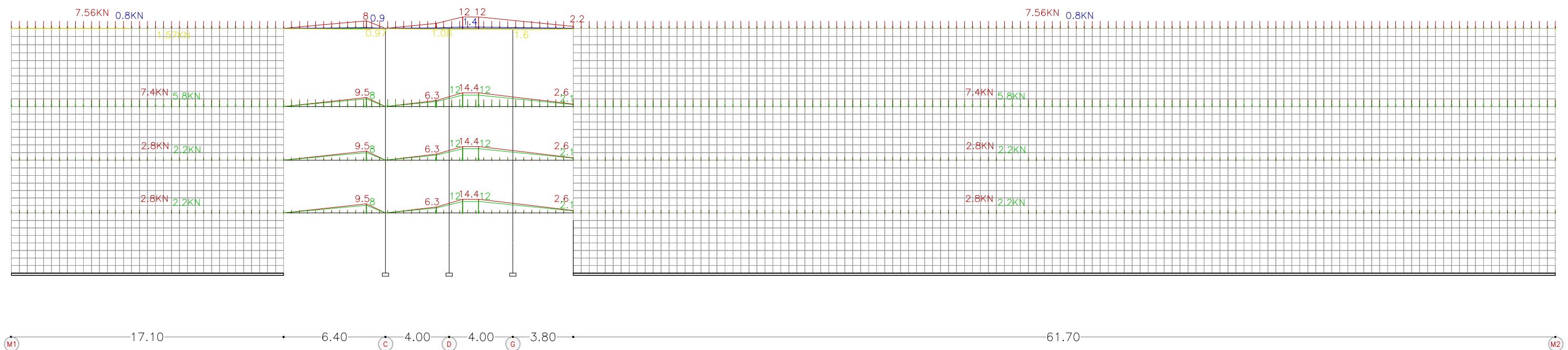


Fig. 178 Pórtico A. Combinación de hipótesis 1.2

Cargas en KN y KN/m

Esquemas de aplicación de cargas del cuerpo posterior:

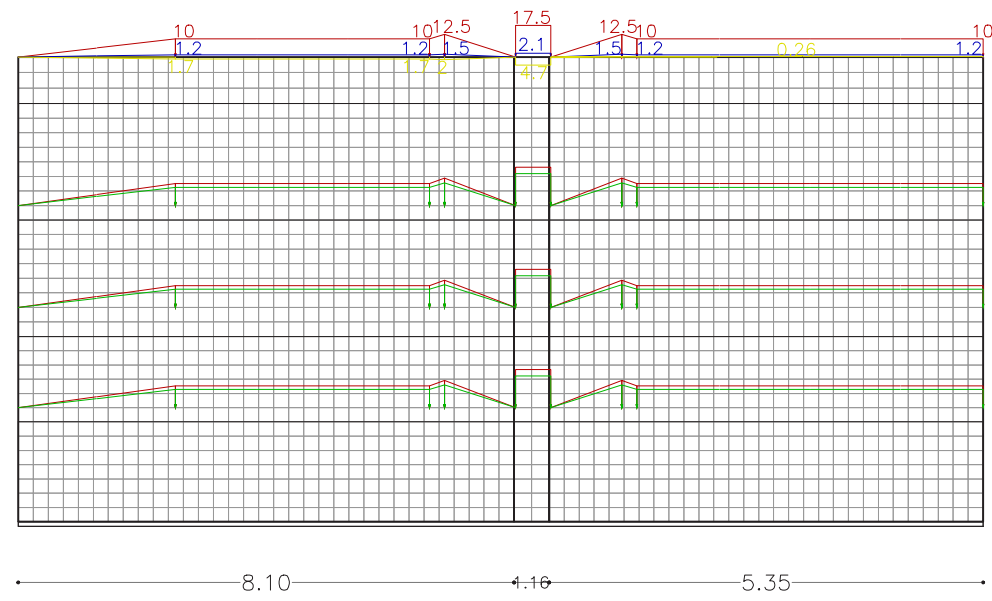


Fig. 179 Muro exterior del cuerpo posterior. Combinación de hipótesis 1.1

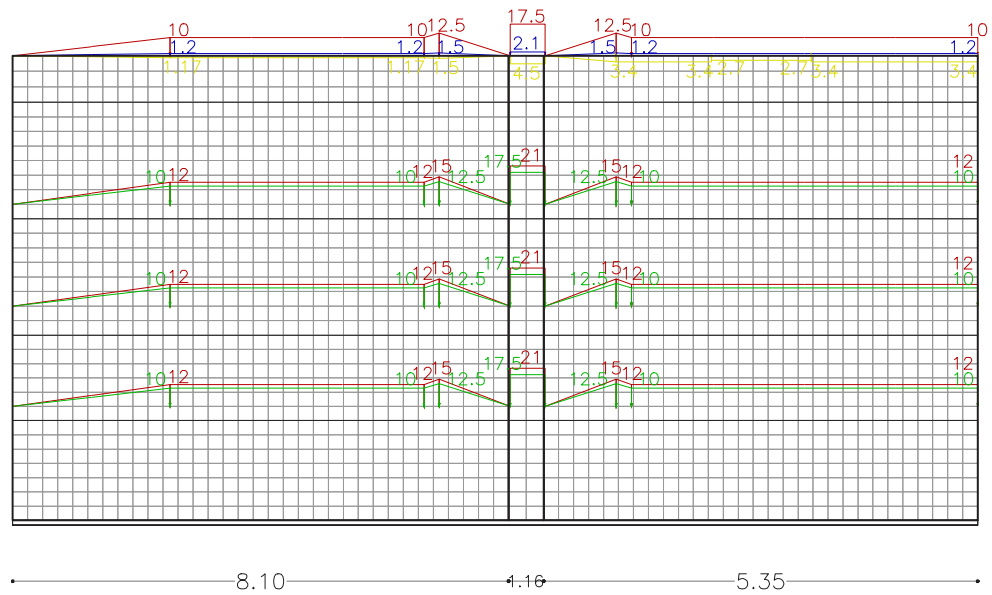


Fig. 180 Muro exterior del cuerpo posterior. Combinación de hipótesis 1.2

Cargas en KN y KN/m

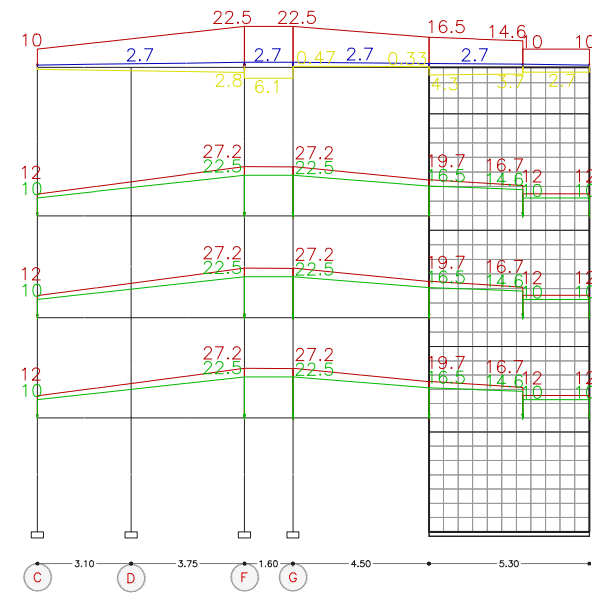


Fig. 181 Pórtico intermedio del cuerpo posterior. Combinación de hipótesis 1.1

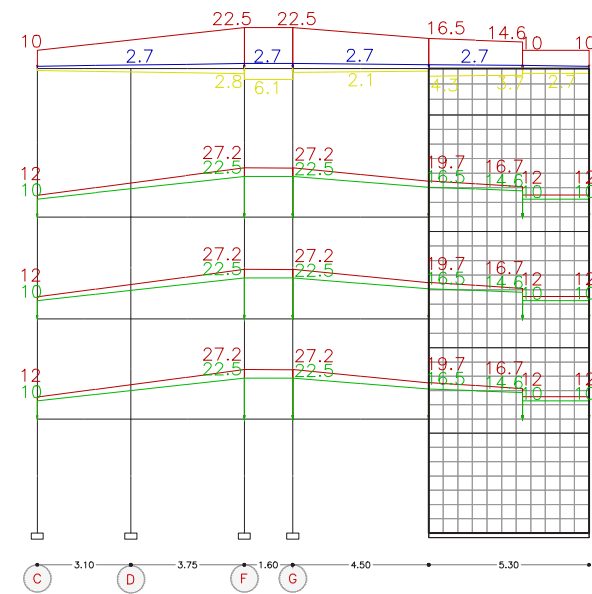


Fig. 182 Pórtico intermedio del cuerpo posterior. Combinación de hipótesis 1.2

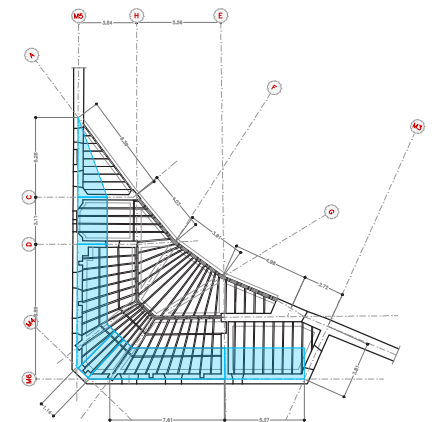


Fig. 183 Esquema de ámbito de carga del cuerpo posterior

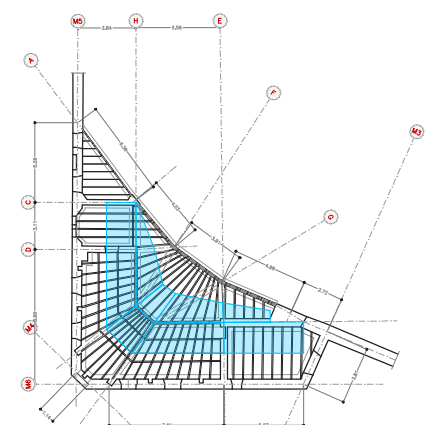


Fig. 184 Esquema de ámbito de carga del cuerpo posterior

7.2. Procesado. Diagrama de esfuerzos y deformaciones

Las combinaciones de hipótesis de cargas posibles son las siguientes:

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,5 \times \text{HIP03}) + (0,6 \times \text{HIP04})$$

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP03}) + (0,7 \times \text{HIP02}) + (0,6 \times \text{HIP04})$$

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP04}) + (0,7 \times \text{HIP02}) + (0,5 \times \text{HIP03})$$

La hipótesis de viento se subdivide en tres debido a que se contempla la dirección $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$, subdividida a su vez entre tipo 1 y 2, y dirección del viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$. Por ello, existen 9 combinaciones de hipótesis.

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,5 \times \text{HIP03}) + (0,6 \times \text{HIP04}) \text{ para viento } -45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \text{ tipo 1}$$

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,5 \times \text{HIP03}) + (0,6 \times \text{HIP04}) \text{ para viento } -45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \text{ tipo 2}$$

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,5 \times \text{HIP03}) + (0,6 \times \text{HIP04}) \text{ para viento } 45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$$

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP03}) + (0,7 \times \text{HIP02}) + (0,6 \times \text{HIP04}) \text{ para viento } -45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \text{ tipo 1}$$

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP03}) + (0,7 \times \text{HIP02}) + (0,6 \times \text{HIP04}) \text{ para viento } -45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \text{ tipo 2}$$

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP03}) + (0,7 \times \text{HIP02}) + (0,6 \times \text{HIP04}) \text{ para viento } 45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$$

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP04}) + (0,7 \times \text{HIP02}) + (0,5 \times \text{HIP03}) \text{ para viento } -45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \text{ tipo 1}$$

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP04}) + (0,7 \times \text{HIP02}) + (0,5 \times \text{HIP03}) \text{ para viento } -45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \text{ tipo 2}$$

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP04}) + (0,7 \times \text{HIP02}) + (0,5 \times \text{HIP03}) \text{ para viento } 45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$$

La combinación de hipótesis elegida para el cálculo es aquella que resulta más desfavorable. Por ello, la acción principal variable considerada es la de uso, mientras que nieve y viento son concomitantes, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$(1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,5 \times \text{HIP03}) + (0,6 \times \text{HIP04})$$

Debido a que el viento cuenta con la dirección $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$, subdividida a su vez entre tipo 1 y 2, y dirección del viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$, finalmente se realiza el cálculo para la siguiente combinación de hipótesis:

$$\text{Tipo 1.1: } (1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,7 \times \text{HIP03}) + (0,6 \times \text{HIP04}) \text{ para viento } -45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \text{ tipo 1}$$

$$\text{Tipo 1.2: } (1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,7 \times \text{HIP03}) + (0,6 \times \text{HIP04}) \text{ para viento } -45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ \text{ tipo 2}$$

$$\text{Tipo 1.3: } (1,35 \times \text{HIP01}) + (1,50 \times \text{HIP02}) + (0,7 \times \text{HIP03}) + (0,6 \times \text{HIP04}) \text{ para viento } 45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$$

Dada la naturaleza isoestática de la mayoría de elementos que intervienen en la estructura, ésta se descompone en sistemas planos.

A continuación, se presentan los diagramas de esfuerzos axiales, cortantes y flectores en E.L.U. y la deformada en E.L.S.

- Cuerpo principal. Pórtico 1:

AXILES:

CORTANTES:

FLECTORES:

DEFORMADA:

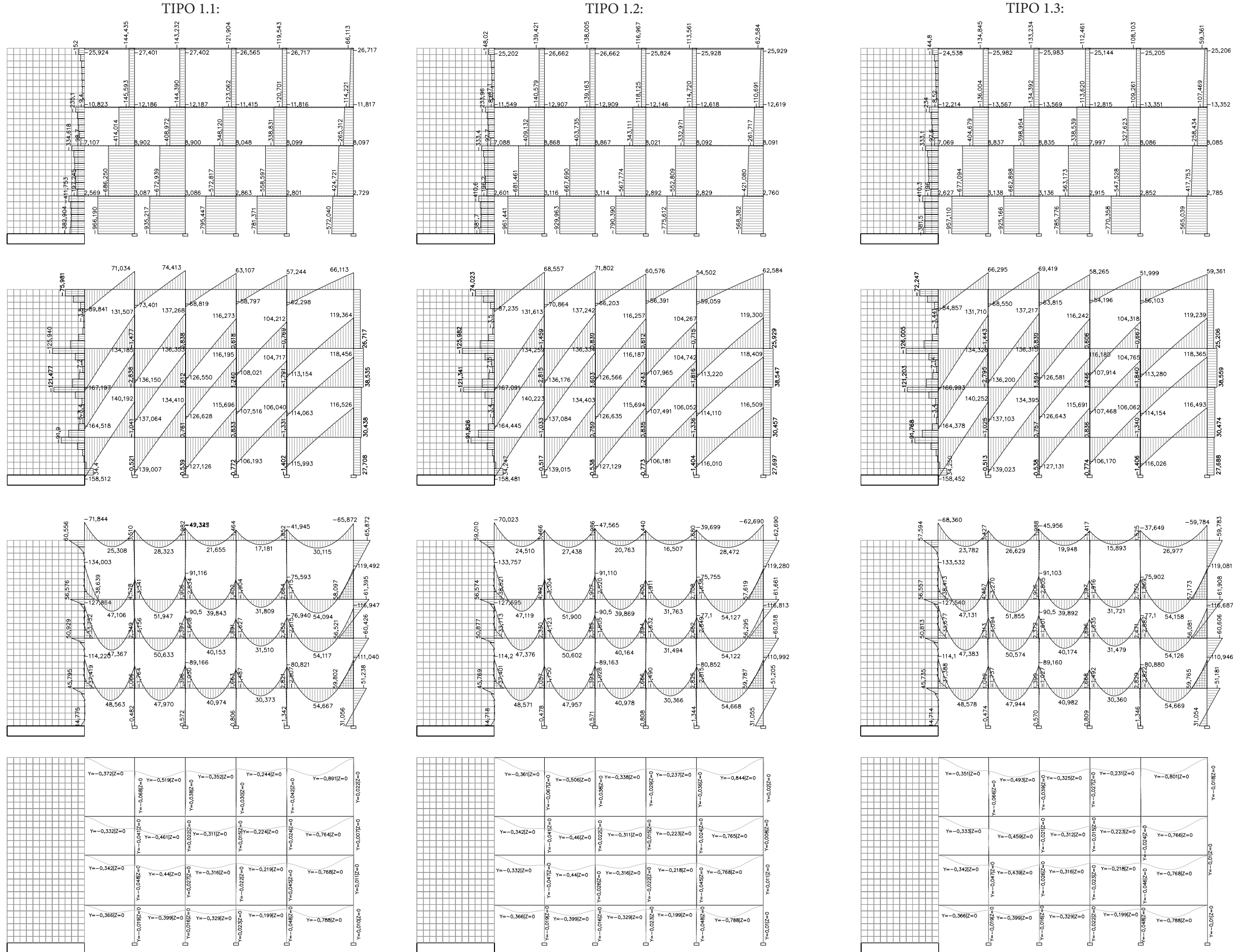


Fig. 185 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. y deformada E.L.S. del pórtico 1 del cuerpo principal

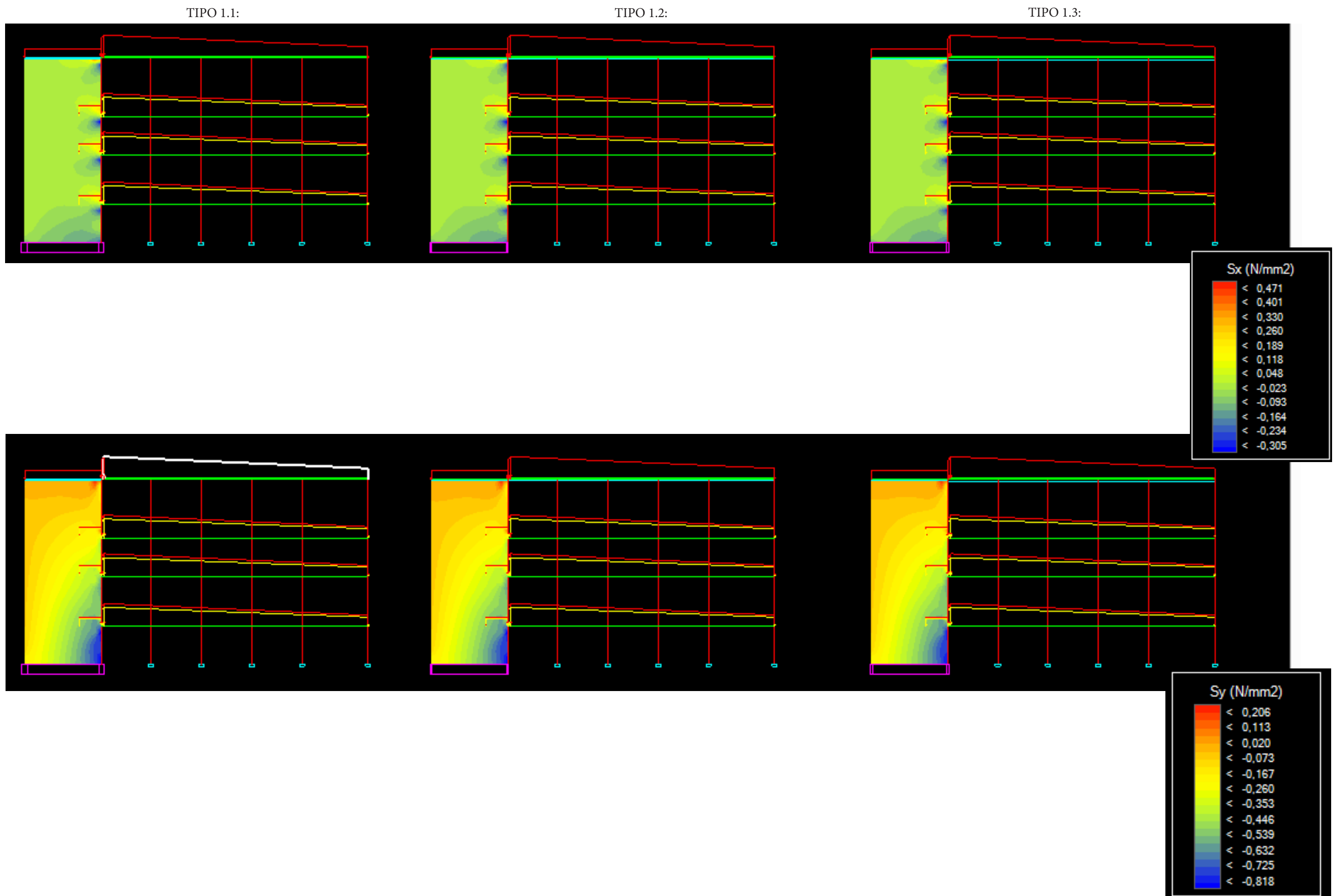
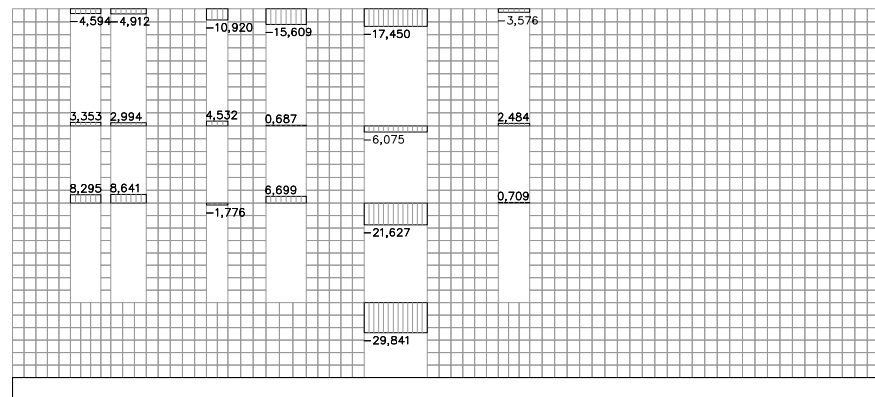


Fig. 186 Solicitaciones de elementos finitos Sx y Sy del pórtico 1 del cuerpo principal

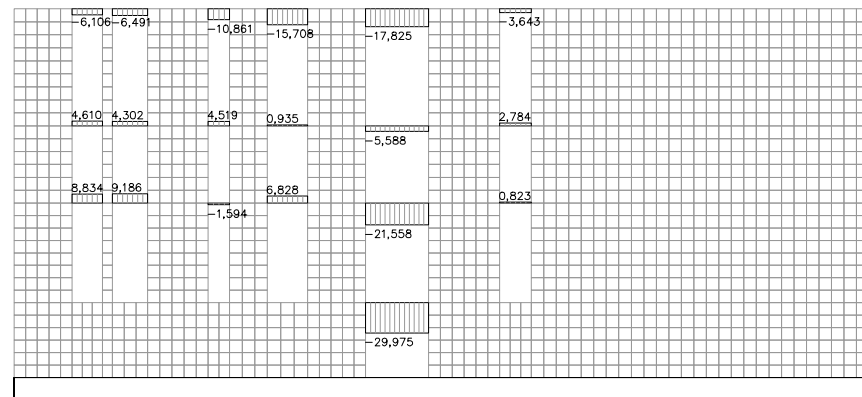
- Cuerpo principal. Pórtico 2:

AXILES:

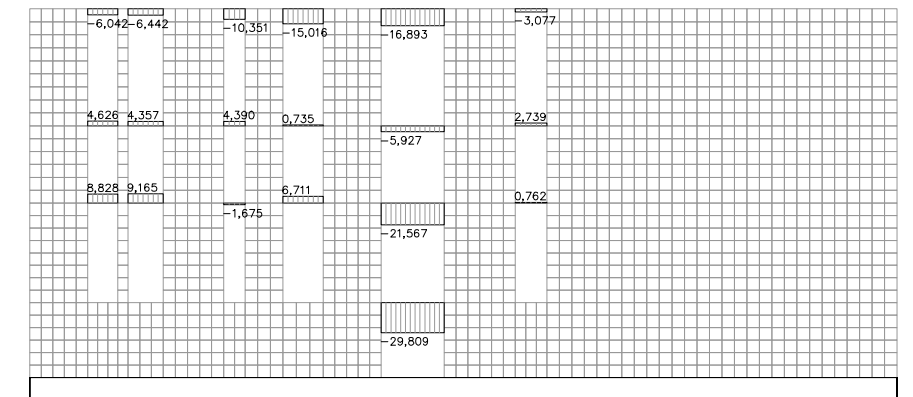
TIPO 1.1:



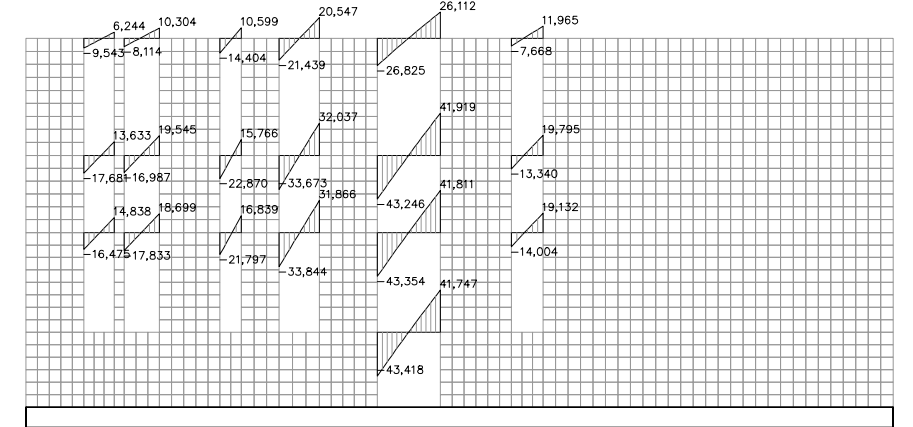
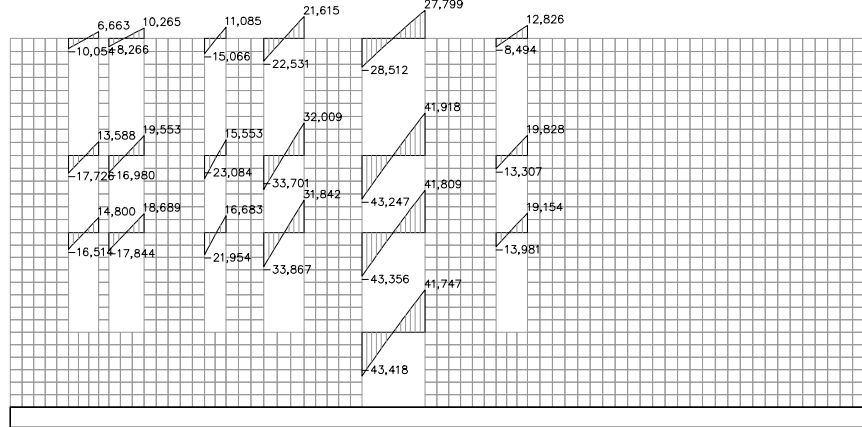
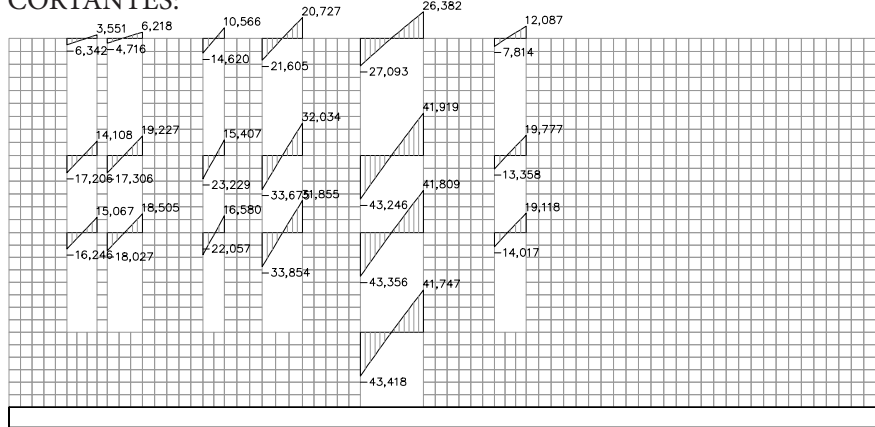
TIPO 1.2:



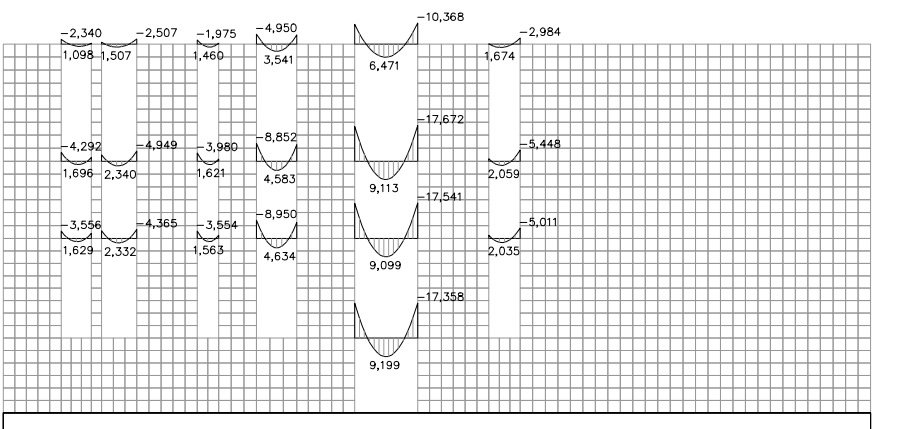
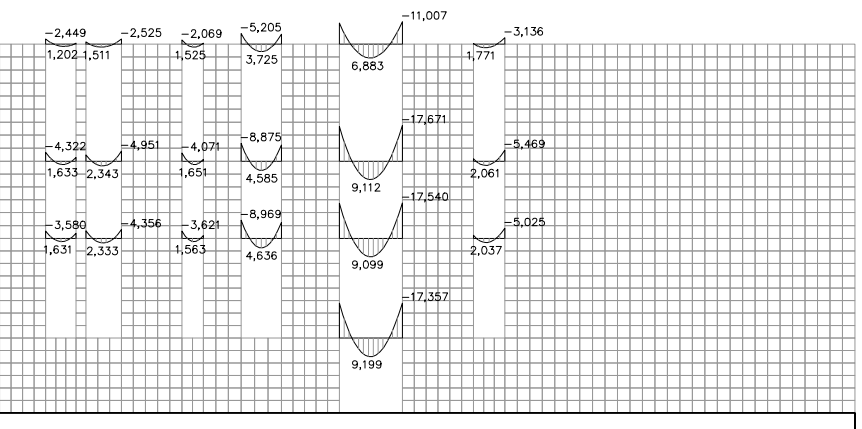
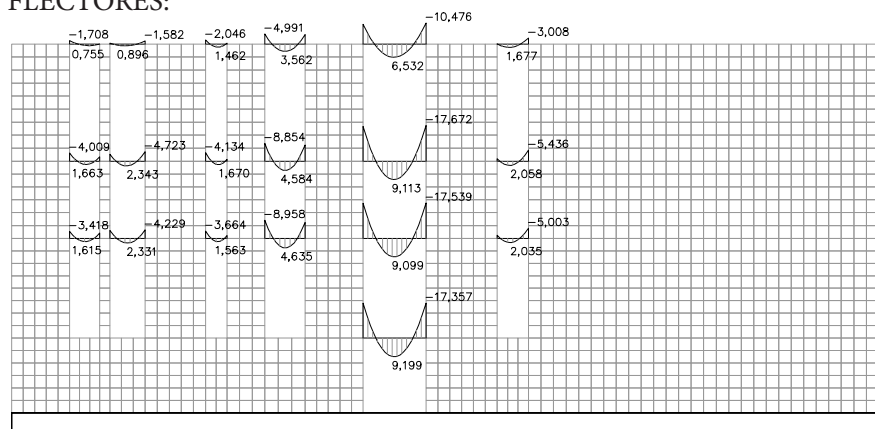
TIPO 1.3:



CORTANTES:



FLECTORES:



DEFORMADA:

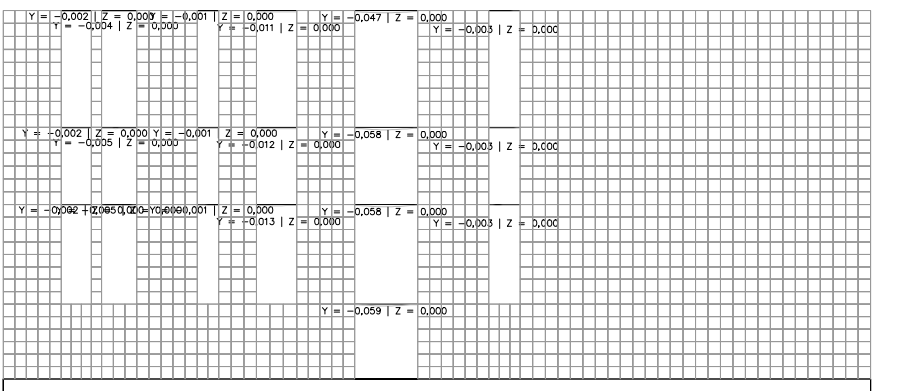
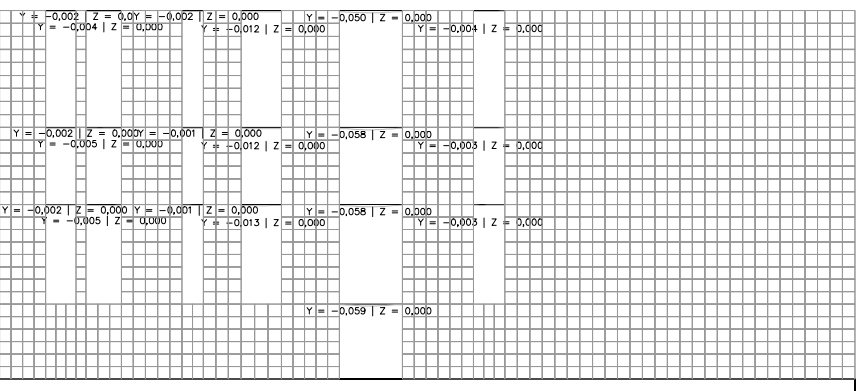
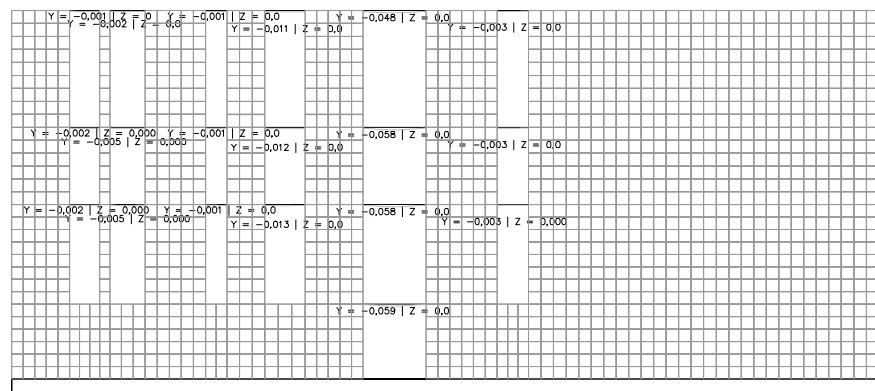


Fig. 187 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. y deformada E.L.S. del pórtico 2 del cuerpo principal

TIPO 1.1:

TIPO 1.2:

TIPO 1.3:

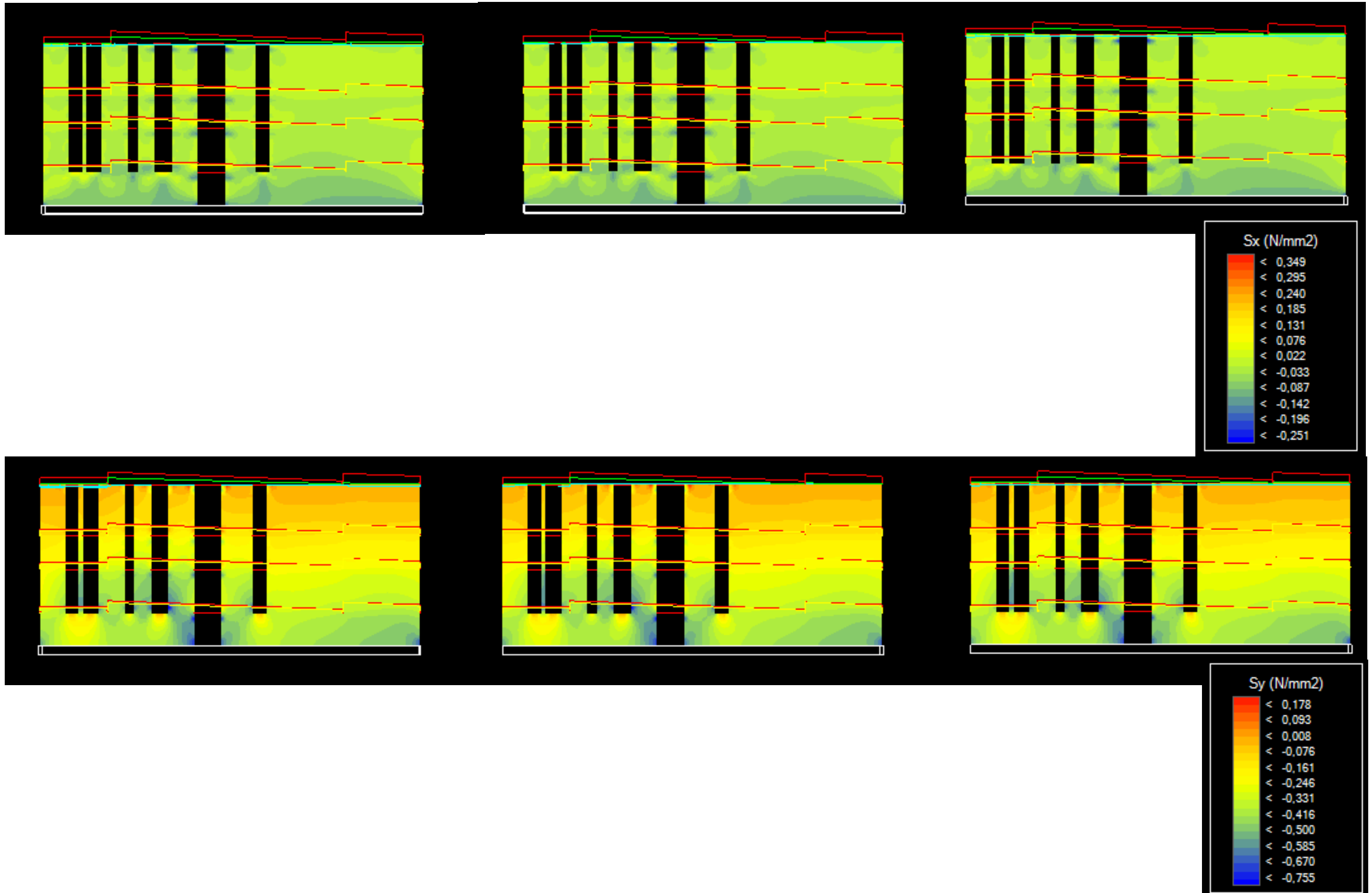
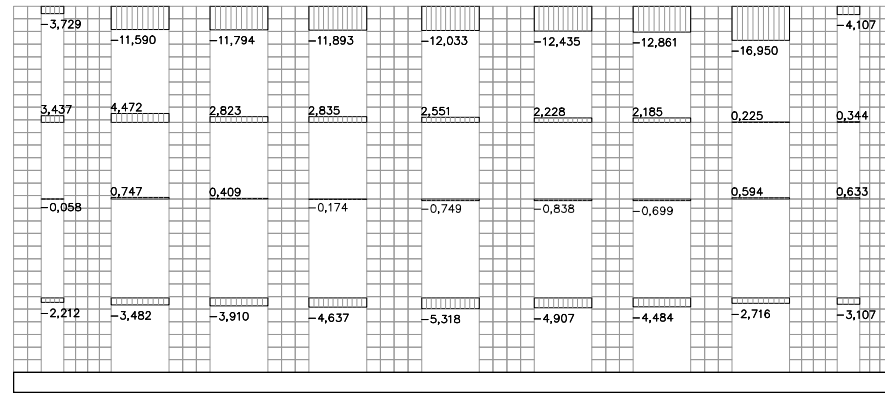


Fig. 188 Solicitaciones de elementos finitos S_x y S_y del pórtico 2 del cuerpo principal

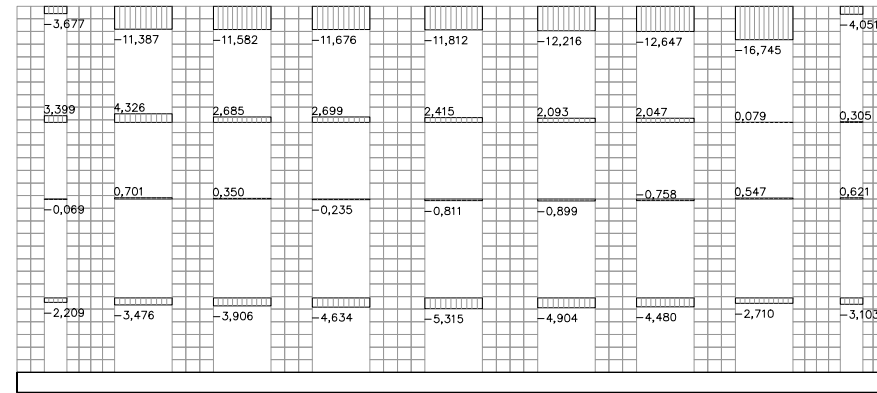
- Cuerpo principal. Pórtico 3:

AXILES:

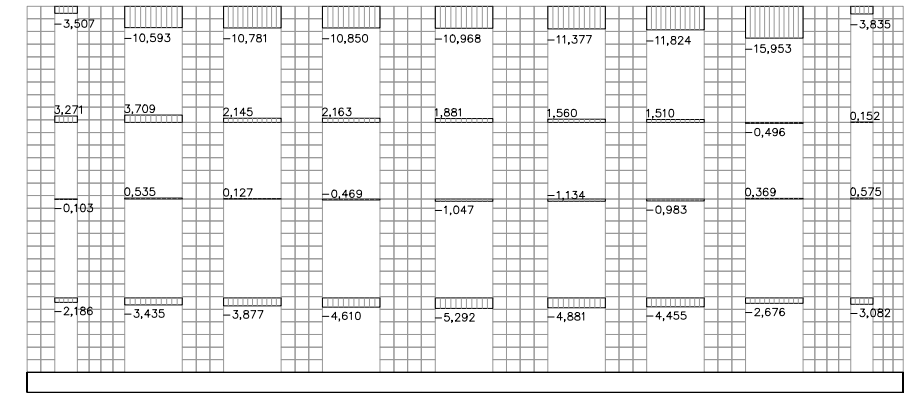
TIPO 1.1:



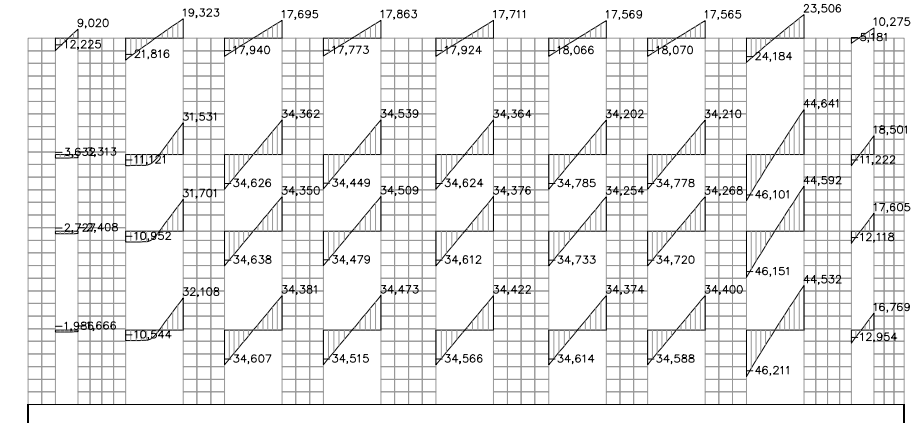
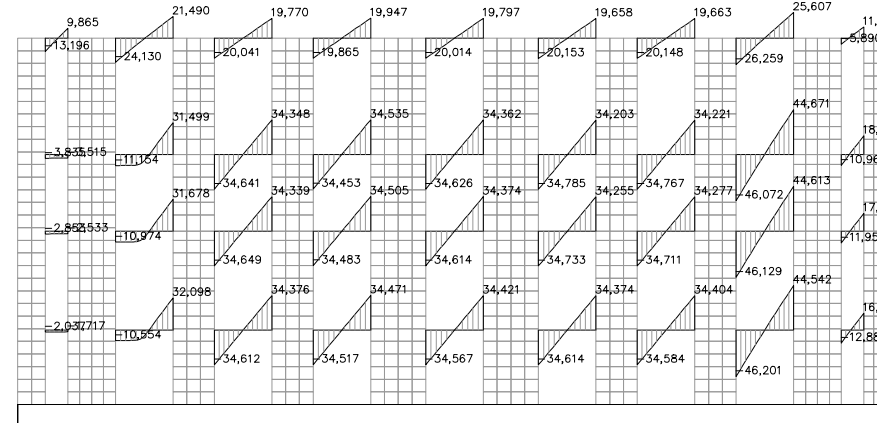
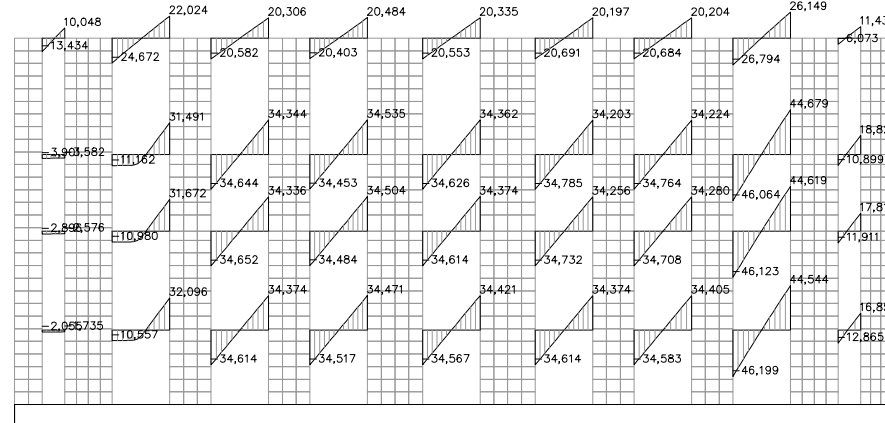
TIPO 1.2:



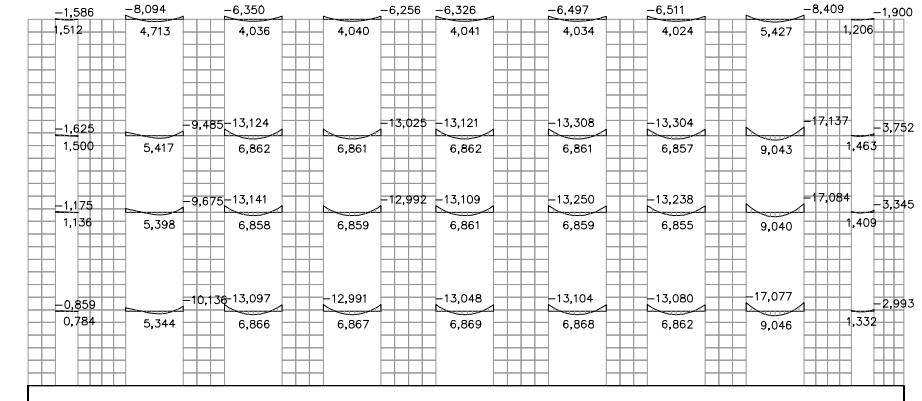
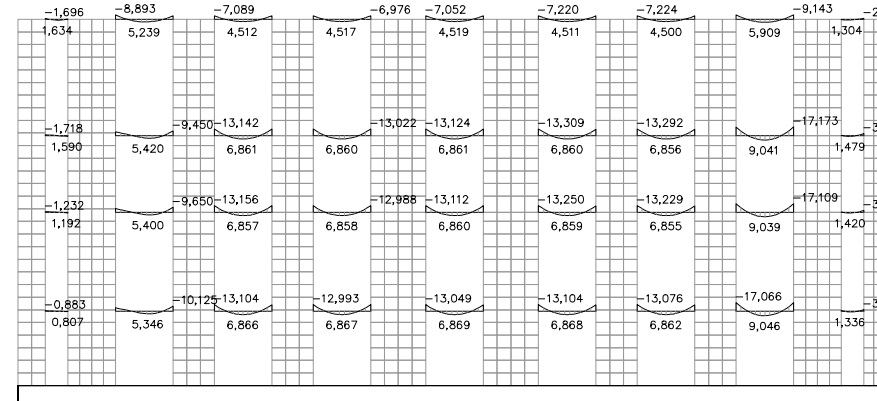
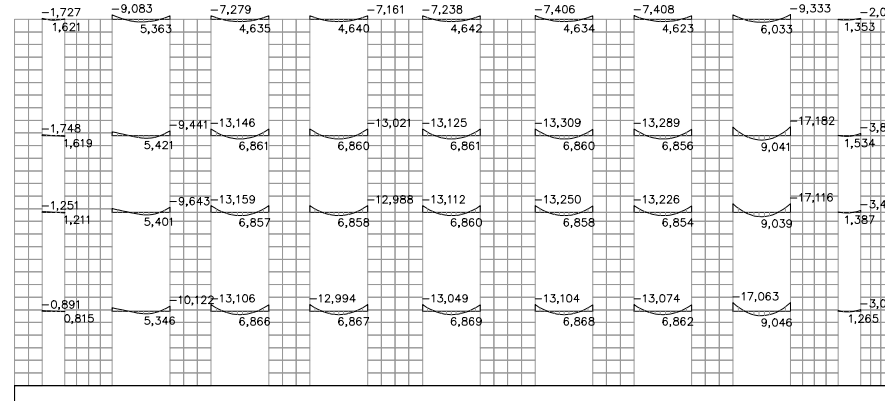
TIPO 1.3:



CORTANTES:



FLECTORES:



DEFORMADA:

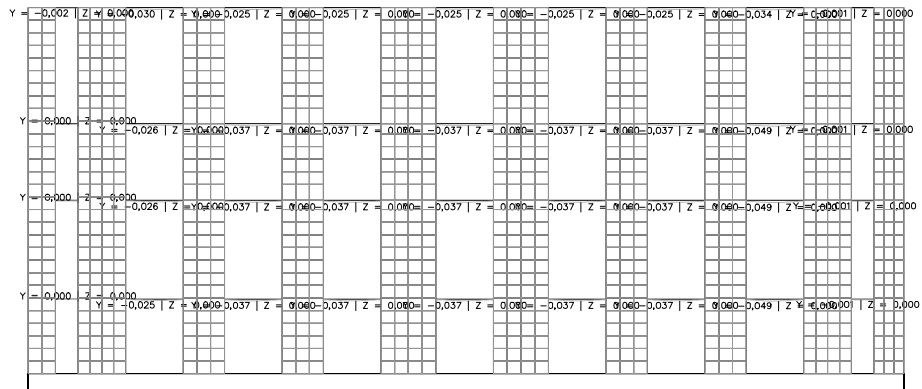
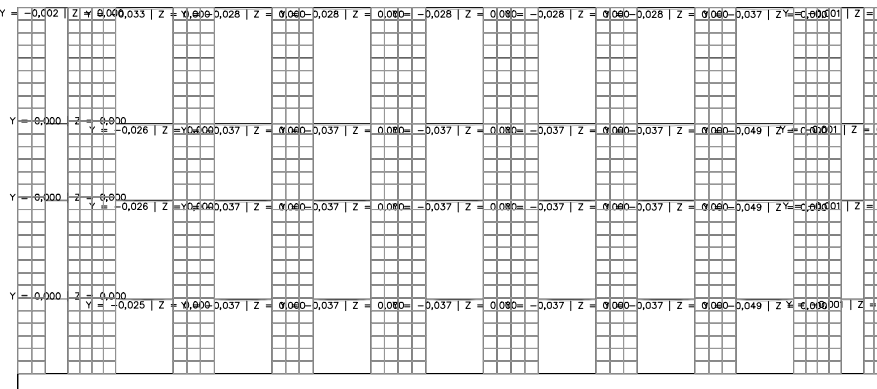
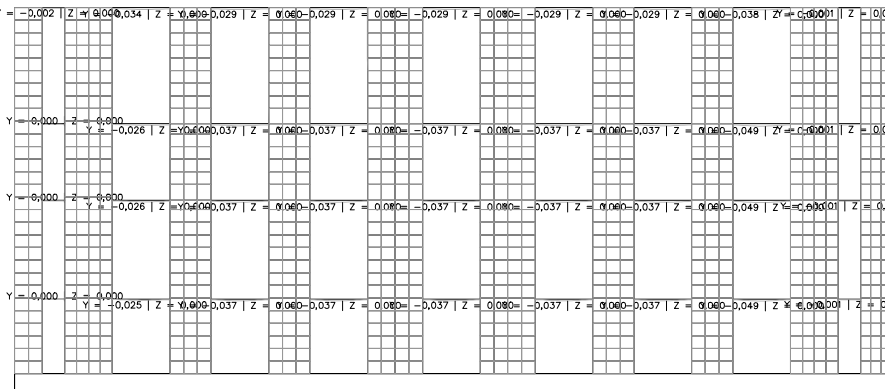


Fig. 189 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. y deformada E.L.S. del pórtico 3 del cuerpo principal

TIPO 1.1:

TIPO 1.2:

TIPO 1.3:

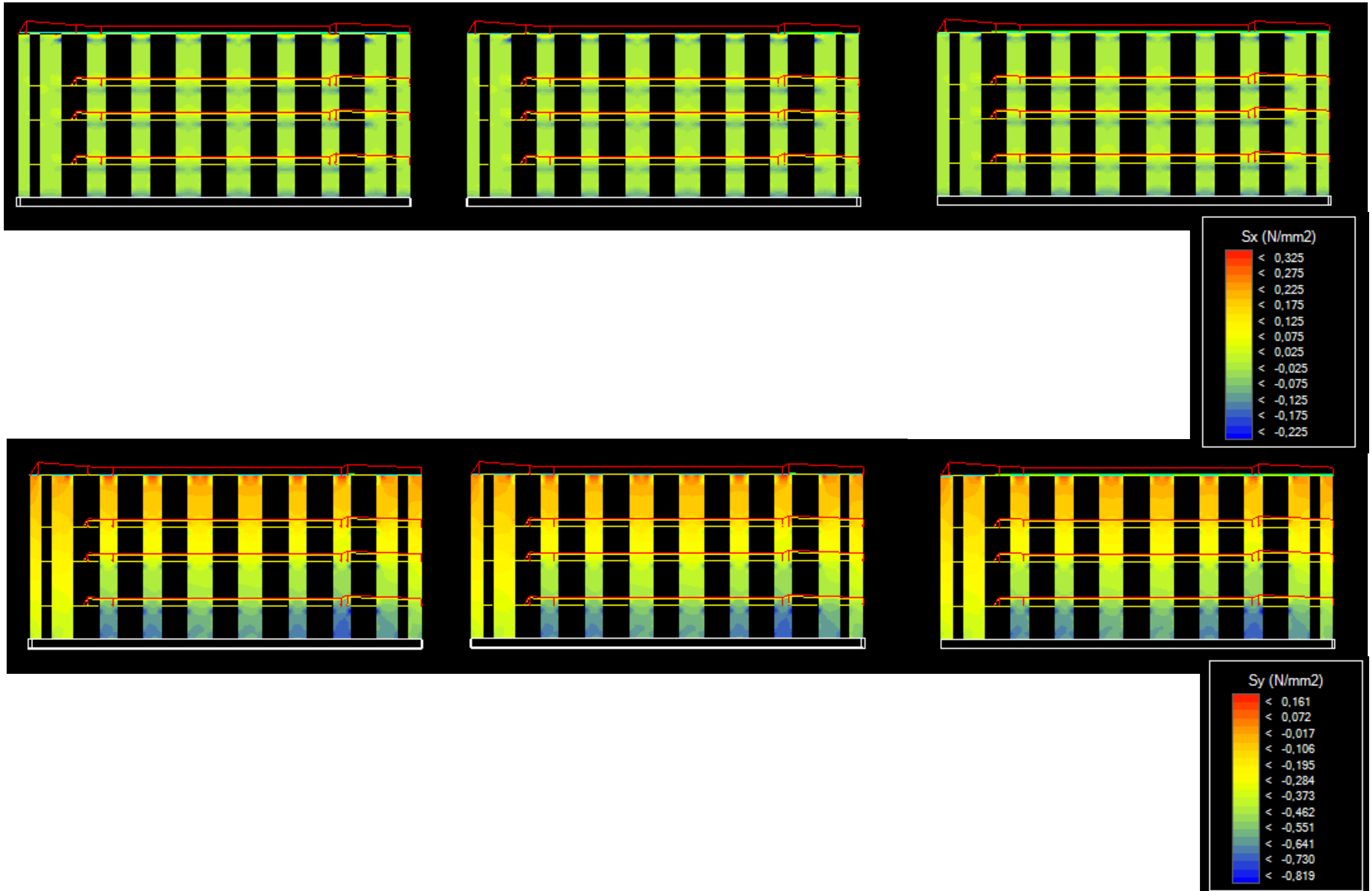


Fig. 190 Solicitaciones de elementos finitos S_x y S_y del pórtico 3 del cuerpo principal

- Cuerpo principal. Pórtico 4:

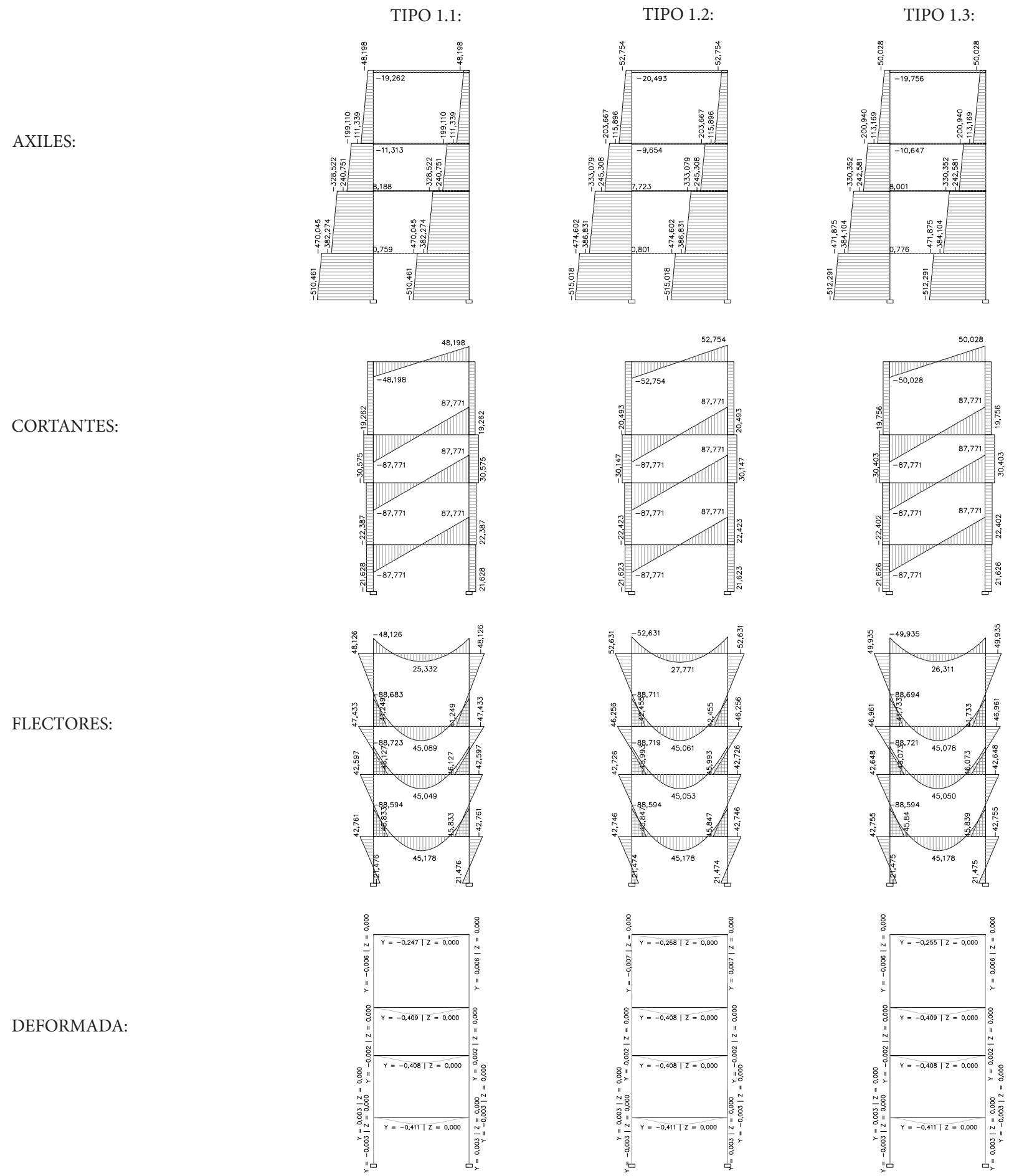
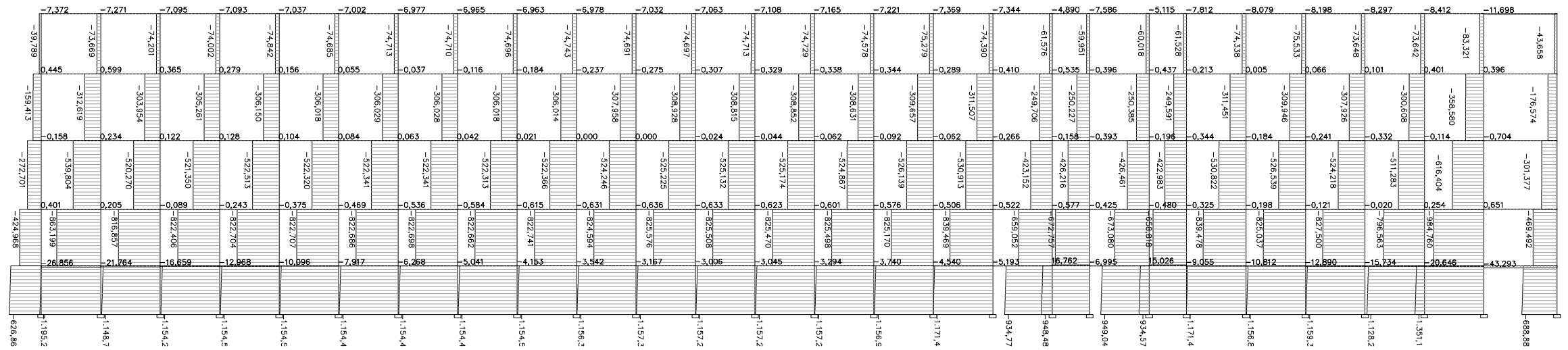


Fig. 191 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. y deformada E.L.S. del pórtico 4 del cuerpo principal

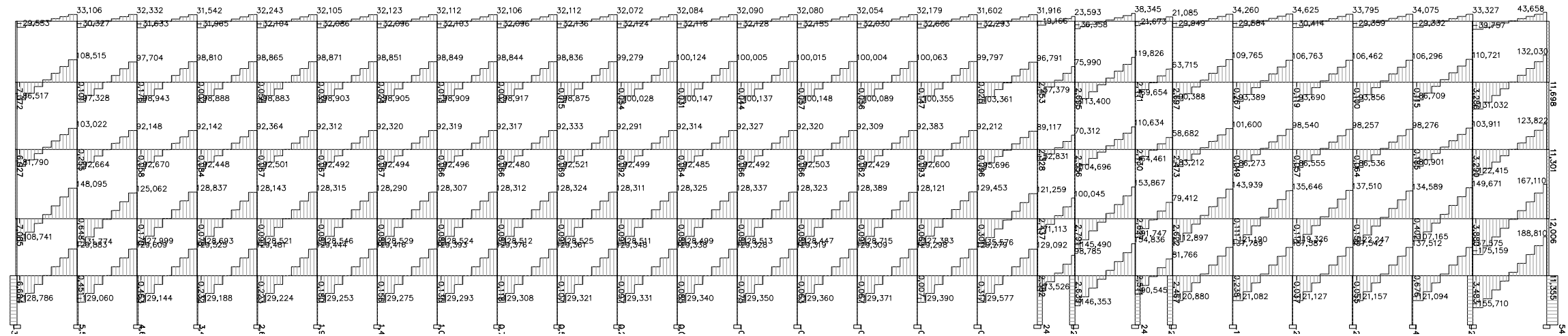
- Cuerpo de gradas. Pórtico B:

TIPO 1.1:

AXILES:



CORTANTES:



FLECTORES:

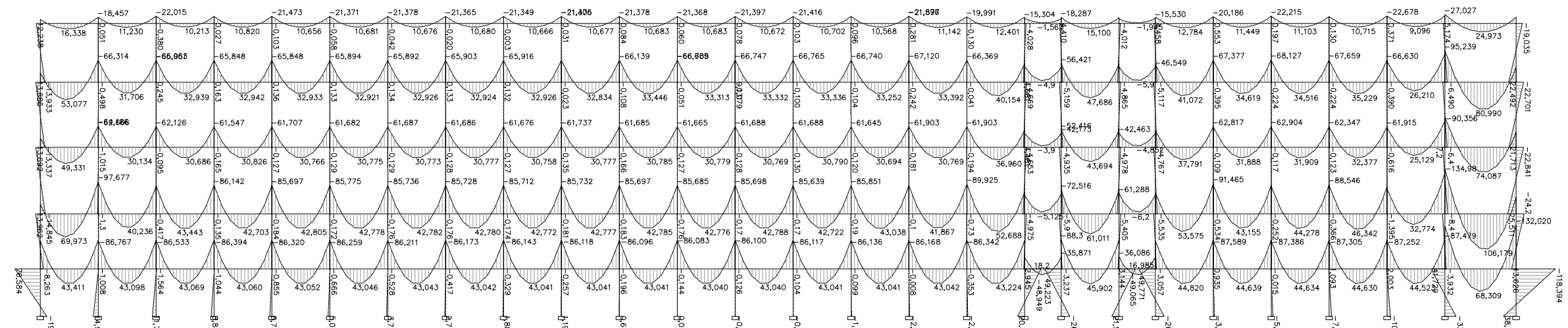
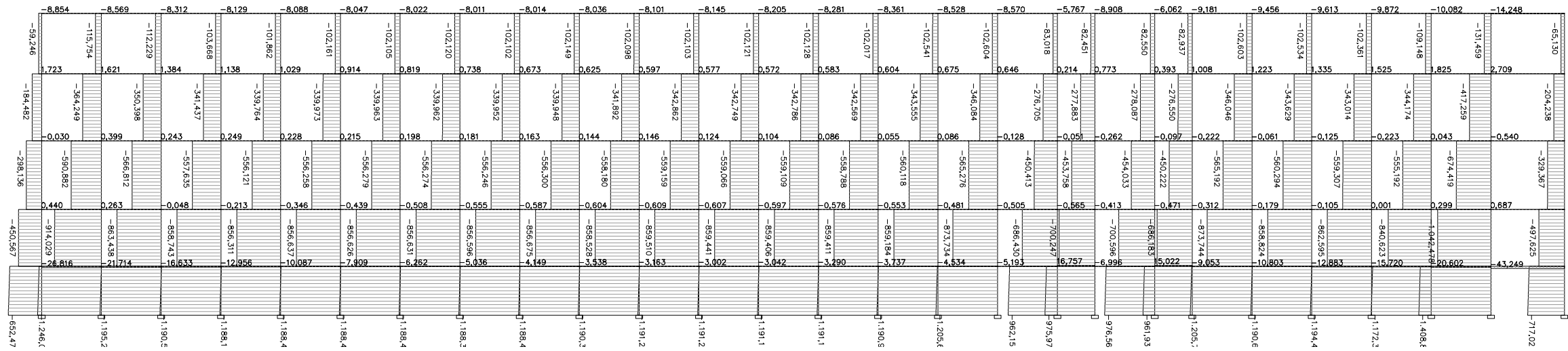


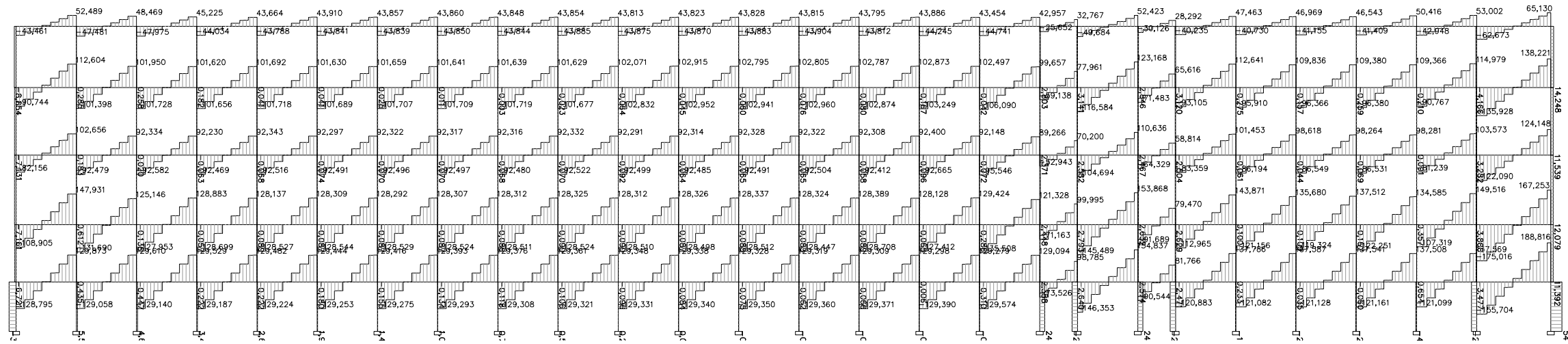
Fig. 192 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. del pórtico B del cuerpo de gradas

TIPO 1.2:

AXILES:



CORTANTES:



FLECTORES:

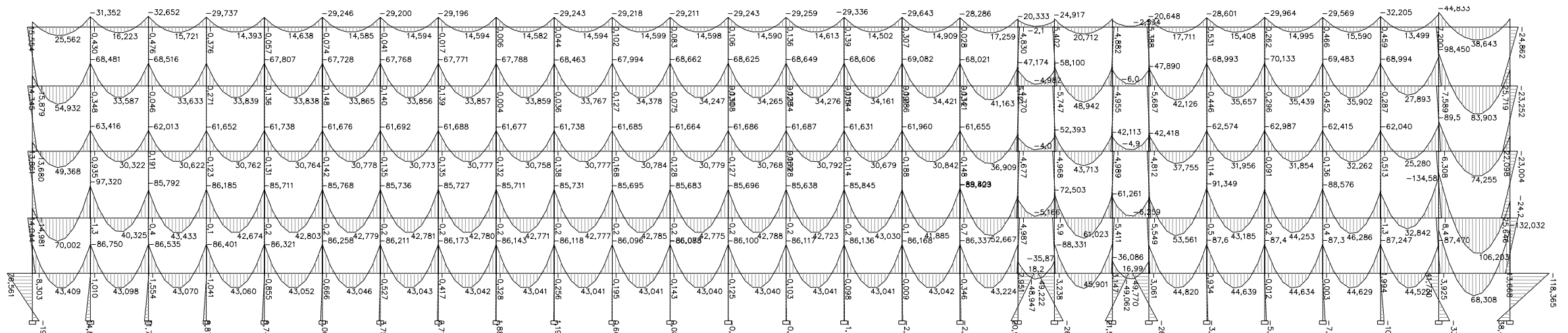
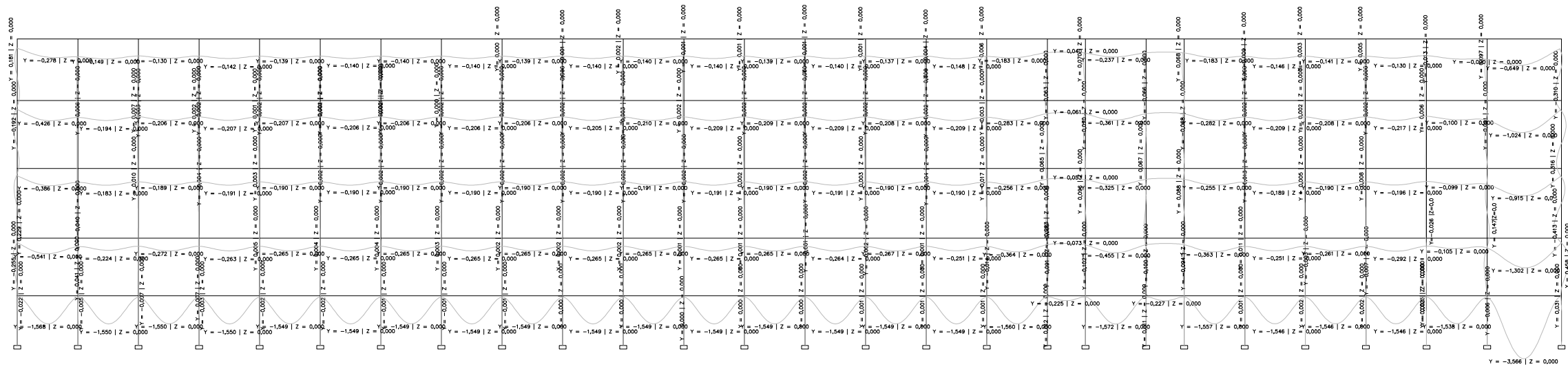


Fig. 193 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. del pórtico B del cuerpo de gradas

TIPO 1.1:

DEFORMADA:



TIPO 1.2:

DEFORMADA:

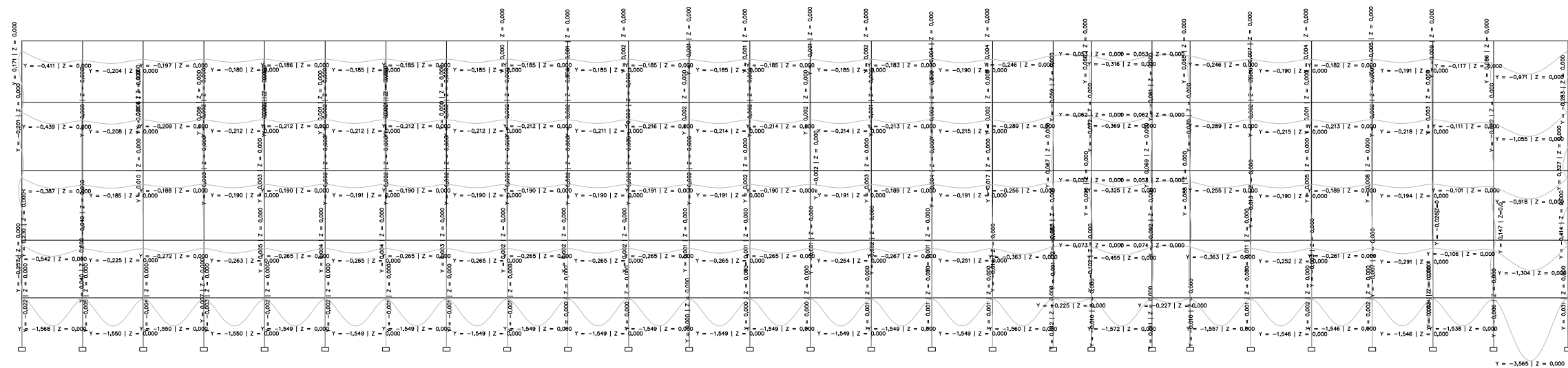
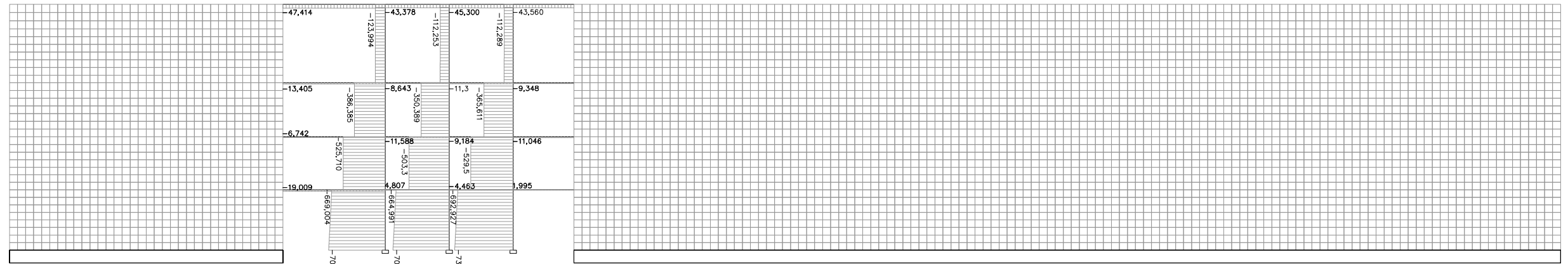


Fig. 194 Diagramas de deformada en E.L.S. del pórtico B del cuerpo de gradas

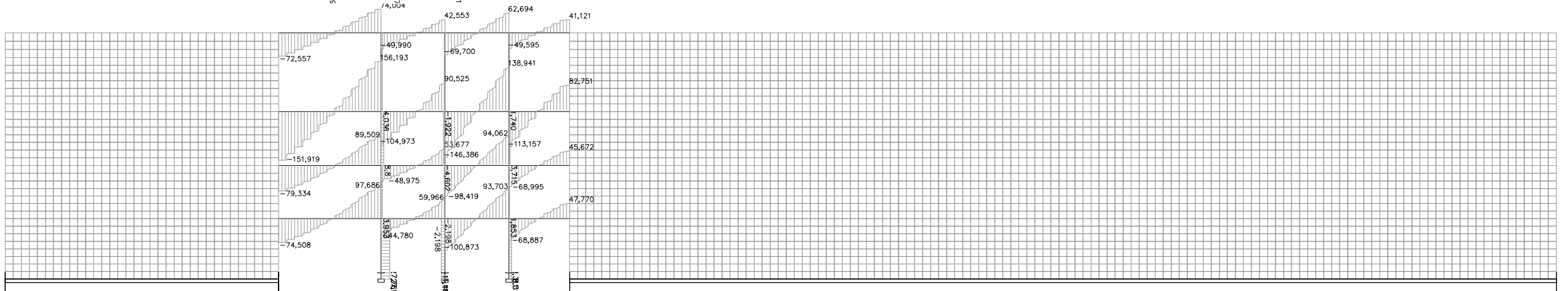
- Cuerpo de gradas. Pórtico A:

TIPO 1.1:

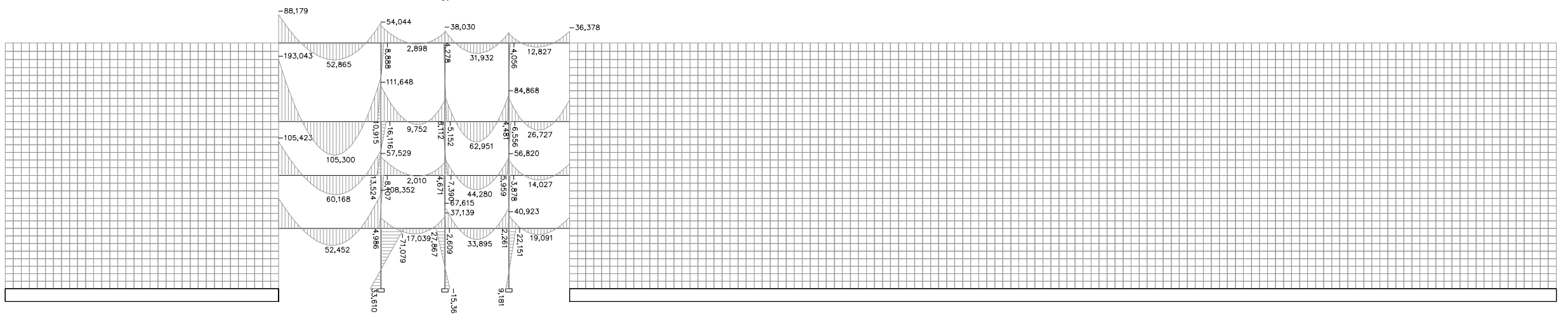
AXILES:



CORTANTES:



FLECTORES:



DEFORMADA:

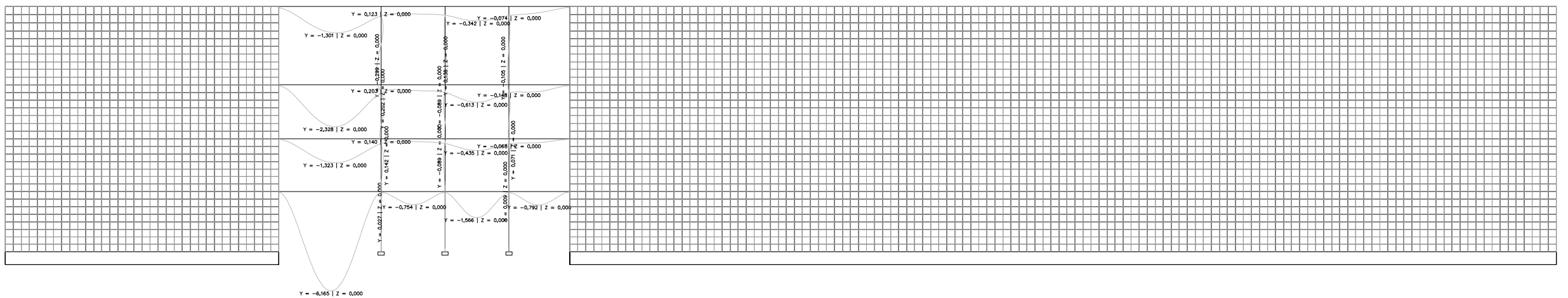


Fig. 195 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. del pórtico A del cuerpo de gradas

TIPO 1.2:

AXILES:

CORTANTES:

FLECTORES:

DEFORMADA:

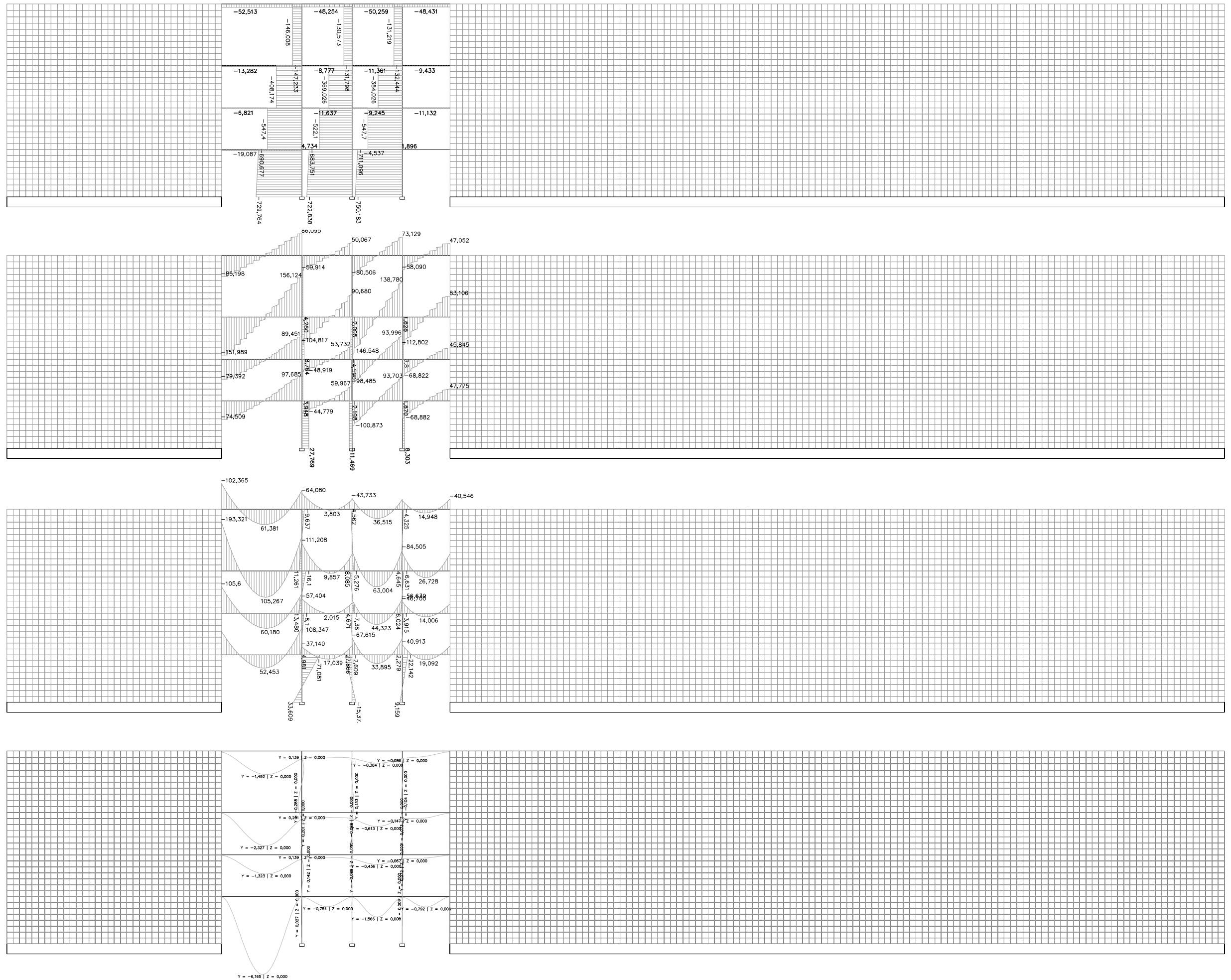
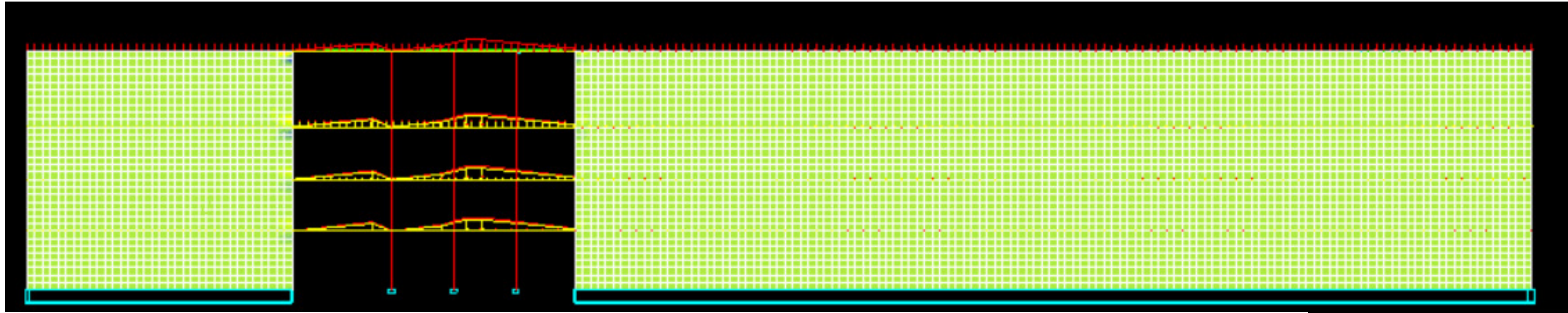
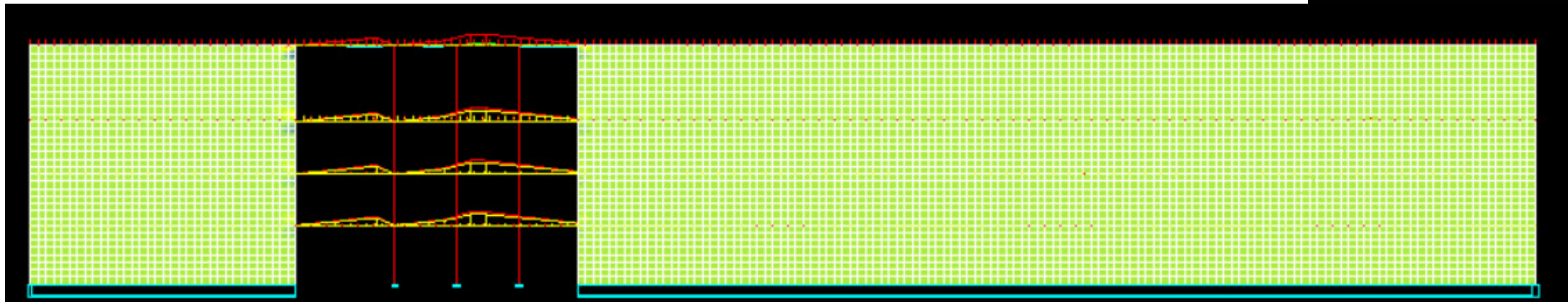
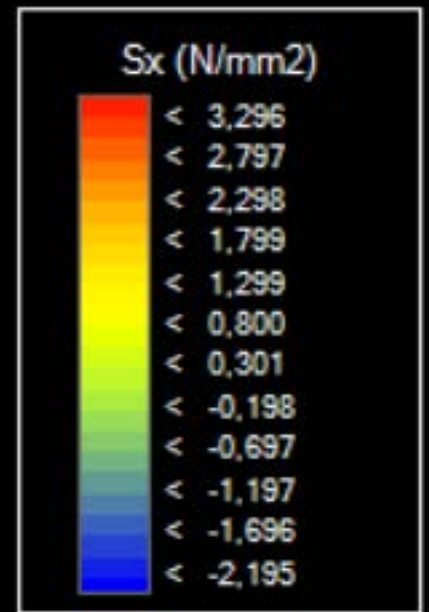


Fig. 196 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. del pórtico A del cuerpo de gradas



TIPO 1.1:



TIPO 1.2:

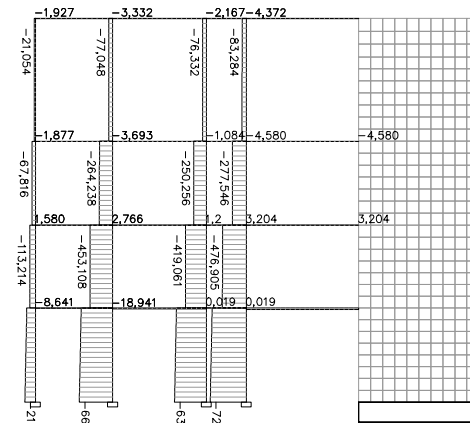
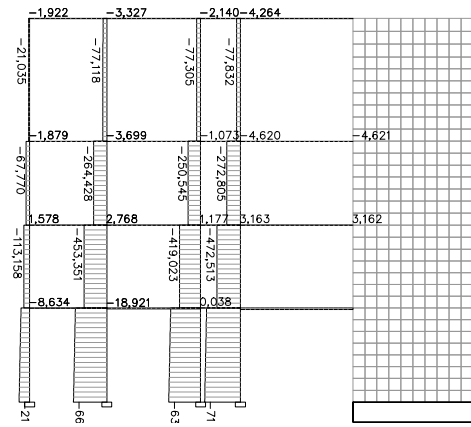
Fig. 197 Solicitaciones de elementos finitos Sx y Sy del pórtico A del cuerpo de gradas

- Cuerpo posterior. Pórtico intermedio:

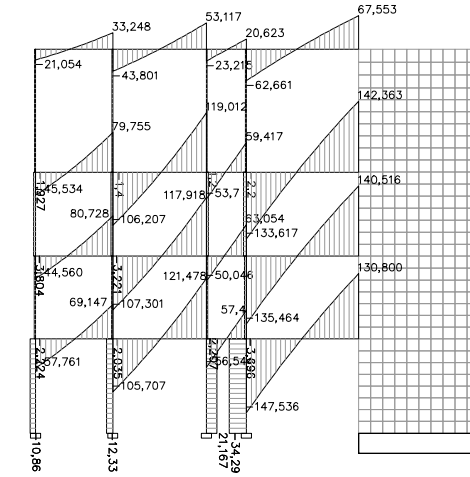
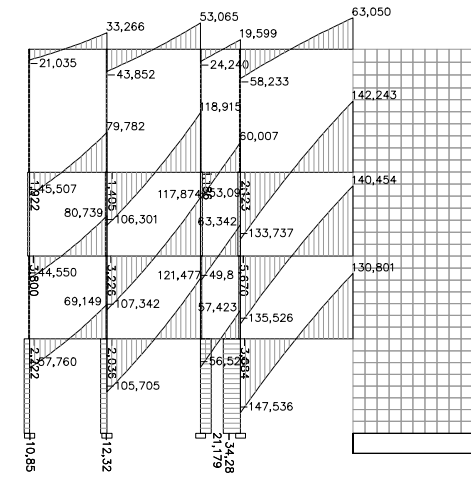
TIPO 1.1:

TIPO 1.2:

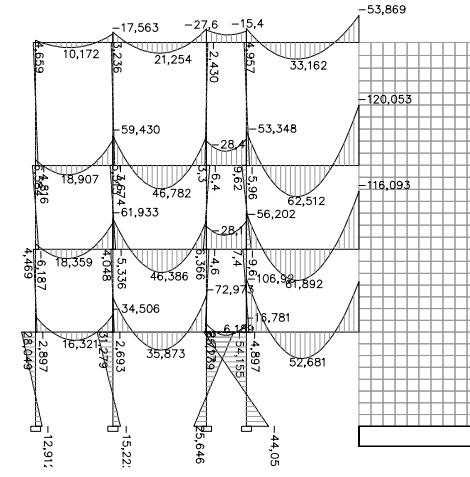
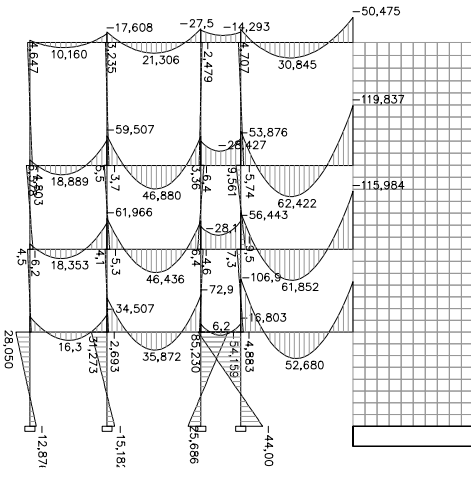
AXILES:



CORTANTES:



FLECTORES:



DEFORMADA:

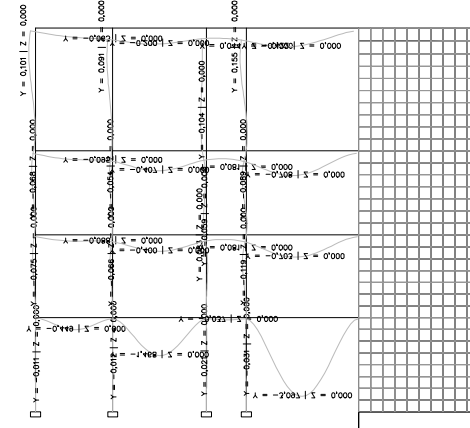
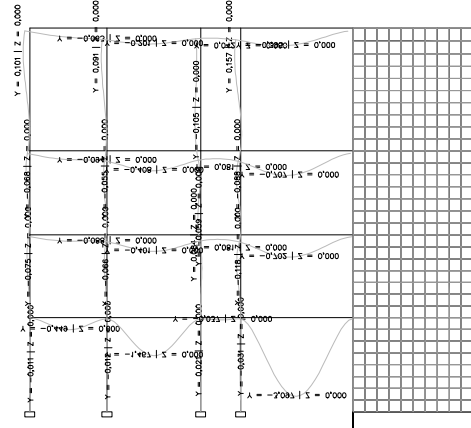
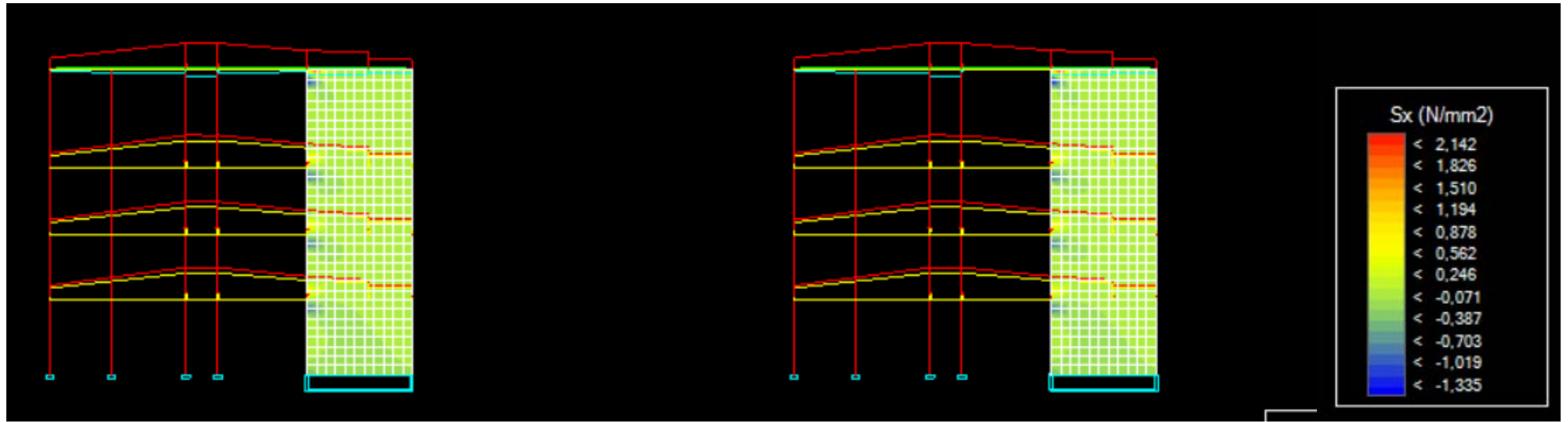


Fig. 198 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. y deformada E.L.S. del pórtico intermedio del cuerpo posterior

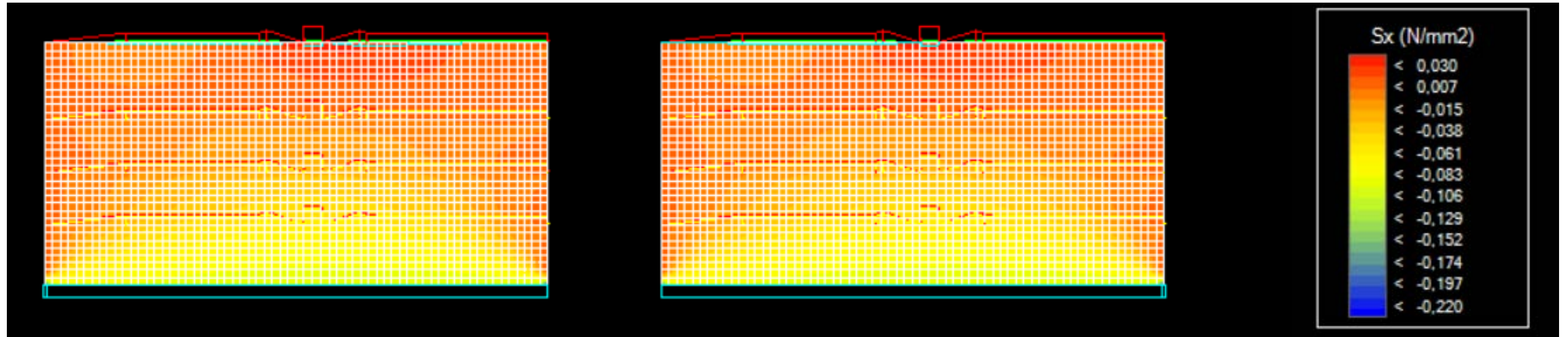


TIPO 1.1:

TIPO 1.2:

Fig. 199 Solicitaciones de elementos finitos Sx y Sy del pórtico intermedio del cuerpo posterior

- Cuerpo posterior. Muro exterior:



TIPO 1.1:

TIPO 1.2:

Fig. 200 Solicitaciones de elementos finitos Sx y Sy del muro exterior del cuerpo posterior

7.3. Postprocesado. Cálculo y peritación

Procedemos a la peritación de los diferentes pórticos que conforman la estructura. El proceso a seguir será definir qué elementos no satisfacen las necesidades mínimas y, posteriormente, se procederá a enumerar los refuerzos ejecutados durante la rehabilitación, para así estar dentro de los límites de la normativa.

En el caso de l cuerpo principal, todos los elementos que conforman los pórticos 2, 3 y 4 satisfacen las restricciones mínimas. En cambio, en el pórtico 1, se observa en la siguiente figura que numerosos elementos no cumplen para ninguna de las hipótesis de cálculo consideradas según la dirección del viento y el tipo 1 y 2 (Fig. 201).

En cuanto a los pórticos que componen el cuerpo de gradas y el cuerpo posterior, se muestra a continuación los elementos que no satisfacen las necesidades mínimas (Fig. 202, 203 y 204).

Se observa en los cuatro casos como las barras que fallan están ubicadas mayoritariamente en la zona inferior y en los extremos del pórtico.

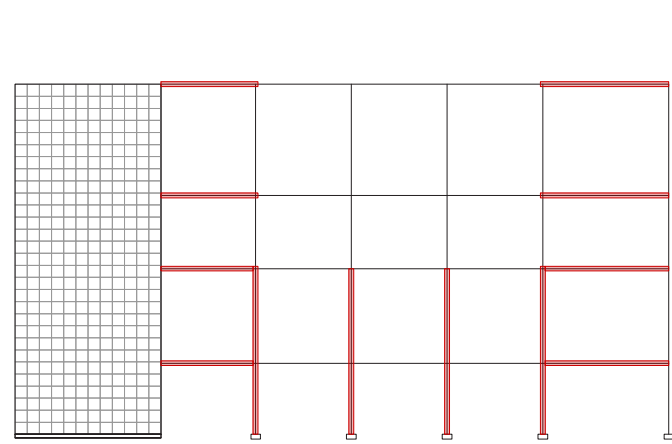


Fig. 201 Elementos que no cumplen mínimos del pórtico 1 del cuerpo principal

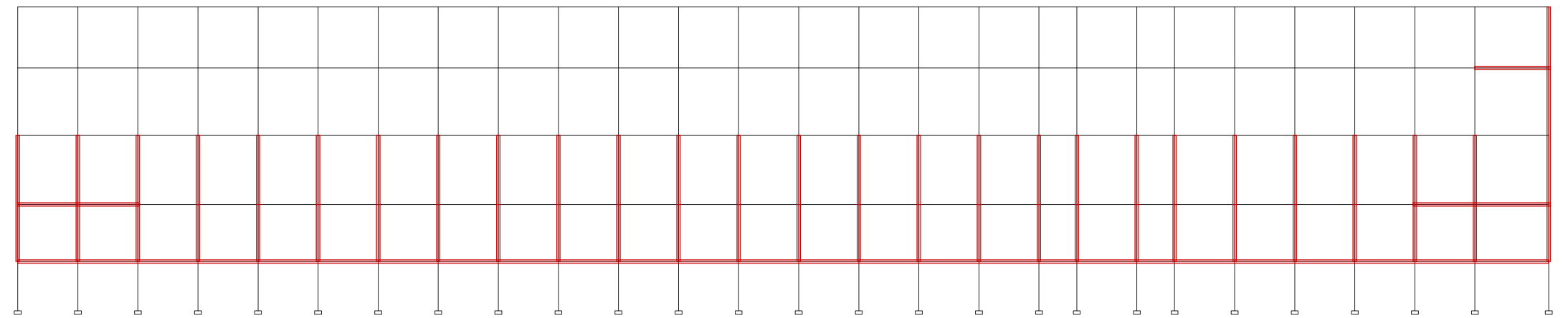


Fig. 202 Elementos que no cumplen mínimos del pórtico B del cuerpo de gradas

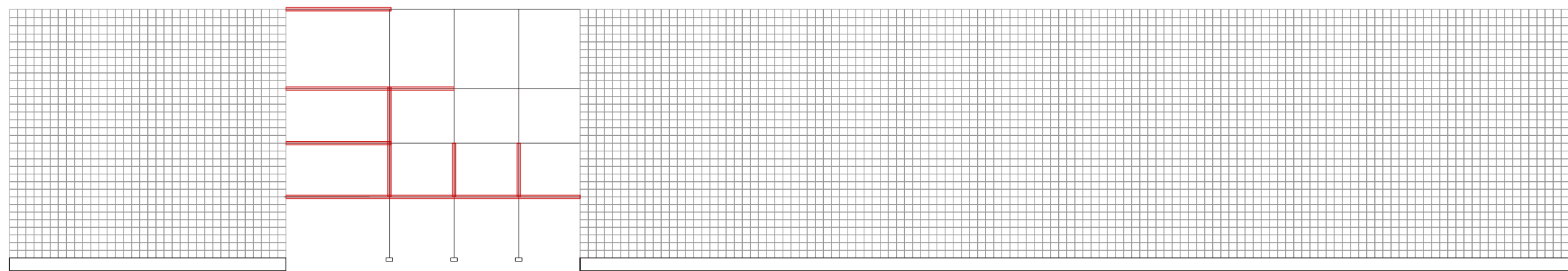


Fig. 203 Elementos que no cumplen mínimos del pórtico A del cuerpo de gradas

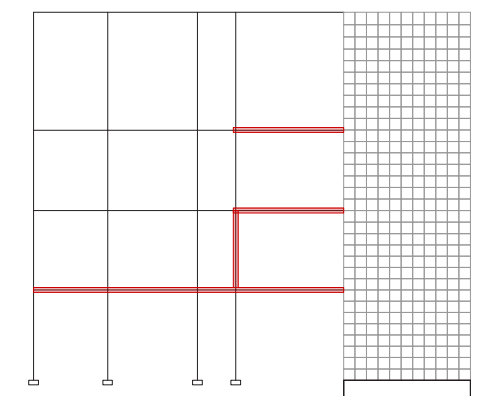


Fig. 204 Elementos que no cumplen mínimos del pórtico intermedio del cuerpo posterior

Observando los esquemas inferiores donde se muestra el porcentaje de incumplimiento de los cuatro pórticos anteriores, podemos aproximar cuánto refuerzo necesitaría cada barra. Centrándonos en aquellas barras que no cumplen, vemos que mayoritariamente se encuentran en el rango de <1,091, <1,273 y <1,455. La solución estructural escogida por los proyectistas de Beti Jai Madrid en estos casos es la desarrollada en el apartado 6.2. Desarrollo de la estructura. Esta consiste en añadir una línea de pilares paralela a la original, obteniendo así duplicidad de pilares en el pórtico B cuerpo de gradas. De forma similar, se añaden dos pilares, uno a cada lado del original, en el pórtico 1 del cuerpo principal, obteniendo así triplicidad de pilares. En todos ellos, el pilar original tiene una sección circular de 155.5 y el nuevo pilar seleccionado cuenta con la sección circular de 139,7. 10, establecida en UNE 1c. Las vigas que enlazan estos nuevos elementos son de hormigón armado de 40x30 en el cuerpo de gradas y de 100x25 en el cuerpo de gradas, reforzada con perfiles IPN 120. También encontramos algunas barras que se encuentran entre <1,818 y <2,000. En estos elementos, para asegurar la completa estabilidad del edificio, se debería realizar un estudio en profundidad del comportamiento conjunto de la sección conjunta definitiva.

A pesar de que sí hay elementos que satisfacen las necesidades mínimas por sí solos, también han sido reforzados con mediante el mismo método de duplicidad, en el cuerpo de gradas, o triplicidad, en el pórtico principal, de pilares. Como es el caso de los pilares centrales de la planta superior, en los cuatro pórticos, los cuales tienen un porcentaje nulo o prácticamente nulo. Probablemente, esta decisión fue tomada por uniformidad proyectual o porque, debido a que se trata de una restauración, podría ser que alguno de los pilares originales, a pesar de haber sido analizados uno a uno, estuviera en malas condiciones. De esta forma, se mantienen del lado de la seguridad.

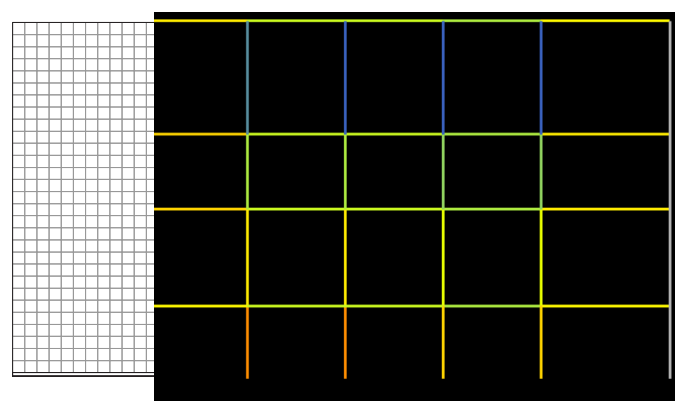


Fig. 205 Porcentaje de incumplimiento del pórtico 1 del cuerpo principal

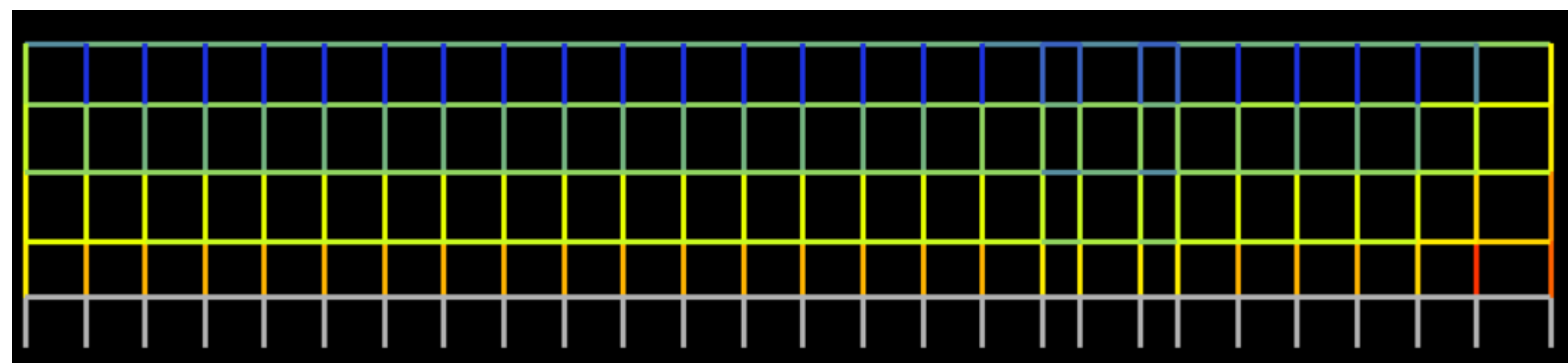


Fig. 206 Porcentaje de incumplimiento del pórtico B del cuerpo de gradas

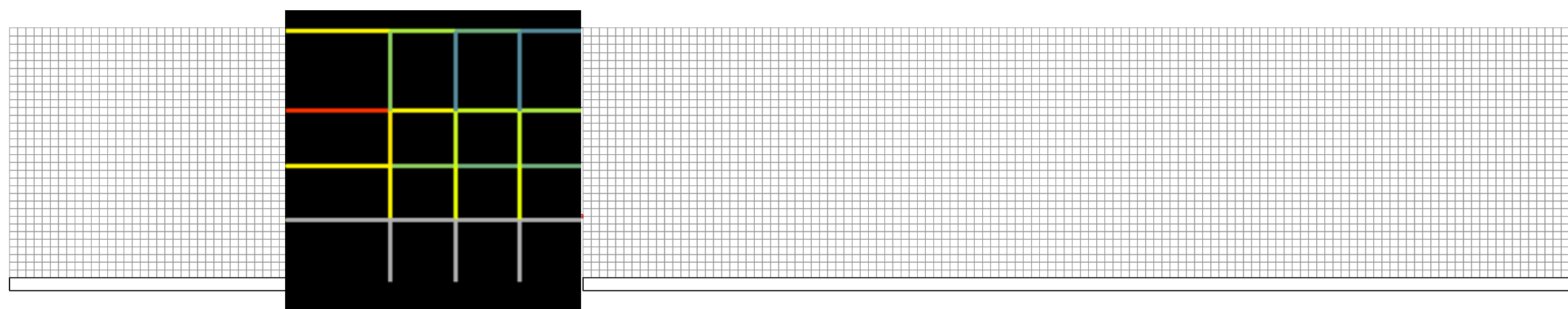


Fig. 207 Porcentaje de incumplimiento del pórtico A del cuerpo de gradas

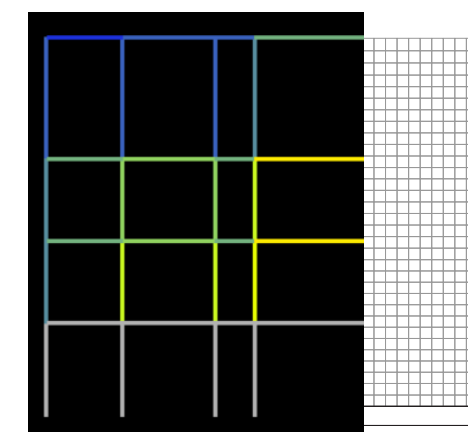


Fig. 208 Porcentaje de incumplimiento del pórtico intermedio del cuerpo posterior

Estudio comparativo entre vigueta recta y vigueta inclinada

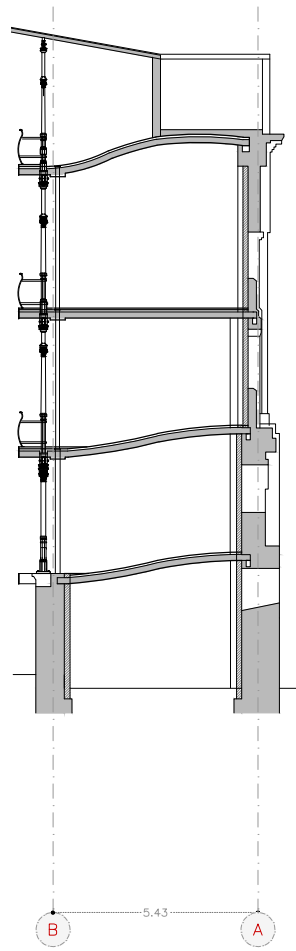


Fig. 209 Sección transversal del cuerpo de gradas

Las viguetas del frontón Beti Jai son uno de los elementos más distintivos y peculiares. Por ello, se realiza un estudio mediante la comparativa de la vigueta recta, solución más habitual en forjados unidireccionales, empleada en la planta 3, con una simplificación de la vigueta curva empleada por Rucoba, una vigueta inclinada, siendo en el caso de la planta 1 y 2 menos acusada y en la planta 4 más (Fig.). La simplificación de las diferentes curvas se realiza mediante tramos rectos de 0.5 que adoptan inclinaciones hasta obtener una forma lo más similar posible.

Al observar la vigueta, se plantean varias hipótesis de posibles justificaciones a su forma. Por un lado, podría deberse a motivos estructurales. Así, la intención del arquitecto sería favorecer el efecto arco, tratando de reducir las flexiones y aumentar las compresiones. Por otro lado, podría deberse a motivos meramente estéticos y funcionales, tratando de mejorar la visibilidad del espectador, evitando que se obstruyan la vista entre ellos.

Para realizar el cálculo se ha considerado las cargas permanentes y de uso, sobre un ámbito correspondiente al entrevigado, 0.5 metros.

En los resultados siguientes (Fig. 210) se muestra como la vigueta curva de la planta 1 y 2 apenas muestra diferencias significativas respecto a la vigueta recta de la planta 3. En cambio, la vigueta curva de la planta 4, con una curvatura más prominente, muestra una reducción notable tanto de axiles como de cortante y flector. De esta forma, se observa como los resultados de las deformaciones de la flecha son considerablemente menores en el caso de la vigueta de la planta 4.

Se demuestra en esta ocasión que el arquitecto plantea el diseño de la vigueta de la planta 4 de forma que cumple con el efecto arco, reduciendo las flexiones y obteniendo así unas deformaciones menores.

Para el caso de la vigueta curva de las plantas 1 y 2, se mantiene la hipótesis de que su forma se debe a motivos estéticos y funcionales, aparentemente gratuitos. Si el autor pretendía mejorar el comportamiento estructural, no tuvo tanto éxito como en el caso de la planta 4.

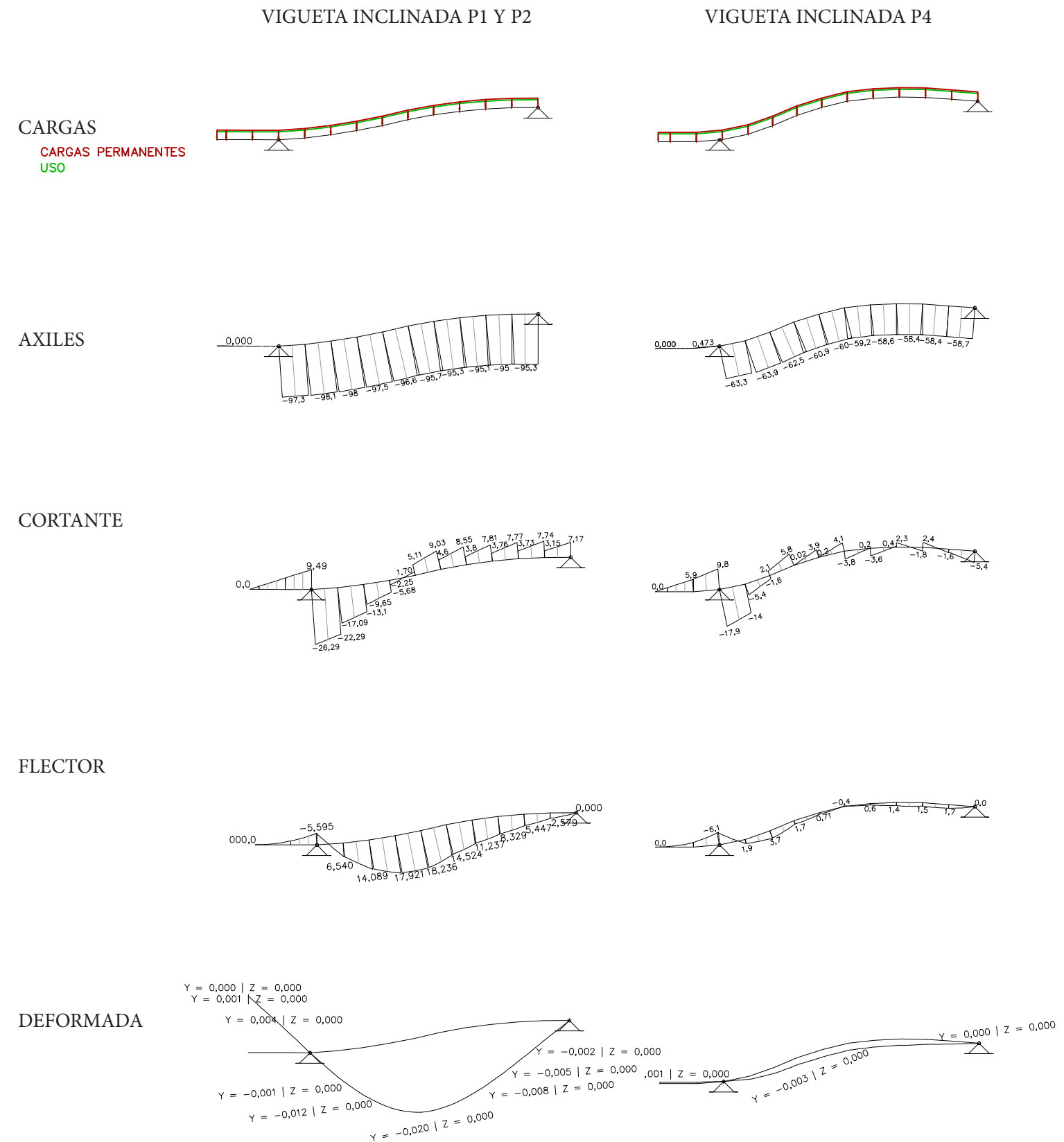


Fig. 210 Esfuerzos de axil, cortante y flector en E.L.U. y deformada en E.L.S. de las viguetas curvas

Las ventajas que plantea la curvatura de la vigueta parecen evidentes en la planta 4, en cambio, resultan caprichosas en la ligera curvatura de la planta 1 y 2. A continuación, se realiza una comparación para observar qué ventaja ofrece la curvatura de respecto a haberla realizado recta e inclinada (Fig.).

Tras resolver el cálculo, se observa que los esfuerzos resultantes entre las tres inclinaciones del cortante y el flector son prácticamente iguales, ligeramente inferiores en el caso de la vigueta plana. Sí se aprecia una diferencia notable en el esfuerzo axial, el cual es nulo en la vigueta recta y no en las inclinadas.

Comparando con los valores obtenidos anteriormente en la vigueta curva, se observa como en la planta 4 el flector pasa de ser de casi 22 KN·m a ser prácticamente nulo. De la misma forma, la flecha en el caso de la inclinada es de 2.8 cm mientras que en la curva es prácticamente nula. Se demuestra también de esta forma la influencia del efecto arco.

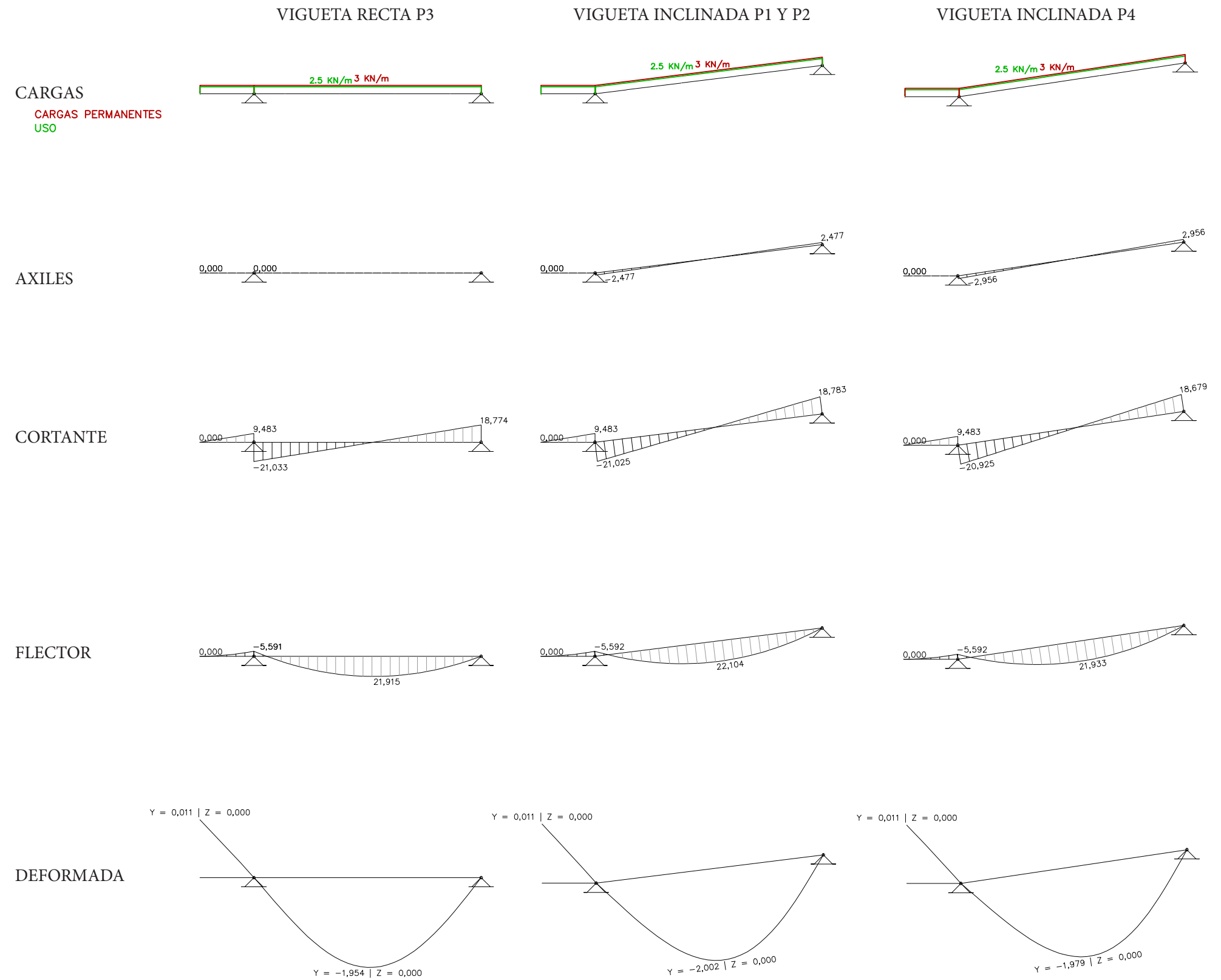


Fig. 211 Esfuerzos de axial, cortante y flector en E.L.U. y deformada en E.L.S. de las viguetas inclinadas

8. Conclusiones

Finalizado el estudio del frontón Beti Jai, entendemos la transversalidad de la arquitectura en el ámbito social debido a que consigue implicar a un gran número de áreas de trabajo diferentes. Desde los inicios del frontón hasta hoy, han paseado por su interior desde reyes y nobles del siglo XIX, ciudadanos y amantes de la pelota vasca y enamorados de la arquitectura hasta un equipo dedicado a su resurgimiento y puesta en valor, pasando por innumerables ocupaciones perjudiciales que dañaron las instalaciones como fueron los talleres de coches, okupas, entre otros. Dentro del ámbito técnico también aparece esa transversalidad debido a que el proceso de investigación ha sido tan profundo que se han necesitado expertos en las diferentes áreas que han formado parte de la rehabilitación.

Además, la restauración permite la protección y materialización de la memoria de un lugar, fomentando así la cultura, la educación y la investigación. El trabajo realizado en esta obra nos permite entender e imaginar perfectamente cómo fue empleado originalmente este espacio de punto de encuentro de los habitantes de todo Madrid. La ilusión de todos los implicados en su revalorización es ver el esplendor del frontón recuperado y que recupere su carácter de centro de ocio.

En cuanto al estudio constructivo desarrollado, la heterogeneidad de los materiales empleados nos demuestra los profundos conocimientos del arquitecto Joaquín de Rucoba, pionero en su época. Emplea tanto materiales tradicionales como son la teja o el ladrillo macizo de arcilla, como materiales en desarrollo como es la estructura metálica.

En cuanto al estudio estructural desarrollado, inicialmente, el frontón parece sencillo, sin grandes alardes estructurales. Sin embargo, al detenerse en el estudio del frontón Beti Jai, vemos como la primera impresión de sencillez es en realidad una impresionante optimización de la estructura. El lugar en el que se observa claramente es en las viguetas curvas de la planta cuarta. Si las viguetas no hubieran adquirido esa forma curva, produciendo de esta forma el efecto arco, la dimensión de estas hubiera sido notablemente superior. Una vez más, se plasman los conocimientos del arquitecto en el lado más técnico de la arquitectura.

Durante el proceso del estudio estructural, se comprende la dificultad y complejidad del mismo a causa de requerir bastante dedicación. El estudio de las cargas debidas a viento sobre la cubierta se ha realizado con sumo cuidado, tratando de aproximar las cinco tipologías de cubierta existentes, plana, marquesina, dos, tres y cuatro aguas, a las propuestas por el CTE.

Finalmente, el aprendizaje adquirido mediante el estudio histórico, constructivo y estructural del frontón Beti Jai ha proporcionado una visión de conjunto de las partes de las que consta un estudio de esta magnitud en sus tres niveles que podrá ser empleado para afrontar situaciones similares futuras.

Tras el estudio de la influencia de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) realizado a lo largo del trabajo, se observa la necesidad de la contemplación de los mismos y la urgencia para así conseguir un planeta más saludable y garantizar bonanza para 2030.

De los diecisiete objetivos que componen la agenda, hay unos con una relación más directa con el frontón Beti Jai, su construcción, su historia y su restauración. Este espacio nace como la materialización de los ODS número 3 y 16, Salud y bienestar y paz, Justicia e instituciones sólidas, debido a que fomenta el deporte, la deportividad y el trabajo en equipo, en su vertiente más social. También con los ODS 7 y 13, Energía asequible y no contaminante y Acción por el clima, debido a los materiales y técnicas constructivas escogidas para su construcción, en su vertiente más técnica. Además, dado que este frontón fue uno de los frontones construidos ex profeso para el juego de la pelota vasca con una tipología edilicia novedosa, e muestra la incidencia del ODS número 9, Industria, innovación e infraestructura.



Durante los años que se usó como espacio deportivo, supuso un punto de encuentro para el ocio de personas de cualquier clase social, por lo que lleva a efecto aquellos objetivos que fomentan la relación entre las personas de cualquier género, discapacidad y situación económica, intensificadas precisamente en este momento debido al COVID-19. Se plasma en los objetivos número 5 y 10, Igualdad de género y reducción de las desigualdades. El objetivo 5, además, juega un papel importante debido a que la restauración se encuentra liderada por una mujer. Además, la actividad social que rodeaba los partidos de pelota vasca impulsó la economía del barrio, fomentando el número 8, Trabajo decente y crecimiento económico.



La restauración del edificio supone el culmen de los ODS. Primero, satisface el ODS 17, Alianzas para lograr los objetivos, dado que la plataforma que ha luchado con gran intensidad por revalorizar este frontón esta formada por un grupo heterogéneo de arquitectos, vecinos, pelotaris, aficionados a la pelota vasca, protectores del patrimonio, entre otros que comparten un interés común. A continuación, el hecho de recuperar un edificio, tratando de reutilizar la máxima cantidad de los elementos originales, consigue reducir los residuos que se generarían en el caso de derribar el edificio y comenzar una construcción desde el inicio. Es por este motivo por el que los ODS número 11 y 12, Ciudades y comunidades sostenibles y Producción y consumo responsables, cobran un papel fundamental. De una forma colateral, también se vería implicado el número 4, Educación de calidad, dado que promueve los valores de las tres R de la ecología, reducir, reutilizar y reciclar, y quizá recupere la práctica de pelota vasca en Madrid.



Por último, los ODS con menor incidencia en el frontón Beti Jai son el 1, 2, 6, 14 y 15, Fin de la pobreza, Hambre cero, Agua limpia y saneamiento, Vida submarina y Vida y ecosistemas terrestres. En el caso del 1 y el 2, al tratarse de un edificio principalmente de uso deportivo no se ve una relación entre ambos. En cuanto al 6, dado que el pavimento de la cancha es una solera de hormigón, no precisa de mantenimiento mediante riego, por lo que no existe un consumo exagerado de agua. El 14 y 15 no guardan relación con el objeto de estudio debido a su distancia respecto a cualquier área marina o espacio verde.



9. Bibliografía

- Aauge, 2016. "SAN SEBASTIAN Y LA REALEZA." SanSebastian.site. <<http://sansebastian.site/index.php/2016/04/14/san-sebastian-y-la-realeza/>> [12 febrero, 2020]
- Ansorena, J. 2001. "Repertorio inicial de nuestros Orfeones y Sociedades Corales". Euskonews.eus, <<http://www.euskonews.eus/0133zbnk/gaia13302es.html>> [15 abril, 2020]
- Arenal, 1897. "El orfeón pamplonés". La ilustración española y americana, 23, p.3. [15 abril, 2020]
- Calderón, G. 2016. "Pelota Vasca | Qué Es, En Qué Consiste, Características, Técnicas, Reglas, Categorías" Euston96 <<https://www.euston96.com/pelota-vasca/>> [17 abril, 2020]
- COAM .1977. "Salvar el madrileño frontón Beti Jai." Periódico ABC, 30. [16 abril, 2020]
- COAM. (1978). "La destrucción de la ciudad". El País, 37-39. [4 mayo, 2020]
- Escritor de la revista Blanco y negro, 1901. Blanco y negro, 527, 18-19. [15 abril, 2020]
- Ezquiaga, M. 2013. "Cuando Madrid fue capital del frontón" Diario Vasco <<https://www.diariovasco.com/v/20130504/cultura/cuando-madrid-capital-fronton-20130504.html>> [18 abril, 2020]
- González, I. (2013). "La leyenda del Beti-Jai. El último frontón de Madrid." Madrid Histórico, 48, pp.42-59. [12 febrero, 2020]. [10 abril, 2020]
- González, I. 2015. "Frontones. Los grandes olvidados." Hispania Nostra, 18, pp.20-25. [10 abril, 2020]
- Idict, C. (2009). "Pelota Vasca" Eured. <https://www.ecured.cu/Pelota_vasca> [18 abril, 2020]
- MDO 2007. "Arrancan las fiestas de Chamberí con el pregón de nieves Herrero" Madrid Diario <<https://www.madridiario.es/noticia/29227/distritos/arrancan-las-fiestas-de-chamberi-con-el-pregon-de-nieves-herrero.html>> [18 abril, 2020]
- Muñoz de Pablo, M. (2008). "Chamberí, s. XIX. Trazas en la ciudad". Tesis doctoral. Arquitecta, ETSA Madrid. [18 abril, 2020]
- "Noticias generales" (1894). La Época, núm. 14.981. [18 junio, 2020]
- "Número extraordinario" (1894). El Pelotari, Año II (33), 257-268. [17 junio, 2020]
- "Número extraordinario" (1894). El Pelotari, Año II (56), 257-268. [17 junio, 2020]
- OET San Sebastián, 2018. "Historia". Palaciomiramar.eus. <<http://palaciomiramar.eus/historia>> [12 febrero, 2020]
- Ordieres, I. (1987). Joaquín Rucoba: arquitecto (1844-1919). Tantín, Santander. [4 mayo, 2020]
- Patón, V. et al. (2011). "Estado actual y recomendaciones urgentes de actuación". Informe técnico. [4 mayo, 2020]
- Patón, V. et al. (2013). "Solicitud de intervención de urgencia". Informe Técnico. [6 mayo, 2020]
- Pérez-García, A., Alonso Durá, A., Gómez-Martínez, F., Alonso Ávalos, J.M. y Lozano Lloret, P. (2014).Architrave-UPV[Online] <www.architrave.es> [junio y julio, 2020]
- Pérez-García, A. (2014). Instrucciones de uso y funcionamiento, Universitat Politècnica de València, València. [junio y julio, 2020]
- Plataforma Salvemos el Beti Jai, 2009. "1918 - Últimos Años Como Frontón." Salvemos el Frontón Beti-Jai de Madrid. <<https://frontonbetijaimadrid.org/1918-ultimos-anos-como-fronton>> [10 abril, 2020]
- Plataforma Salvemos el Beti Jai, 2009. "1898 – Guía urbana de Madrid." Salvemos el Frontón Beti-Jai de Madrid. <<https://frontonbetijaimadrid.org/1898-guia-urbana-de-madrid>> [10 abril, 2020]
- Plataforma Salvemos el Beti Jai, 2009. "Historia del frontón Beti Jai" Salvemos el Frontón Beti-Jai de Madrid. <<https://frontonbetijaimadrid.org/historia-del-fronton-beti-jai>> [14 abril, 2020]
- Sánchez Moral, S. (2018). "Rehabilitación del frontón Beti Jai." Seminario Torroja, ETSAM [17 junio, 2020]
- Soler, L. 2019. "El día en que el frontón Beti Jai recuperó su luz." Blog Ferrovial. < <https://blog.ferrovial.com/es/2019/05/dia-fronton-beti-jai-recupero-su-luz/>> [6 mayo, 2020]
- Soler, L. 2019. "Rehabilitación del frontón Beti Jai Madrid." Blog Ferrovial. < <https://www.ferrovial.com/es-es/negocio/proyectos/rehabilitacion-del-edificio-fronton-beti-jai-madrid/>> [8 mayo, 2020]
- Acciones en la edificación (AE). Seguridad Estructural (SE) ocumento Básico (DB). Código Técnico de la Edificación (CTE). Boletín Oficial del Estado, Madrid. [junio y julio, 2020]

10. Índice de figuras

Fig. 1 El general mexicano Pancho Villa, posterior a una partida de frontón en especialidad de pala. Fuente: Koldo San Sebastián .	5	Fig. 51 Estación de Atocha, Madrid. Fuente: Wikimedia Commons	9
Fig. 2 Pelota de cuero. Fuente: El Periódico - Deportes	5	Fig. 52 Palacio de Cristal, Madrid. Fuente: Wikimedia Commons.....	9
Fig. 3 Equipo de pelotaris con la indumentaria de juego y la tradicional chistera. Fuente: El Desmarque.....	5	Fig. 53 Concurso hípico en el frontón Beti Jai en 1901. Fuente: Revista Blanco y Negro.....	10
Fig. 4 Partido en el frontón Jai Alai ubicado en La Habana en 1904.Fuente: Conexión cubana.....	5	Fig. 54 El Telekino, invento de Quevedo, en el Frontón Beti-Jai en 1905. Fuente: Torres Quevedo	10
Fig. 5 Variedad de instrumentos para golpear la pelota. Fuente: Bilbao Jai Alai.....	5	Fig. 55 Escuela militar en el frontón Beti Jai en 1913. Fuente: Diario ABC.....	10
Fig. 6 Imagen publicitaria del restaurante junto al frontón Jai Alai de Madrid. Fuente: Todo Colección	5	Fig. 56 Manifestación en el frontón Beti Jai en 1916. Fuente: Diario ABC.....	10
Fig. 7 Dibujo de 1884 que muestra un partido amistoso entre personas de diferentes edades. Fuente: Gernika Jai Alai.....	5	Fig. 57 Carteles publicitarios de Studebaker y de Harley-Davidson. Fuente: Gran Vida.....	10
Fig. 8 Dibujo de Méndez Bringo que muestra un partido profesional en frontón ex profeso. Fuente: La Ilustración Nacional.....	5	Fig. 58 y 59 Graderío tapiado y naves en el frontón Beti Jai. Fuente: COAM	10
Fig. 9 Los reconocidos pelotaris Gorostegui, Varza y Arresi. Fuente: Revista El Pelotari.....	5	Fig. 60 Vista del frontis desde el graderío del frontón Beti Jai restaurado en 2019. Fuente: Beti Jai Madrid.....	10
Fig. 10 Isabel II de España recibiendo a Napoleón III en 1861 la casa consistorial de San Sebastián. Fuente: San Sebastián Site.....	6	Fig. 61 Estado del graderío del frontón Beti Jai tomada en 1977. Fuente: COAM	10
Fig. 11 La reina María Cristina visitando la playa de la Concha en San Sebastián. Fuente: San Sebastián Site.....	6	Fig. 62 Okupas habitando en el frontón Beti Jai en 2008. Fuente: Derribando Barreras	10
Fig. 12 Vista desde el mar del Palacio Miramar. Fuente: San Sebastián Site.....	6	Fig. 63 Frontón Beti Jai en obras. Fuente: Beti Jai Madrid	10
Fig. 13 Fotografía del rey Alfonso XIII recibiendo a invitados en el Palacio Miramar. Fuente: San Sebastián Site	6	Fig. 64 Ficha publicitaria del frontón Beti Jai en la Semana de la Arquitectura de Madrid. Fuente: Es Madrid	10
Fig. 14 Asistencia de la familia real a un concurso de equitación en el Palco Real en del frontón Beti Jai en 1901. Fuente: Revista Hispania Nostra.....	6	Fig. 65 Joaquín de Rucoba y Octavio de Toledo. Fuente: Frontón Beti Jai Madrid.....	11
Fig. 15 Fotografía de la clase alta madrileña disfrutando de un partido de pelota vasca en los palcos superiores. Fuente: Revista Hispania Nostra	6	Fig. 66 Ilustración antigua del exterior del Mercado de Alfonso XII. Fuente: Málaga en Blanco y Negro.....	11
Fig. 16 Frontón de pelota vasca ubicado en Castilla y León. Fuente: El Norte de Castilla	6	Fig. 67 Fotografía actual del interior del Mercado de Alfonso XII. Fuente: Blog Málaga.....	11
Fig. 17 Frontón de pelota vasca ubicado en La Rioja. Fuente: Revista El Vestuario	6	Fig. 68 Ilustración antigua del exterior de la plaza de Toros de La Malagueta. Fuente: Ilustración Histórica.....	11
Fig. 18 Frontón de pelota vasca ubicado en Navarra. Fuente: Navarra Norte	6	Fig. 69 Fotografía actual del interior de la plaza de Toros de La Malagueta. Fuente: Monumentos de Málaga.....	11
Fig. 19 Ubicación del distrito Chamberí. Fuente: Wikimedia Commons.....	7	Fig. 70 Joaquín de Rucoba (situado a la izquierda) en su época de arquitecto diocesano en Santander. Fuente: Málaga Personajes	11
Fig. 20 Ubicación del barrio Almagro. Fuente: Wikimedia Commons.....	7	Fig. 71 Fachada del Ayuntamiento de Bilbao. Fuente: Ayuntamiento de Bilbao.....	11
Fig. 21 Vista aérea del barrio de Almagro. Fuente: Google Maps	7	Fig. 72 Fachada del Teatro Arriaga. Fuente: Wikimedia Commons.....	11
Fig. 22 Plano general de Madrid de 1866. Fuente: Biblioteca Digital de la C. de Madrid.....	7	Fig. 73 Vista aérea del Asilo de las Hermanitas de los Pobres. Fuente: El Confidencial	11
Fig. 23 Detalle del plano de Madrid de 1866 del territorio que ocupará el barrio de Almagro. Fuente: Biblioteca Digital de la C. de Madrid	7	Fig. 74 Calle del Marqués de Larios en 1900. Fuente: Málaga en Blanco y Negro	11
Fig. 24 Iglesia de Santa Teresa y Santa Isabel de Chamberí en la plaza del Pintor Sorolla en 1905. Fuente: Chamberí y sus barrios ..	7	Fig. 75 Fachada del Convento las Salesas. Fuente: Arki Kultura	11
Fig. 25 Detalle del plano de Nicolas Chalmandrier de 1761. Fuente: Biblioteca Digital de la C. de Madrid	7	Fig. 76 Ilustración publicitaria del frontón Beti Jai de la revista eme 21 en 2019. Fuente: Revista eme 21	12
Fig. 26 Fotografía exterior de la Quinta La Chilena. Fuente: Wikimedia Commons.....	7	Fig. 77 Planta -1. Acceso a cancha. Escala 1:500.....	13
Fig. 27 Plano general de la zona del ensanche de Madrid ejecutado por Real orden de 1857. Plan Castro. Fuente: Biblioteca Digital de la C. de Madrid	7	Fig. 78 Planta baja. Cota de calle. Escala 1:500	13
Fig. 28 Museo Sorolla. Fuente: Museo Sorolla	7	Fig. 79 Planta primera. Escala 1:500	13
Fig. 29 Ilustración de la sociedad madrileña de principios de siglo XX en el exterior del teatro Apolo. Fuente: Wikimedia Commons.	8	Fig. 80 Planta segunda. Escala 1:500	13
Fig. 30 Ilustración de la sociedad madrileña de principios de siglo XX en el interior del teatro Apolo. Fuente: Wikimedia Commons.	8	Fig. 81 Planta tercera. Escala 1:500.....	13
Fig. 31 Ilustración de la sociedad madrileña de principios de siglo XX en el la plaza de toros de Tetuán de las Victorias. Fuente: Archivo Regional de Madrid.....	8	Fig. 82 Planta cubierta. Escala 1:500	13
Fig. 32 Ilustración de la sociedad madrileña de principios de siglo XX en un frontón de pelota vasca. Fuente: Memoria Visual de Madrid	8	Fig. 83 Fachada del callejón. Escala 1:500	14
Fig. 33 y 34 Frontón Jai Alai. Superior: graderío y frontis. Inferior: exterior del frontón desde la calle Alfonso XII. Fuente: Panorama Nacional.....	8	Fig. 84 Fachada a la calle Marqués de Riscal. Escala 1:500.....	14
Fig. 35 y 36 Frontón Fiesta Alegre. Superior: vista interior del graderío y el frontis. Inferior: vista exterior desde la calle del Marqués de Urquijo y la calle de Juan Álvarez Mendizábal. Fuente: La Ilustración Española y Americana.	8	Fig. 86 Fachada interior del cuerpo de gradas. Escala 1:500.....	14
Fig. 37 y 38 Frontón Euskal - Jai. Superior: original en destrucción. Inferior: frontón Euskal - Jai de Pamplona, similar al de Madrid. Fuente: Pamplona Histórica	8	Fig. 87 Sección cuerpo principal. Escala 1:500	14
Fig. 39 y 40 Frontón Beti Jai. Superior: vista desde el frontis hacia el graderío. Inferior: vista desde el graderío a la fachada interior y al frontis. Fuente: Revista El Pelotari.	8	Fig. 85 Fachada interior. Escala 1:500	14
Fig. 41 El promotor José Arana Elorza. Fuente: Revista La Lidia.....	9	Fig. 88 Fachada interior del cuerpo de gradas. Plano original de Rucoba.	14
Fig. 42 Primera página del proyecto original del frontón Beti Jai . Fuente: Archivo del Ayuntamiento de Madrid	9	Fig. 89 Planta primera. Plano original de Rucoba.	14
Fig. 43 Planta del proyecto original del frontón Beti Jai. Fuente: Archivo del Ayuntamiento de Madrid	9	Fig. 90 Fachada interior. Plano original de Rucoba.	14
Fig. 44 Alzado original de la fachada de la calle Marqués del Riscal. Fuente: Archivo del Ayuntamiento de Madrid	9	Fig. 91 Fachada a la calle Marqués delRiscal. Plano original de Rucoba.	14
Fig. 45 Ilustración del frontón Beti Jai de San Sebastián. Fuente: La Ilustración Española y Americana.....	9	Fig. 92 Emplazamiento del frontón Beti Jai en 1900. Fuente: Wikimedia Commons	15
Fig. 46 Artículo de la revista El Pelotari, número 33. Fuente: El Pelotari	9	Fig. 93 Fachada del frontón Beti Jai en la calle Marqués del Riscal. Fuente: Revista AD.....	15
Fig. 47 El orfeón pamplonés. Fuente: La Ilustración Española y Americana	9	Fig. 94 Caja de escaleras del cuerpo principal. Fuente: Beti Jai Madrid.....	15
Fig. 48 Biblioteca de Santa Genoveva, París. Fuente: Wikimedia Commons	9	Fig. 95 Planta tipo diferenciando volúmenes.....	15
Fig. 49 Palacio de Cristal, Londres. Fuente: Wiki Arquitectura	9	Fig. 96 Vista de la cancha desde el cuerpo de gradas. Fuente: Beti Jai Madrid	15
Fig. 50 Torre Eiffel, París. Fuente: Wikipedia Commons	9	Fig. 97 Vista del callejón de la calle Marqués de Riscal. Fuente: Beti Jai Madrid.....	15
		Fig. 98 Fachada y patio trasero del cuerpo posterior. Fuente: Beti Jai Madrid.....	15
		Fig. 99 Vista desde la cancha de la cerrajería del cuerpo de gradas. Fuente: Beti Jai Madrid	15
		Fig. 100 Interior del cuerpo principal. Fuente: Beti Jai Madrid.....	16
		Fig. 101 Refuerzo del forjado del cuerpo principal. Fuente: Beti Jai Madrid	16
		Fig. 102 Apeo durante la ejecución del refuerzo de la cimentación.....	16
		Fig. 103 Detalle de encepado, pilares existentes y nuevos, forjado y viga de doble IPN. Fuente: Beti Jai Madrid	16
		Fig. 104 Sección de las gradas. Pilar duplicado. Fuente: Beti Jai Madrid	17
		Fig. 105 Ejecución del muro forro. Fuente: Beti Jai Madrid.....	17
		Fig. 106 Vista de los forjados.	17
		Fig. 107 Detalle forjado tipo de viguetas y revoltones. Fuente: Beti Jai Madrid.....	17
		Fig. 108 Detalle del encuentro del muro portante con pilares de fundición con forjado. Fuente: Beti Jai Madrid.....	17
		Fig. 109 Mari Luz Sánchez Moral. Jefa de Servicio de Conservación del Patrimonio Inmueble en el Ayuntamiento de Madrid. Fuente:	

Ayuntamiento de Madrid.....	18	Fig. 165 Pórtico 3. Combinación de hipótesis 1.1.	34
Fig. 110 Primera página de la publicación "El COAM ante la destrucción de la ciudad". Fuente: COAM.....	18	Fig. 166 Pórtico 3. Combinación de hipótesis 1.2.	34
Fig. 111 Fachada interior del frontón Beti Jai con numerosas patologías. Fuente: Flickr Igor G.M.....	18	Fig. 167 Pórtico 3. Combinación de hipótesis 1.3.	34
Fig. 112 Cuerpo de gradas desde el interior del frontón Beti Jai. Fuente: Flickr Igor G.M.	18	Fig. 168 Pórtico 4. Combinación de hipótesis 1.1.	34
Fig. 113 Pérdida de material de cobertura y entablado de la cubierta del cuerpo de gradas. Fuente: Flickr Igor G.M.	18	Fig. 169 Pórtico 4. Combinación de hipótesis 1.2.	34
Fig. 114 Hundimiento de la cubierta y desprendimiento de material de cobertura del cuerpo principal. Fuente: Flickr Igor G.M.	18	Fig. 170 Pórtico 4. Combinación de hipótesis 1.3.	34
Fig. 115 Teja de la Gran Tejería Mecánica de Eloy Silió, Valladolid. Fuente: Tejas Borja.....	18	Fig. 171 Esquema de ámbito de carga sobre pórtico 3 del cuerpo principal.	34
Fig. 116 Eliminación de elementos peligrosos. Fuente: Ferrovial.....	19	Fig. 172 Esquema de ámbito de carga sobre el pórtico 4 del cuerpo principal.	34
Fig. 117 Detalle de refuerzo sobre las viguetas originales. Fuente: Beti Jai Madrid.....	19	Fig. 173 Esquema de ámbito de carga del cuerpo de gradas. Pórtico B.....	35
Fig. 118 Pérdida parcial de los frescos de los revoltones. Graderío tapiado. Fuente: Flickr Igor G.M.....	19	Fig. 174 Esquema de ámbito de carga del cuerpo de gradas. Pórtico A.....	35
Fig. 119 Viguetas curvas recuperadas durante la rehabilitación. Revoltones enlucidos con yeso. Fuente: Beti Jai Madrid.....	19	Fig. 175 Despliegue del pórtico B. Combinación de hipótesis 1.1.	36
Fig. 120 Cuerpo del graderío. Se observan los refuerzos estructurales y la restauración de elementos decorativos. Fuente: Beti Jai Madrid.....	19	Fig. 176 Despliegue del pórtico B. Combinación de hipótesis 1.2.	36
Fig. 121 Detalle de las molduras de la fachada a la calle Marqués del Riscal durante la rehabilitación. Fuente: Beti Jai Madrid.....	19	Fig. 177 Pórtico A. Combinación de hipótesis 1.1.	37
Fig. 122 Detalle de las molduras de la fachada interior tras la rehabilitación. Fuente: Beti Jai Madrid.....	19	Fig. 178 Pórtico A. Combinación de hipótesis 1.2.	37
Fig. 123 Fachada trasera del cuerpo de graderío.	19	Fig. 179 Muro exterior del cuerpo posterior. Combinación de hipótesis 1.1.	38
Fig. 124 Planta cuerpo principal. Escala 1:200.....	20	Fig. 180 Muro exterior del cuerpo posterior. Combinación de hipótesis 1.2.	38
Fig. 125 Replanteo de la planta cuerpo posterior. Escala 1:200.....	20	Fig. 181 Pórtico intermedio del cuerpo posterior. Combinación de hipótesis 1.1.....	38
Fig. 126 Plantac ompleta. Dibujo de la autora.....	20	Fig. 182 Pórtico intermedio del cuerpo posterior. Combinación de hipótesis 1.2.....	38
Fig. 127 Planta cuerpo de gradas. Escala 1:200.....	21	Fig. 183 Esquema de ámbito de carga del cuerpo posterior.	38
Fig. 128 Plantac ompleta. Dibujo de la autora.....	21	Fig. 184 Esquema de ámbito de carga del cuerpo posterior.	38
Fig. 129 Sección transversal del cuerpo principal y sección longitudinal del cuerpo de gradas. Escala 1:200. Dibujo de la autora.....	22	Fig. 185 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. y deformada E.L.S. del pórtico 1 del cuerpo principal.....	40
Fig. 130 Sección transversal del cuerpo de gradas. Escala 1:200. Dibujo de la autora.....	23	Fig. 186 Solicitaciones de elementos finitos Sx y Sy del pórtico 1 del cuerpo principal.....	41
Fig. 131 Sección longitudinal del cuerpo principal. Escala 1:200. Dibujo de la autora.....	23	Fig. 187 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. y deformada E.L.S. del pórtico 2 del cuerpo principal.....	42
Fig. 132 Planta y sección del apoyo del cuerpo de gradas. Escala 1:20. Dibujo de la autora sobre archivos de Beti Jai Madrid.....	24	Fig. 188 Solicitaciones de elementos finitos Sx y Sy del pórtico 2 del cuerpo principal.....	43
Fig. 133 Planta y sección del apoyo del cuerpo principal y posterior. Escala 1:20. Dibujo de la autora sobre archivos de Beti Jai Madrid.....	24	Fig. 189 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. y deformada E.L.S. del pórtico 3 del cuerpo principal.....	44
Fig. 134 Elementos de ladrillo macizo. Escala 1:500. Dibujo de la autora.....	25	Fig. 190 Solicitaciones de elementos finitos Sx y Sy del pórtico 3 del cuerpo principal.....	45
Fig. 135 Elementos de estructura metálica. Vigas, viguetas y pilares de hierro fundido. Escala 1:500. Dibujo de la autora.....	25	Fig. 191 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. y deformada E.L.S. del pórtico 4 del cuerpo principal.....	46
Fig. 136 Elementos de madera. Planta de cubiertas del cuerpo de gradas. Escala 1:500. Dibujo de la autora.....	25	Fig. 192 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. del pórtico B del cuerpo de gradas.....	47
Fig. 137 Elementos de madera. Planta de cubiertas del cuerpo posterior y principal. Escala 1:500. Dibujo de la autora.....	25	Fig. 193 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. del pórtico B del cuerpo de gradas.....	48
Fig. 138 Materialidad de la sección longitudinal del cuerpo de gradas. Escala 1:200. Dibujo de la autora.....	26	Fig. 194 Diagramas de deformada en E.L.S. del pórtico B del cuerpo de gradas.....	49
Fig. 139 Materialidad de la sección transversal del cuerpo de gradas.	26	Fig. 195 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. del pórtico A del cuerpo de gradas.....	50
Fig. 140 Materialidad de la sección longitudinal del cuerpo de principal. Escala 1:200. Dibujo de la autora.....	26	Fig. 196 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. del pórtico A del cuerpo de gradas.....	51
Fig. 141 Tabla C.5. Peso propio de elementos constructivos. Fuente: CTE-DB-SE-AE Anejo C.	27	Fig. 197 Solicitaciones de elementos finitos Sx y Sy del pórtico A del cuerpo de gradas.....	52
Fig. 143 Tabla 3.8. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas. Fuente: CTE-DB-SE-AE.....	28	Fig. 198 Diagramas de axiles, cortantes y flectores E.L.U. y deformada E.L.S. del pórtico intermedio del cuerpo posterior.....	53
Fig. 142 Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso. Fuente: CTE-DB-SE-AE.	28	Fig. 199 Solicitaciones de elementos finitos Sx y Sy del pórtico intermedio del cuerpo posterior.....	54
Fig. 144 Distribución de tipologías de cubiertas. Fuente: Elaboración de la autora.....	28	Fig. 200 Solicitaciones de elementos finitos Sx y Sy del muro exterior del cuerpo posterior.....	55
Fig. 145 Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas. Dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$. Fuente: CTE-DB-SE-AE.	29	Fig. 201 Elementos que no cumplen mínimos del pórtico 1 del cuerpo principal. Elaboración de la autora.....	56
Fig. 146 Esquema de distribución de zonas de la cubierta del cuerpo principal con viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$. Esquema de la autora.....	29	Fig. 202 Elementos que no cumplen mínimos del pórtico A del cuerpo de gradas. Elaboración de la autora.....	56
Fig. 147 Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas. Dirección del viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$. Fuente: CTE-DB-SE-AE.....	29	Fig. 203 Elementos que no cumplen mínimos del pórtico B del cuerpo de gradas. Elaboración de la autora.....	56
Fig. 148 Esquema de distribución de zonas de la cubierta del cuerpo principal con viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$. Esquema de la autora.....	29	Fig. 204 Elementos que no cumplen mínimos del pórtico intermedio del cuerpo posterior. Elaboración de la autora.....	56
Fig. 149 Tabla D.4 Cubierta plana. Fuente: CTE-DB-SE-AE.....	30	Fig. 205 Porcentaje de incumplimiento del pórtico 1 del cuerpo principal. Fuente: Architrave.....	57
Fig. 150 Esquema de distribución de zonas de la cubierta del cuerpo de gradas de la planta 4. Esquema de la autora.....	30	Fig. 206 Porcentaje de incumplimiento del pórtico B del cuerpo de gradas. Fuente: Architrave.....	57
Fig. 151 Tabla D.10 Marquesinas a un agua. Fuente: CTE-DB-SE-AE.....	30	Fig. 207 Porcentaje de incumplimiento del pórtico A del cuerpo de gradas. Fuente: Architrave.....	57
Fig. 152 Esquema de distribución de zonas de la cubierta del cuerpo de gradas de la planta última. Esquema de la autora.....	30	Fig. 208 Porcentaje de incumplimiento del pórtico intermedio del cuerpo posterior. Fuente: Architrave.....	57
Fig. 153 Tabla D.7 Cubiertas a cuatro aguas. Fuente: CTE-DB-SE-AE.....	31	Fig. 209 Sección transversal del cuerpo de gradas. Fuente: Beti Jai Madrid.....	58
Fig. 154 Esquema de distribución de zonas de la cubierta del cuerpo posterior. Esquema de la autora.....	31	Fig. 210 Esfuerzos de axil, cortante y flector en E.L.U. y deformada en E.L.S. de las viguetas curvas.....	58
Fig. 155 Tabla D.7 Cubiertas a cuatro aguas. Fuente: CTE-DB-SE-AE.....	31	Fig. 211 Esfuerzos de axil, cortante y flector en E.L.U. y deformada en E.L.S. de las viguetas inclinadas.....	59
Fig. 156 Esquema de distribución de zonas de la cubierta de la caja de escaleras. Esquema de la autora.....	31		
Fig. 157 Pórtico 1. Combinación de hipótesis 1.1.....	33		
Fig. 158 Pórtico 1. Combinación de hipótesis 1.2.	33		
Fig. 159 Pórtico 1. Combinación de hipótesis 1.3.	33		
Fig. 160 Pórtico 2. Combinación de hipótesis 1.1.....	33		
Fig. 161 Pórtico 2. Combinación de hipótesis 1.2.	33		
Fig. 162 Pórtico 2. Combinación de hipótesis 1.3.	33		
Fig. 163 Esquema de ámbito de carga sobre pórtico 1 del cuerpo principal.	33		
Fig. 164 Esquema de ámbito de carga sobre pórtico 2 del cuerpo principal.	33		