

MEMORIAS DE UN RINCÓN

Proyecto Final de Carrera

MEMORIA DESCRIPTIVA: DESCRIPCIÓN Y DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

Máster Habilitante de Arquitectura, Línea de Emergencia Ambiental

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, ETSAB.

Proyecto Final de Carrera (PFC): **RINCONES**, Desarrollo de una residencia de Artistas y un Cohousing Senior en el barrio de la Satalia

Profesores:

- Jaume Valor
- Jaime Blanco
- Roger Méndez
- Cristian González
- Jorge Blasco
- Jordi Pagès
- Rafael García

Estudiante:

- Jorge Bennassar Oliver

ÍNDICE:

1.- ¿POR QUÉ? - Utilidad y motivaciones en la elección del tema

- 1.1.- Utilidad
- 1.2.- Motivación

2.- ¿QUIÉN? – Usuarios agentes implicados y normativa

- 2.1.- Para quién se hace el proyecto
- 2.2.- Quién hace el proyecto
- 2.3.- Normativa urbanística de aplicación y justificación de su cumplimiento
- 2.4.- Prestaciones del edificio por requisitos y en relación con las exigencias básicas del CTE

3.- ¿DÓNDE? – Condiciones del emplazamiento y del entorno físico

- 3.1.- Situación
- 3.2.- Conectividad de la parcela
- 3.3.- Tejido Urbano
- 3.4.- Característica físicas
- 3.5.- Caracterización ambiental
- 3.6.- Características sociales
- 3.7.- Preexistencias
- 3.8.- Edificios existentes
- 3.9.- Conexiones peatonales
- 3.10.- Espacio público

4.- ¿QUÉ? – Usos, programa, funciones

- 4.1.- Programa
- 4.2.- Espacios interiores
- 4.3.- Flexibilidad
- 4.4.- Objetivos ambientales, programáticos, formales y materiales del proyecto
- 4.5.- Requerimientos
 - 4.5.1.- Condiciones funcionales relativas al uso del edificio DB-SU
 - 4.5.2.- Accesibilidad–recorridos, aseos, vestuarios, zonas de espera en incendios DB-SUA
 - 4.5.3.- Seguridad Estructural DB-SE
 - 4.5.4.- Seguridad en caso de incendio DB-SI
 - 4.5.5.- Seguridad de utilización y accesibilidad DB-SUA
 - 4.5.6.- Salubridad DB-HS
 - 4.5.7.- Protección frente al ruido DB-HR
 - 4.5.8.- Exigencias básicas de ahorro de energía DB-HE

5.- ANEJOS

- MEMORIA AMBIENTAL

- MEMORIA CONSTRUCTIVA

- COORDINACIÓN BIM

1.- ¿POR QUÉ? – UTILIDAD Y MOTIVACIONES DEL TEMA

1.1.- UTILIDAD

Rincones inicia su desarrollo en el “*Taller Temático II: Vivienda Colectiva Contemporánea*”, curso 2021-2022, junto a Jaime Coll, Cristina Gamboa y Cristina Jover como profesores. Un proyecto que busca la revitalización del barrio mediante nuevas maneras de habitar los distintos espacios que usamos en nuestro día a día sin repercutir en los elementos preexistentes del lugar. Elementos que comentaré más adelante.

Actualmente, el barrio de la Satalia en Montjuïc, es un barrio residencial situado en la ladera norte de una montaña. Debido a ello, la zona apenas tiene comercios y ocio a lo largo de sus calles. La pendiente y la mala orientación de los edificios integrados y subordinados por un tejido urbano procedente de la ciudad son causa de reflexión sobre el habitar y todo lo que implica en términos de arquitectura para poder garantizar un aumento en la calidad de vida de los ciudadanos de este barrio.

Este proyecto servirá para analizar y estudiar los límites de la vivienda en términos de convivencia y relaciones sociales. Se tratará el diálogo y los flujos entre lo público y lo privado para generar espacios generosos, pero también íntimos.

1.2.- MOTIVACIÓN

La elección de este proyecto como **Proyecto Final de Carrera** viene motivada por distintos factores.

En primer lugar, el área de trabajo me resulta muy interesante. Se sitúa en el límite entre la ciudad y la montaña. Entre lo urbano y lo rural. Entre lo cotidiano y lo monumental. Entre lo viejo y lo nuevo. Por lo tanto, puede observarse que será un estudio enriquecedor y con retos en todas las escalas. Los diferentes estudios pueden ir desde cómo ir a comprar el pan hasta cómo conforman y ligan de manera respetuosa los diferentes volúmenes con el barrio.

En segundo lugar, el área de trabajo se sitúa en la ladera de una montaña. Las pendientes y el trabajo que se realizará con ellas serán claves para la accesibilidad del proyecto y, por ende, del barrio. Un proyecto accesible mejorará el movimiento fluido del barrio y revitalizará el lugar.

En tercer lugar, el programa intergeneracional me genera una curiosidad por afrontar las diferentes maneras de vivir que la sociedad tiene en sus diferentes etapas de la vida. Además, hoy en día, las formas convencionales del habitar han dado un paso atrás para dar presencia a las nuevas formas de vivir que, personalmente, busco analizarlas y entenderlas para mi propio desarrollo personal y profesional.

En cuarto lugar, no puedo dejar de lado mi decisión de entrar en la *Línea de Emergencia Ambiental* en el Máster Habilitante. La inclusión de estrategias medioambientales que conjuguen con el entorno serán fruto de una mejora en la calidad de vida de los usuarios. Por consiguiente, es evidente mi interés en maximizar dichas estrategias para lograr un entorno saludable desde soluciones constructivas que lo garanticen.

Por último, y en relación con el anterior punto, la sostenibilidad debe empezar desde el flujo de trabajo del propio proyectista. Mediante un sistema de trabajo BIM se ha podido controlar el proyecto desde una etapa inicial para minimizar los errores y cuantificar los elementos. De esta manera la pérdida y malgasto de material en la ejecución de obra será mínima. [Ver documento COORDINACIÓN BIM.](#)

2.- ¿QUIÉN? – USUARIOS AGENTES IMPLICADOS Y NORMATIVA

2.1.- PARA QUIÉN ES EL PROYECTO

Una residencia de artistas y un cohousing senior constituyen el programa de este proyecto. Este estudio servirá para analizar la simbiosis intergeneracional entre ambos usos. Cómo la convivencia de una generación mayor puede proporcionar tranquilidad, sabiduría y ayuda a una generación más joven con dificultades para conciliar su independencia o la formación de una familia debido a los problemas social-económicos que actúan en nuestra sociedad hoy en día. O cómo la generación más joven revitalizará y proporcionará energía y vida a la generación mayor.

El estudio iniciará su desarrollo a partir de 6 personajes que reflejen las necesidades, problemáticas y situaciones que pueda encontrarse el proyecto.

PAULA

Paula es una de las usuarias que reside en el cohousing senior. Una persona de 72 años viuda que cada domingo invita a sus 3 nietos a comer al cohousing. Además, entre semana, entre juegos de mesa y el huerto se entretiene y disfruta de los días rodeada de amigos que han ido llegando a este lugar.

- **Necesidades:**

- Paula es firme en buscar un lugar donde pueda tener su espacio privado, pero con posibilidad de estar rodeada de gente en espacios comunes para no caer en la soledad.
- Lleva toda su vida viviendo en Barcelona, una ciudad que está empezando a ser verde pero que en su época no lo fue. No quiere irse de la ciudad pero necesita de aire limpio y fresco además de tener en su entorno espacios vegetales donde poder pasear.
- Con la edad se ha dado cuenta de que ya no puede vivir sola y necesita de atenciones médicas con mayor frecuencia. Es por ello que busca un lugar donde poder estar mínimamente vigilada.

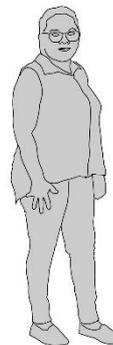


ANNA

Anna es una de las enfermeras que acude cada semana al cohousing senior. Cada lunes y jueves viene por las mañanas a atender a los diferentes residentes del cohousing. Anna considera que las residencias para personas mayores deben ser entornos que parezcan más un hogar que un hospital. Cuando vio la oportunidad de poder trabajar para estas personas ubicadas en un ambiente más sociable no dudó en brindarles su ayuda. No obstante, como trabajadora del lugar tiene sus propias necesidades.

- **Necesidades:**

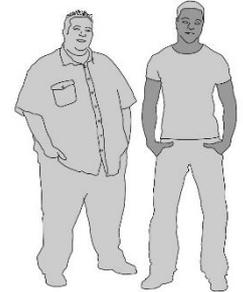
- Necesita poder acceder rápidamente al lugar por si surgiera alguna emergencia.
- Necesita de espacios de almacenamiento para poder guardar todos los utensilios y medicinas que utiliza.
- Necesita de un espacio de aparcamiento para ella y para emergencias.



IKER Y ÓSCAR

Iker y Óscar se conocieron en la universidad. No son de Barcelona y han vivido siempre en pisos compartidos desde que llegaron a la ciudad. Ahora se dedican al mundo de la música y buscan un lugar donde vivir y conectar con gente afín a ellos.

- **Necesidades:**
 - Buscan un lugar donde vivir una etapa temporal de sus vidas mientras ahorran para poder asentarse definitivamente. Por lo tanto, buscan un lugar con alquileres baratos y espacios dignos e iluminados donde poder vivir.
 - El lugar donde vivan debe tener espacios privados donde poder estar con uno mismo. Lugares de trabajo y lugares de ocio. Son personas jóvenes que oscilan entre los 20-35 años por lo que necesitan de su independencia.
 - Buscan un lugar tranquilo donde poder desarrollar su carrera profesional. Por lo tanto, buscan de residencias que incluyan espacios de trabajo.



ENRIC

Enric es un joven de 22 años que estudia Diseño Gráfico. Hace poco que ha llegado a Barcelona y busca un lugar asequible donde pasar sus años de carrera. No obstante, busca relacionarse con gente que le gusten los deportes y salir a hacer excursiones.

- **Necesidades:**
 - Una habitación donde pueda alojarse cómodamente y tenga buena iluminación natural. Hoy en día este requisito es clave en la demanda de habitaciones. Lamentablemente este requisito encarece el precio de la habitación y, en su opinión, no debería ser así.
 - Almacenamiento privado donde poder ubicar la bici, los esquís o los diferentes elementos para realizar deporte.
 - Busca lugares agradables para desconectar del estudio
 - Conexión cercana con el transporte público.



JULIA

Julia es una chica que, entre otra mucha gente, busca emanciparse. Tiene 28 años y su salario no se ajusta a los precios de los alquileres de Barcelona. No tiene problemas en compartir piso si, este mismo, le ofrece posibilidades mayores que una superficie mínima habitable.

- **Necesidades:**
 - Un lugar donde el precio sea estable y asequible.
 - Que el lugar donde resida tenga opción a diferentes actividades y servicios. Pueden ser desde salas de trabajo, bares o espacios de desconexión.
 - Le gusta pintar y la cerámica por lo que le gustaría espacios amplios y con ventilación para poder trabajar en sus obras.



2.2.- QUIÉN HACE EL PROYECTO

Los agentes implicados en la elaboración de este proyecto son los siguientes:

- **Redacción:**
 - Jorge Bennassar Oliver
- **Técnicos colaboradores en el Proyecto Final de Carrera:**
 - Jaume Valor
 - Jaime Blanco
 - Roger Méndez
 - Cristian González
 - Jorge Blasco
 - Jordi Pagès
 - Rafael García
- **Técnicos colaboradores en el grado:**
 - Jaime Coll
 - Cristina Gamboa
 - Cristina Jover



2.3.-NORMATIVA URBANÍSTICA DE APLICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO

2.3.1.-DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA Y SU NORMATIVA URBANÍSTICA

El proyecto se ubica en el barrio de la Satalia, Barcelona. Concretamente en el espacio que componen las siguientes parcelas.

Parcela Catastral 0005804DF3800E

Dirección	CL BLASCO DE GARAY 77, BARCELONA
Superficie	624 m ²
Uso	Suelo sin edificar, Obras urbanizables, Jardinería, Construcción ruinosas
Código Plan	B1441 – PMU del barrio de la Satalia en el ámbito delimitado en la MPGM de la montaña de Montjuïc.
Código	15satA
Calificación	Zona de conservación de la estructura urbana y edificatoria de la Satalia, vivienda plurifamiliar y entre medianeras.
Tipo de ordenación	Alineación de vial
Usos	+Uso Principal: Vivienda plurifamiliar, cultural, oficinas +Usos Complementarios: comercial y taller +Usos Principales: son los usos que permitan ocupar la totalidad de techo +Usos Complementarios: son los usos los cuales se permite un límite del 30% de techo edificado.
Alturas	PB+1 7,55m; PB+2 10,60m; PB+3 13,65m

Parcela Catastral 0005801DF3800E

Dirección	PS EXPOSICIO 65
Superficie	225 m ²
Uso	Suelo sin edificar, Obras urbanizables, Jardinería, Construcción ruinosas
Código Plan	PGM Pla General Metropolità
Código	5
Calificación	Red viaria básica

Parcela Catastral 0005805DF3800E

Dirección	CL MARGARIT 80, BARCELONA
Superficie	626 m ²
Uso	Suelo sin edificar, Obras urbanizables, Jardinería, Construcción ruinosas
Código Plan	B1441 – PMU del barrio de la Satalia en el ámbito delimitado en la MPGM de la montaña de Montjuïc.
Código	7b
Calificación	Equipamientos de nueva creación de carácter local
Otras especificaciones	No admite el uso de vivienda en la Calificación.

Parcela Catastral 0005802DF3800E

Dirección	CL BLASCO DE GARAY 75
Superficie	424 m ²
Uso	Residencial - Importante recalcar la ubicación de un bloque residencial de 1899 en el ámbito del proyecto.
Código	15satA / 7b
Calificación	Zona de conservación de la estructura urbana y edificatoria de la Satalia, vivienda plurifamiliar y entre medianeras/ Equipamientos de nueva creación de carácter local
Tipo de ordenación	Alineación de vial
Usos	+Uso Principal: Vivienda plurifamiliar, cultural, oficinas +Usos Complementarios: comercial y taller +Usos Principales: son los usos que permitan ocupar la totalidad de techo +Usos Complementarios: son los usos los cuales se permite un límite del 30% de techo edificado.
Alturas	15satA: PB+1 7,55m; PB+2 10,60m; PB+3 13,65m

2.3.2.- JUSTIFICACIÓN Y ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PARCELA

El barrio, rodeado de equipamientos monumentales y dedicados a la ciudad, carece de equipamientos de barrio destinados al usuario más cercano. Es por ello por lo que el planeamiento de la parcela destina un espacio para un equipamiento local. El proyecto trata este factor como un elemento clave en su desarrollo. Los distintos talleres y comercios en planta baja generan un flujo e intercambio de relaciones entre las personas del barrio.

En mi opinión, y sabiendo que el planeamiento **7b** no permite la edificación de vivienda, el proyecto realiza una prueba piloto e incluye dentro del planeamiento, en plantas superiores, vivienda en forma de cohousing senior y residencia de artistas.

Conectar equipamientos locales como talleres, centros de día o comercios en planta baja con vivienda puede provocar que dichos equipamientos funcionen y prosperen dentro del barrio retroalimentándose. El proyecto actúa como simbiosis entre diferentes usos.

3.- ¿DÓNDE? – CONDICIONES DEL EMPLAZAMIENTO Y DEL ENTORNO FÍSICO

3.1.- SITUACIÓN

El proyecto se sitúa en el barrio de La Satalia, Barcelona. En una parcela limitada por las calles Passeig de la Exposició, Blasco de Garay, Margarit y el Passeig Antic de València.

La parcela se sitúa dentro de un barrio afectado por la “**Modificación del Plan General Metropolitano en el ámbito de la montaña de Montjuïc**” aprobado el 26 de junio de 2014 para dar una solución urbanística coherente con su historia. El MPGM reconoce el barrio como una pieza urbana consolidada y se definen criterios esenciales tales como la edificabilidad, la definición de la red viaria, los espacios libres, los equipamientos, las zonas y los elementos a proteger.

Para poder realizar el documento MPGM se ha necesitado de la participación ciudadana además de los servicios técnicos de Hàbitat Urbà, AAVV de La Satalia, el Distrito de Sants Montjuïc y el equipo redactor del Plan. Podemos concluir que dicho documento y, en consecuencia, la modificación urbanística del barrio es supervisada por los mismos ciudadanos del barrio. Por lo tanto, dichas modificaciones son necesidades y se debe atender a ellas con atención.



Imagen 1: Imagen extraída del Portal de Información Urbanística de Barcelona



Imagen 2: La parcela donde se ubicará el proyecto.
Documento generado por el autor

3.1.1.- ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN Y EL CRECIMIENTO DEL BARRIO

A principios del siglo XVIII, lo que es hoy en día el barrio de La Satalia, eran campos de cultivo con edificaciones pequeñas repartidas a lo largo de la falda de la montaña de Montjuïc. En la siguiente imagen, un plano de Barcelona en 1706, se puede observar los caminos de entrada y salida de estos campos. Se destaca la línea de comunicación entre el castillo de Montjuïc y la ciudad.

Continuó siendo un campo de cultivos a lo largo de los años. Incluso con el Plan Cerdà se observa que todavía esta zona era únicamente de interés agrario. Si observamos con detenimiento el plano elaborado en 1859 con el Plan Cerdà, proyecto de reforma y ensanche aparecen los caminos originales que conectaban los distintos campos de cultivos. Uno de estos caminos es lo que actualmente conocemos como el Passeig Antic de València.

No es hasta 1914 donde comienza a aparecer cierta parcelación y ordenación urbanística dentro del ámbito del barrio de La Satalia. La ciudad de Barcelona crece y se expande en varias direcciones. Una de ellas, la falda de la montaña de Montjuïc. Es importante resaltar el respeto que tiene dicha parcelación hacia los caminos originales y su decisión de preservarlos.

En la imagen 6 podemos concluir que el barrio de La Satalia queda rodeado por multitud de equipamientos para la ciudad. Joan J. Fortuny, vecino arquitecto, indica en un artículo para elPeriódico.com que el lugar rodeado de equipamientos para la ciudad no alberga equipamiento para el barrio. Un barrio con encanto por sus múltiples texturas e historias que recorren todas sus calles. El modernismo mezclado con arte urbano impregna el lugar de detalles en cada una de sus esquinas.

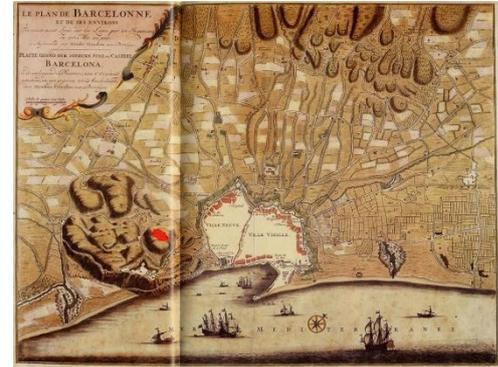


Imagen 3: Año 1706. Le plan de Barcelonne et ses environs. Autor: Taller Nicolas Vissche. Amsterdam. Fuente: M.H.C.B
En rojo se marca donde se ubicaría el barrio de la Satalia.

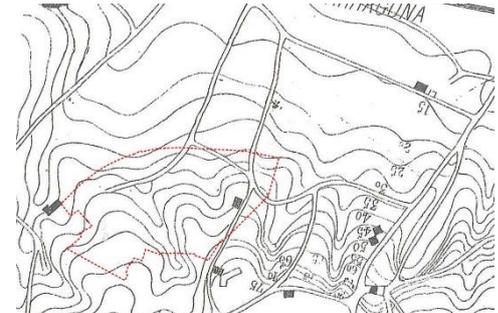


Imagen 4: Año 1859. Proyecto de Reforma y Ensanche de Ildéfons Cerdà. Plano extraído del PMU del barrio de la Satalia, en el ámbito delimitado en el MPMG de la montaña de Montjuïc

La parcela tiene en su interior un bloque de viviendas de PB+2 construido en 1899. Arquitectura modernista que se quiere mantener e incluir dentro de la comunidad. Se considera una pieza importante porque se coloca en una de las esquinas de la parcela.

La edificación presenta una fachada con un eje de simetría vertical con dos hileras de oberturas. En la primera planta se abre a través de un gran balcón que unifica las dos aberturas. Bandas horizontales esgrafiadas ornamentan la fachada en ambas plantas además de un gran medallón con follaje, un medallón con un dragón y en la planta cubierta un medallón con la fecha 1899 en él. Se han realizado intervenciones múltiples en este edificio. Todas ellas con la intención de preservar el estado original. Mantenimientos tipológicos, restauración de la fachada, recuperación y puesta en valor de los elementos decorativos y estructurales han sido algunas de las intervenciones.



Imagen 7: La preexistencia como esquina.
Documento generado por el autor



Imagen 5: Año 1914. Parcelario. Plano extraído del PMU del barrio de la Satalia, en el ámbito delimitado en el MPMG de la montaña de Montjuïc



Imagen 6: Año 1933-35. Autor: Vicens Martorell. Plano extraído del PMU del barrio de la Satalia, en el ámbito delimitado en el MPMG de la montaña de Montjuïc



Imagen 8: Tres imágenes que muestran las diferentes texturas y atmósferas del lugar. Un barrio de Rincones. Documento generado por el autor.

3.2.-CONECTIVIDAD DE LA PARCELA

El proyecto se ubica en la falda de la montaña de Montjuïc, lugar donde las pendientes pronunciadas dificultan la llegada de transporte público directamente. Cabe decir que una de las grandes líneas de metro (**L3**), con parada en Poble Sec y Paral-lel, se ubica a 6 minutos caminando del emplazamiento.

Se puede deducir que el proyecto tiene conexión directa con el resto de la ciudad gracias a estas paradas. 17 minutos hasta Plaza Catalunya o 16 min hasta la Estación de Sants son el tiempo que se tarda hasta dos de los puntos clave de la ciudad.

Por otro lado, y acercándonos a una escala local, el barrio conecta directamente con los distintos caminos que transcurren la montaña de Montjuïc. Caminos que la gente utiliza para pasear, ir a correr y desconectar. Un barrio conectado con los grandes equipamientos de la ciudad. Un barrio conectado con la naturaleza.

3.3.-TEJIDO URBANO

El proyecto se sitúa en el **Passeig de l'Exposició**. Una calle considerada arteria del barrio que conecta transversalmente cada una de sus calles y es límite entre lo urbano y lo rural. A partir de este límite se puede apreciar una disgregación en el tejido urbano a medida que asciende por la montaña.

El tipo de parcelario se divide a partir de este límite. Edificaciones constituidas en manzanas son de un carácter más urbano y tienen una altura media de PB+5. Por otro lado, las edificaciones que se sitúan en la ladera de la montaña son de un carácter disgregado y rural. La altura media es de PB+2.

La parcela deberá dialogar y responder a este límite de maneras diversas en cada una de sus fachadas.

Actualmente, se conservan algunos de los caminos originales que conectaban los diferentes campos de cultivos. Uno de ellos es el **Passeig Antic de València** que conecta directamente con la parcela del proyecto. A la hora de visitar el lugar de la intervención pude apreciar la necesidad de revitalizar este camino a través de conexiones y espacios que favorezcan el paso a través de él.

PARAL-LEL



Imagen 9: Diagrama de Circulaciones. Un lugar de rincones. Documento generado por el autor



Imagen 10: Diagrama Urbanístico. La disgregación de la ciudad. Documento generado por el autor



Imagen 11: Diagrama Urbanístico en peine. La ciudad abrazando la montaña. Documento generado por el autor.



Imagen 12: Emplazamiento general. Documento generado por el autor.

3.4.-CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

La parcela en la que se encuentra esta intervención se sitúa en la cara norte de la montaña de Montjuïc. Este factor será importante tenerlo en cuenta a la hora de encajar el programa dentro de la parcela y poder tener iluminación y confort térmico.

A continuación se expondrán las características físicas del emplazamiento:

3.4.1.- TOPOGRAFÍA

La parcela está estrictamente condicionada por las pendientes del lugar. Si el programa incluye un cohousing senior será necesario reflexionar la accesibilidad de la parcela y su planteamiento. Vivir en una montaña es agradable gracias a las vistas que posee el lugar pero, por otro lado, será necesario acondicionar el lugar para personas con dificultades en la movilidad.

- Observaciones:
 - El Paseo de la Exposición alberga espacios para poder descansar que queda acogido entre medianeras. Espacios íntimos dentro de la ciudad.
 - El Carrer Blasco de Garay es una de las calles que corta el Passeig de l'Exposició y se observa una gran pendiente a medida que se asciende por la montaña de Montjuïc.
 - La parcela donde se realizará el proyecto tiene en su visual del Paseo de la Exposición grandes medianeras.
 - La parcela está rodeada de edificios residenciales por lo que se da a entender que es un sitio tranquilo donde residir. Además el Paseo de la Exposición no presenta una gran actividad de la restauración.

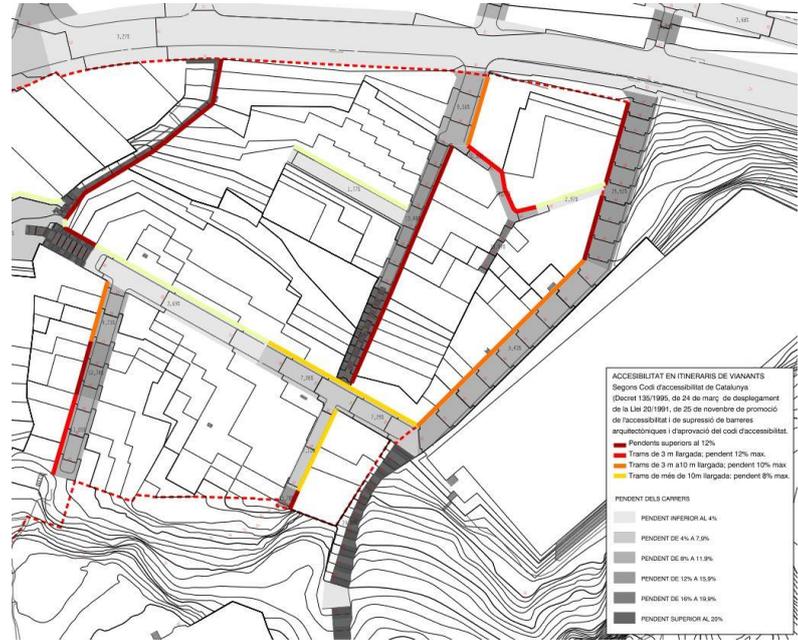
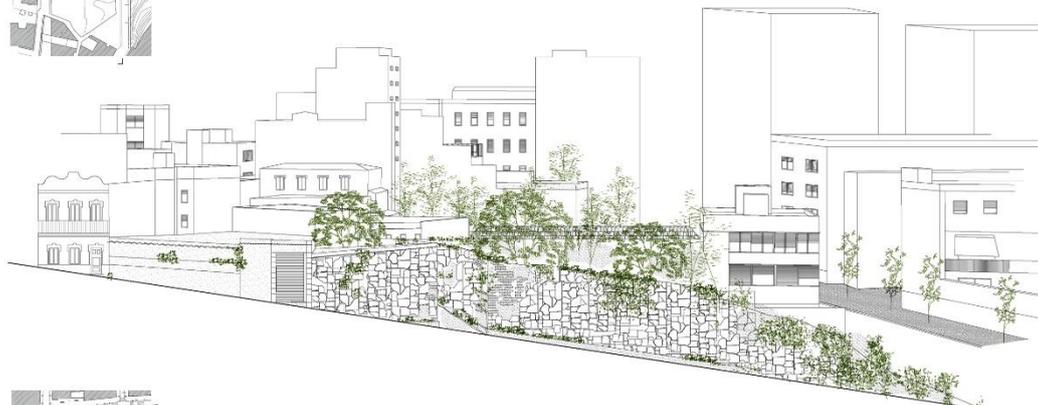
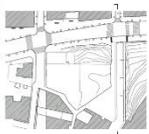


Imagen 13: Plano que muestra las pendientes y accesibilidad del lugar. Documento extraído del PMU del barrio de La Satalia, en el ámbito delimitado por el MPMG de la montaña de Montjuïc.



ALZADO LATERAL ESTE

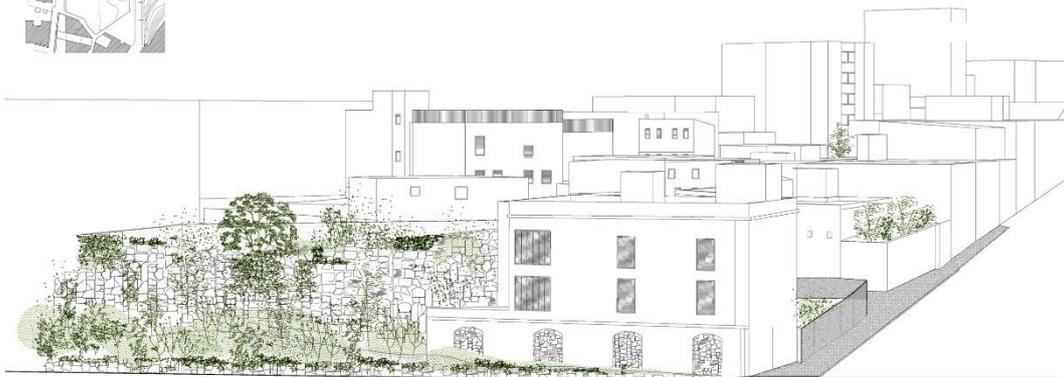
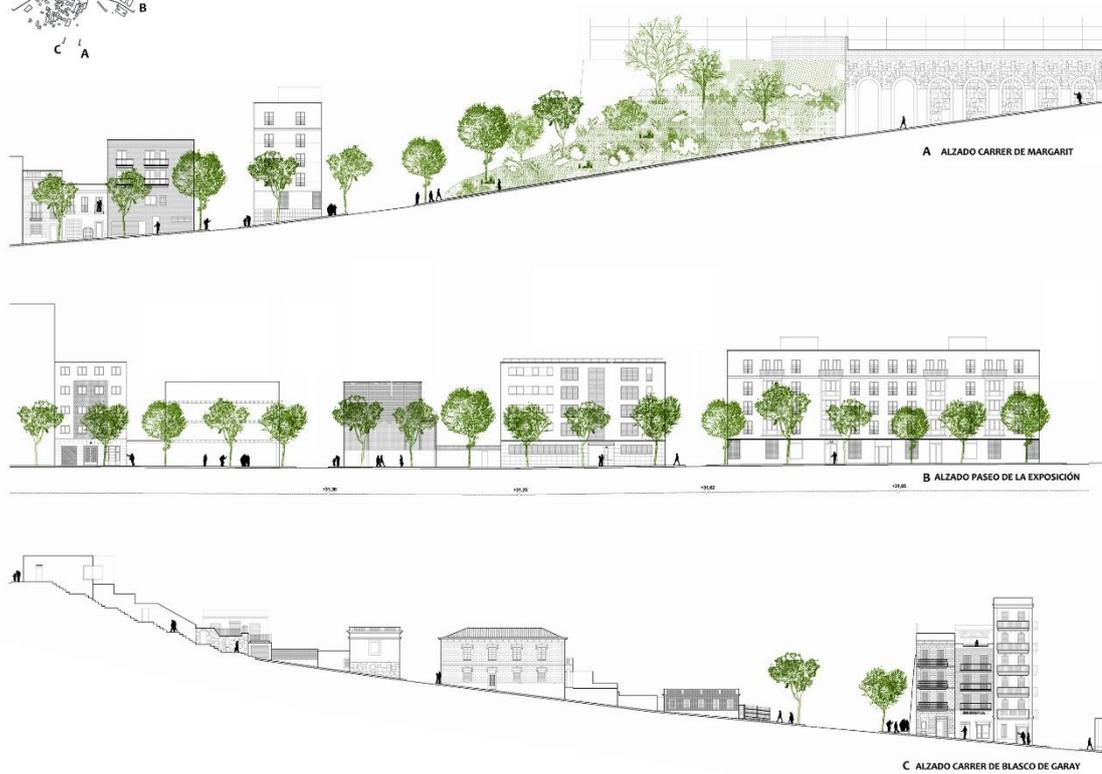


Imagen 14: Alzados del estado actual de la parcela y su entorno. Documentos generados por el autor.

El primer Alzado tiene una orientación Este mientras que el segundo está orientado a Norte.



generados por el autor.

Imagen 15: Alzados del estado actual de su entorno. Documentos

3.4.2.- SOLEAMIENTO

La intervención parte desde un punto crítico en términos de iluminación. La parcela mira a norte por lo que la estrategia de implantación y encaje urbano deberá tenerse en cuenta. Como puede apreciarse en la Imagen 15 existe una gran heterogeneidad en la parcela en referencia al impacto de la radiación solar y la cantidad de horas de iluminación natural solar hay.

- **En invierno:**

Los meses fríos del año la parcela experimenta una disminución de la radiación solar por la condición de ella misma. Se sitúa en la cara norte de la montaña. Los rayos de sol que pudieran llegar a la parcela lo impiden la misma montaña de Montjuïc. Por ende, la no obtención de radiación solar provoca una disminución de la temperatura en el entorno.

- **Posibles soluciones:**

- + Búsqueda de la luz a través de edificios esbeltos y de una altura superior.
- + Espacios diáfanos con grandes oberturas para maximizar la absorción de radiación solar.
- + Aislar la fachada y las oberturas a través de cerramientos opacos evitará la pérdida de calor en su interior.
- + Adaptar el proyecto a la topografía será beneficioso para los diferentes espacios climáticos del programa porque podrán apoyarse en esta inercia térmica.

- **En verano:**

Actualmente los veranos son cada vez más calurosos y duran más. El proyecto debe estar preparado para acondicionar los espacios interiores y exteriores. La parcela durante los meses calurosos percibe, en su totalidad, una gran radiación solar directa. Esto genera un aumento de las temperaturas y una disminución del confort.

- **Posibles soluciones:**

- + Disgregar el proyecto en diferentes volúmenes generará una mayor disipación del calor.
- + La inercia térmica de la montaña de Montjuïc puede estabilizar las temperaturas si el proyecto se adapta a la topografía.
- + La colocación de filtros solares que ayuden a protegerse de la radiación solar. Filtros vegetales y elementos como persianas serán los escogidos en el proyecto.
- + La preservación de la vegetación actual y la incorporación de nueva vegetación de carácter perenne.
- + La climatización por sistema box in box introducirá la temperatura necesaria solo a los espacios escogidos. De esta manera, el sistema será más eficiente.

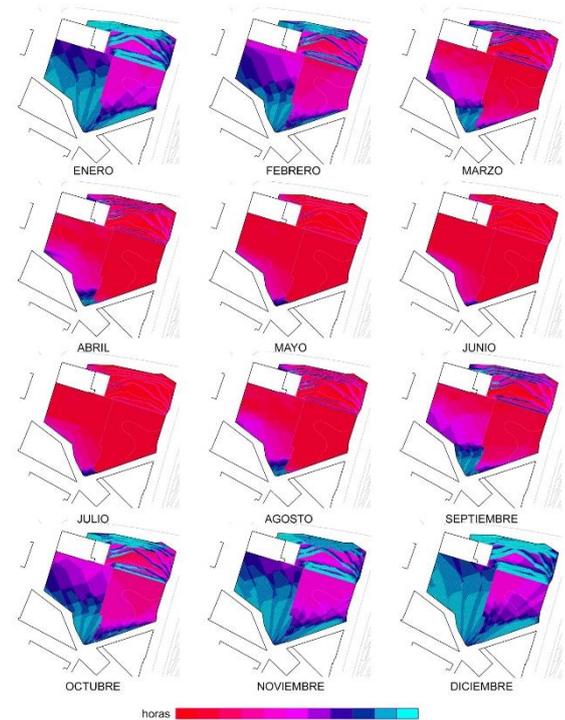


Imagen 16: Cantidad de horas que la parcela, en su estado original, tiene de iluminación natural y radiación solar. Análisis realizado mediante el Plug-in Ladybug de Grasshopper. Documento generado por el autor.

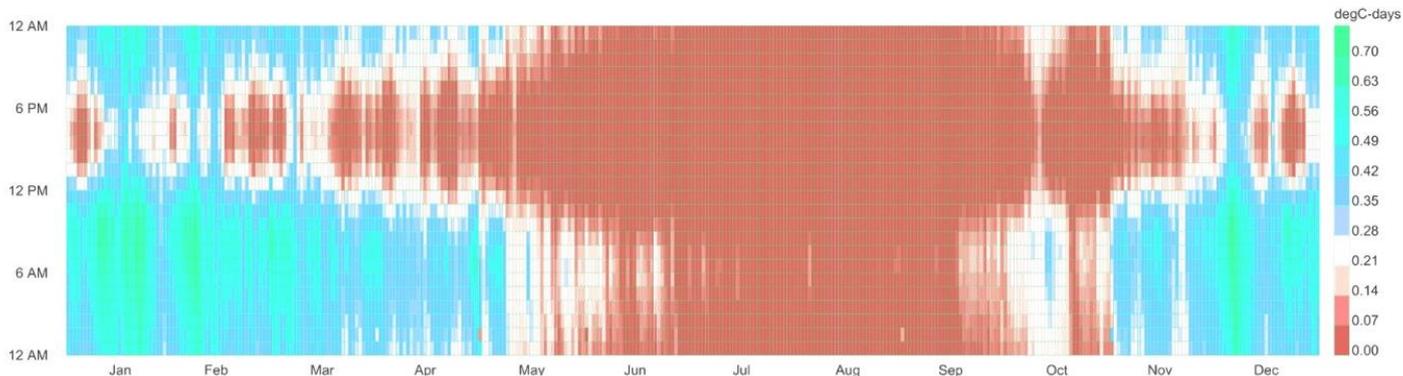


Imagen 17: Análisis anual climático extraído del archivo epw. Documento generado por el autor.

En Barcelona, según el archivo epw *“Energy Plus Weather”*, un archivo climático estandarizado que contiene una serie de datos anuales climáticos, concretamente 8760 valores horarios, para la iluminancia horizontal difusa, según la norma UNE – EN 17037: 2020, el clima es heterogéneo además de muy húmedo. Una consecuencia de vivir cerca de la costa.

A continuación, una serie de análisis extraídos mediante el programa informático Grasshopper y el archivo epw.

El análisis muestra, a lo largo de todos los meses del año, la capacidad que tiene actualmente el clima de enfriar o calentar el ambiente. Podemos observar en el análisis que el calor se empieza a extender hacia los meses fríos mostrando esa franja horizontal a la 6:00 pm.

A continuación, el análisis de la humedad del ambiente. Un entorno húmedo que tendremos que tratar en el proyecto.

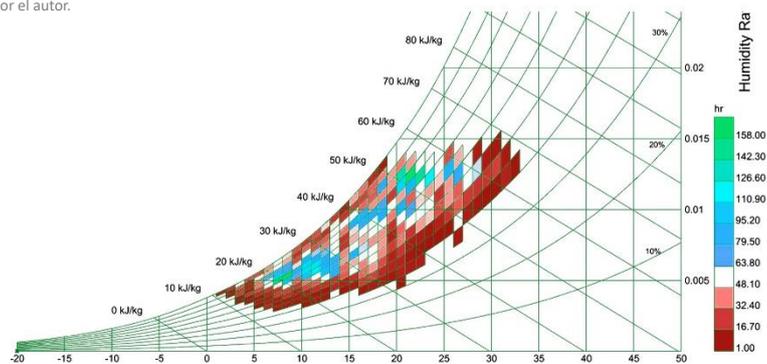


Imagen 18: Temperatura de Bulbo Seco. Documento generado por el autor.

3.4.3.- RUIDO

En el entorno más inmediato, no hay un ruido perjudicial para los usuarios del barrio. La zona con mayores ruidos (60-64 dB) se encuentra en el Passeig de l'Exposició debido a que es la vía que cruza transversalmente el barrio y es normal que pase tránsito rodado por esta calle.

El proyecto tratará de combatir este posible ruido a través de colocar los núcleos de comunicación y locales comerciales en este punto. Gracias a esto, se generará una pantalla de sonido para el ambiente interior del proyecto. Un ambiente tranquilo y destinado a la relación social y el diálogo.



Imagen 19: Análisis del ruido del barrio de la Satalia. Documento extraído de la base de datos del

3.4.4.- VIENTO

La parcela, al situarse al cobijo de una montaña puede protegerse de los fuertes vientos que sacudan Barcelona. No obstante, y gracias a la orientación de Montjuïc, en verano podrá notarse el garbí, nombre que adquiere el viento térmico de Barcelona. Un viento que viene del mar y puede ayudar a ventilar de forma natural los distintos espacios del programa.

3.4.5.- OLORES

El entorno no presenta, en un principio, fuertes olores. El olor a montaña y vegetación múltiple impregnan el ambiente.

3.4.6.- LÍMITES Y SUPERFICIE DEL SOLAR

Los límites del proyecto lo imponen la propia parcela delimitada por las cuatro calles previamente ya tratadas. Esto no quiere decir que la repercusión de esta intervención no suponga una influencia mayor. Garantizar un lugar de encuentro y socialización a una escala de barrio a través de comercios de la restauración y talleres puede hacer efecto llamada al resto de vecinos.

La superficie total de la parcela asciende a **1901,15 m²**.

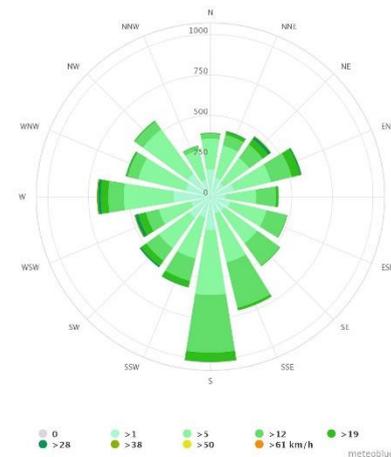


Imagen 20: Análisis del viento de Barcelona. Fuente: MeteoBlue

3.5.- CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

A continuación, se muestra el DAFO 01, documento que detalla las oportunidades y las amenazas del lugar donde se realiza la intervención.

CONDICIONANTES AMBIENTALES EXTERNOS		CONDICIONANTES AMBIENTALES INTERNOS	
Amenazas	Oportunidades	Debilidades	Fortalezas
Es un barrio poco concurrido por lo que puede dar una sensación de inseguridad. Cabe destacar que es un punto negro de la ciudad para las mujeres.	El solar presenta la posibilidad de tener todas las caras de fachada libres y tener diferentes accesos en diferentes cotas, además de iluminación natural teniendo en cuenta que estamos en la cara norte de la montaña.	Falta de equipamientos de barrio en el entorno más inmediato.	Variedad intergeneracional en el proyecto
La topografía juega un papel muy importante en la llegada al emplazamiento. Existen dificultades para atravesar el barrio.	Existen talleres y locales que debemos respetar por la memoria histórica del lugar. Un lugar que conserva el modernismo de la época en su cultura de barrio.	Tener en cuenta el desnivel y las inclinaciones del terreno.	Programa muy independiente que se relacionan para formar comunidad.
El barrio en estos momentos refleja distintos tipos de clases sociales y debemos asegurarnos de trabajar bien la clase social marginal y no dejarlos de lado. Es decir, la población más mayor debe tener un espacio capaz de transmitir sus necesidades.	Recuerdos de modernismo en la arquitectura del contexto. Aprovechar la materialidad del lugar para acercarse al barrio a través del diseño.	La estructura deberá acondicionarse al terreno.	Esta comunidad se basará en un sistema de anillos de privacidad. A más interno es el anillo, más privado e independiente se vuelve de la ciudad. A más externo es el anillo, más conectado se siente la ciudad.
La iluminación es contraria a lo que solemos esperar estando en una montaña. Nos situamos en la cara norte por lo que la parcela está colocada al revés.	La complejidad del solar hace de él un espacio rico en experiencias y rincones garantizando un lugar que respete la privacidad y lo público de manera dual.		Aprovechamiento de las cubiertas a través de cubiertas vegetales, terrazas o colocación de las instalaciones. Huertos urbanos en los espacios exteriores de la intervención.

- **OBJETIVOS AMBIENTALES**

A continuación se muestran los objetivos del Proyecto Final de Carrera, su estado inicial y su proyecto de futuro. Se ha realizado mediante la herramienta de Ayuda al Diseño para una Edificación más Sostenible (HADES). Una herramienta que me ha servido para seguir un trazado objetivo y eficiente a lo largo del desarrollo de esta intervención.

HADES

Herramienta de Ayuda al Diseño
para una Edificación más Sostenible

Versión: 2.1 - abril de 2019

DATOS GENERALES
i

DATOS DEL EDIFICIO

LOCALIDAD	Barcelona
CAPITAL DE PROVINCIA	Barcelona
ALTITUD DE REFERENCIA	1 m
LATITUD DE REFERENCIA	41°
¿La localidad tiene otra altitud diferente? Anotar aquí:	33
ZONA CLIMÁTICA	C2
TIPOLOGÍA DEL EDIFICIO	RESIDENCIAL
TIPO DE ENERGÍA A UTILIZAR	ELÉCTRICA Y TÉRMICA

DATOS DEL PROYECTO

NOMBRE DEL PROYECTO	PFC
FECHA	09/11/2022
AUTOR(A)	Jorge Bennassar Oliver

ÁREAS DE EVALUACIÓN

ENERGÍA

MATERIALES y
ECONOMÍA CIRCULAR

AGUA

CALIDAD DEL

CAMBIO CLIMÁTICO

↑ ENERGÍA

Reducción de impactos

Impacto	Actual	Objetivo
Cambio climático	31%	53%
Emisiones a la atmósfera, tierra y agua	70%	66%
Achantamiento de energía no renovable	65%	81%
Achantamiento de agua potable	0%	0%
Achantamiento de recursos materiales	0%	0%
Generación de residuos	0%	0%
Impactos sobre el secundario	8%	0%
Salud y confort	0%	0%
Aspectos económicos del resultado	31%	59%

Evaluación de la categoría

1 DISEÑO DEL EDIFICIO

1.1 Implementación de estrategias bioclimáticas

1.1.1 Estrategias de verano

<input checked="" type="checkbox"/> VENTILACIÓN NATURAL	QUANTIFICACIÓN	RECOMENDACIONES	●
<input checked="" type="checkbox"/> PROTECCIONES SOLARES EXTERIORES	QUANTIFICACIÓN	RECOMENDACIONES	●
<input checked="" type="checkbox"/> INERCIA TÉRMICA	QUANTIFICACIÓN	RECOMENDACIONES	●

1.1.2 Estrategias de invierno

<input checked="" type="checkbox"/> CAPTACION SOLAR	QUANTIFICACIÓN	RECOMENDACIONES	●
<input checked="" type="checkbox"/> INERCIA TÉRMICA	QUANTIFICACIÓN	RECOMENDACIONES	●

⚠ ¿Quieres saber cuándo protegerte de la radiación solar y cuándo favorecer su captación? VER

1.2 Implantación y orientación

1.2.1 Soleamiento de las fachadas

Optimización de la orientación en función de las estrategias bioclimáticas RECOMENDACIONES

⚠ ¿Quieres ver cómo influyen los edificios cercanos en el soleamiento de tu fachada? VER

1.3 Diseño geometría y envolvente térmica

1.3.1 Pérdidas por transmisión de la envolvente. Coeficientes de transmisión térmica

	PROYECTO	VALOR PROYECTO	VALOR CTE	
CUBIERTAS	valor CTE	0.23	0.23	●
FACHADAS	valor CTE	0.29	0.29	●
VENTANAS	valor CTE	1.6 a 2.0	1.6 a 2.0	●
SUELOS	valor CTE	0.36	0.36	●

⚠ ¿Sabes cuál es la proporción de huecos en las fachadas más adecuada? VER

1.3.2 Compatidat o factor de forma

La relación entre el área de la envolvente térmica (cubiertas, fachadas y suelos) y el volumen que encierra se optimiza en función de la tipología y el clima RECOMENDACIONES

1.3.3 Pérdidas por infiltración

Se implantan medidas para optimizar la estanqueidad del edificio RECOMENDACIONES

⚠ ¿Sabes cuál es el tamaño adecuado de las protecciones solares? VER

2 INSTALACIONES

2.1 Rendimiento de las instalaciones

2.1.1 Descripción y definición de los sistemas

CLIMATIZACIÓN	DEFINIR	RECOMENDACIONES	●
PRODUCCIÓN DE ACS	DEFINIR	RECOMENDACIONES	●

2.1.2 Gestión y control de las instalaciones de climatización

Se instala un sistema de gestión del edificio o EMS RECOMENDACIONES

2.2 Iluminación artificial

RECOMENDACIONES

Se usan lámparas eficientes de clase A para la iluminación ●

Hay interruptores presenciales o temporizados en los espacios de uso intermitente o esporádico ●

En áreas de trabajo, las zonas cercanas a ventanas están sectorizadas para permitir una regulación independiente adaptada a la luz natural disponible

El edificio está sectorizado para que se pueda controlar su iluminación de manera flexible y adaptada a las actividades

⚠ Existen otros consumos eléctricos a considerar, como el de los ascensores y electrodomésticos VER

3 ENERGÍAS RENOVABLES

3.1 Generación en la parcela

Se genera energía procedente de fuentes renovables, más allá de la exigencia mínima de la normativa RECOMENDACIONES

⚠ Integración de los elementos generadores de energía renovable en el diseño del edificio VER

3.2 Generación de electricidad externa a la parcela a partir de fuentes renovables

MÁS INFORMACIÓN

Participación en una central de producción a escala de barrio ●

Compra de energía eléctrica renovable ●

↑ MATERIALES Y ECONOMÍA CIRCULAR

Reducción de impactos

Impacto	Actual	Objetivo
Cambio climático	95%	17%
Emisiones a la atmósfera, tierra y agua	64%	19%
Achantamiento de energía no renovable	71%	14%
Achantamiento de agua potable	95%	19%
Achantamiento de recursos materiales	0%	100%
Generación de residuos	11%	23%
Impactos sobre el secundario	0%	15%
Salud y confort	0%	0%
Aspectos económicos del resultado	90%	9%

Evaluación de la categoría

1 ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LOS MATERIALES

1.1 Cuantificación de los impactos ambientales de los materiales de la envolvente

	Energía emitida (kWh)	kg de CO ₂ eq/m ²	partículas 5 micr. / cm ³
FACHADAS	591,339	82,070	3.6

DEFINIR

Se va a realizar un ACV del resto de elementos del edificio: cubiertas, suelos y estructura ●

⚠ ¿Sabes dónde encontrar datos para hacer un Análisis de Ciclo de Vida (ACV)? VER

2 SELECCIÓN DE MATERIALES SOSTENIBLES

2.1 Priorización del uso de materiales con mejores cualidades ambientales

Se priorizará el uso de materiales REUTILIZADOS Y RECALIDADADOS ●

Se priorizará el uso de materiales obtenidos de RECURSOS SOSTENIBLES Y RENOVABLES ●

Se priorizará el uso de MATERIALES LOCALES ●

⚠ ¿Sabes que se puede planificar una estrategia de demolición selectiva para reducir los impactos del edificio al final de su vida útil? VER



1 CONSUMO DE AGUA

1.1 Aparatos sanitarios

- Se utilizan grifos de bajo caudal en los lavabos (igual o inferior a 6 l/min)
- Se utilizan inodoros de doble descarga (corta 2 l/min, larga 6 l/min)
- Se utilizan cabezales de ducha de bajo caudal (igual o inferior a 7 l/min)
- Se utilizan grifos de bajo caudal en el fregadero (igual o inferior a 8 l/min)

[¿Quieres saber qué ahorro consigues con estas medidas? VER](#)

1.2 Riego de jardines

Necesidades de riego proyecto referencia

2 USO DE AGUA NO POTABLE

2.1 Sistema de recogida, almacenamiento y distribución de aguas pluviales

- Se contempla la instalación de un aljibe de recogida de aguas pluviales [\(RECOMENDADO\)](#)

[También es posible disminuir el consumo de agua recuperando aguas grises para los inodoros VER](#)



1 CALIDAD DEL AIRE

1.1 Ventilación

1.1.1 Ventilación natural

Se implanta una estrategia de ventilación natural eficiente para la renovación de aire [RECOMENDACIONES](#)

[¿Sabes que existen sistemas de monitorización del aire para activar la ventilación? VER](#)

1.2 Control de las fuentes contaminantes interiores

1.2.1 Limitación de las emisiones tóxicas de los materiales de acabado

[RECOMENDACIONES](#)

- Se seleccionan adhesivos, pinturas y barnices con bajas emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)
- Se seleccionan productos de madera, cerámicos y otras superficies con bajas emisiones de formaldehído

1.2.2 Prevención de la formación de mohos

[RECOMENDACIONES](#)

- Control de los puentes térmicos que puedan ser fuentes puntuales de humedad
- Control de condensaciones que puedan ser fuentes puntuales de humedad

1.3 Control de las fuentes contaminantes provenientes del exterior

[RECOMENDACIONES](#)

- Se utilizan filtros en las tomas de ventilación en función de la calidad del aire exterior
- Se incorporan sistemas de rejillas o tejados en los accesos al edificio

[Monitorización de la calidad del aire y aseguramiento de las condiciones de confort VER](#)

2 CONFORT VISUAL

2.1 Iluminación natural

[VER CONDICIONES](#)

2.1.1 Cumplimiento de las condiciones para conseguir una buena iluminación natural

- Se cumplen las condiciones que aseguran una buena iluminación natural en estancias iluminadas desde un único lateral
- Se cumplen las condiciones que aseguran una buena iluminación natural en estancias iluminadas desde más de un lateral
- Se cumplen las condiciones que aseguran una buena iluminación natural en estancias iluminadas centralmente o en combinación con la lateral

[¿Sabes cuáles son los parámetros que condicionan una buena iluminación? VER](#)

3 CONFORT ACÚSTICO

3.1 Aislamiento acústico

3.1.1 Protección frente al ruido procedente del exterior

3.1.1.1 Aislamiento acústico adecuado de los elementos de separación con el exterior

[QUANTIFICADO](#) [RECOMENDACIONES](#)

3.1.1.2 Protección frente al ruido procedente del interior

[RECOMENDACIONES](#)

- Aislamiento al ruido aéreo adecuado entre viviendas o zonas con actividades diferentes
- Tratamiento óptimo para protegerse contra el ruido de impacto
- No hay espacios vitreos o de trabajo colindantes a recintos de instalaciones

[¿Sabes en que consiste el acondicionamiento acústico para mejorar el confort en el interior de los edificios? VER](#)



ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Reducción de impactos

		PESO DEL ÁREA
Cambio climático	100%	27%
Emissiones a la atmósfera, tierra y agua		3%
Acoastamiento de energía no renovable	100%	2%
Acoastamiento de agua potable		6%
Acoastamiento de recursos materiales		10%
Generación de residuos		0%
Impactos sobre el vecindario	63%	69%
Salud y confort	100%	46%
Aspectos económicos del resultado	67%	7%

Evaluación de la categoría



1 ESCENARIO 2050

1.1 Reducción de la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático

1.1.1 Confort térmico

- Utilización en los cálculos y simulaciones de ficheros climáticos basados en **proyecciones futuras fiables**, especialmente para las condiciones de verano RECOMENDACIONES ●
- Refuerzo de la **independencia del edificio** y fomento de la autosuficiencia energética RECOMENDACIONES ●
- Fortalecimiento de las **estrategias bioclimáticas de verano** que reduzcan el riesgo de sobrecalentamiento RECOMENDACIONES ●

1.1.2 Gestión del agua

- Disminución drástica de las **necesidades de agua** con redes de saneamiento separativas y reutilización de las aguas grises y el agua de lluvia RECOMENDACIONES ✖
- Gestión de **escorrentía** en caso de lluvias torrenciales RECOMENDACIONES ✖
- Construcción **resistente a las inundaciones** en zonas con alto riesgo RECOMENDACIONES ✖

💡 ¿Sabes que existen mapas de vulnerabilidad a los efectos del cambio climático? VER

2 MEJORA DEL ENTORNO DEL EDIFICIO

2.1 Estrategias de microclima

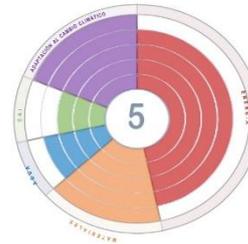
2.1.1 Mitigación de la isla de calor

- Sombreamiento del espacio en el entorno del edificio RECOMENDACIONES ●
- Reducción de las superficies exteriores con alta inercia térmica RECOMENDACIONES ●
- Aumento de la vegetación, con especies adecuadas, que propicien el enfriamiento del espacio exterior RECOMENDACIONES ●
- Utilización de materiales exteriores con alto albedo (colores claros) RECOMENDACIONES ●

💡 El empleo del agua en el exterior de los edificios puede ayudar a reducir la temperatura VER

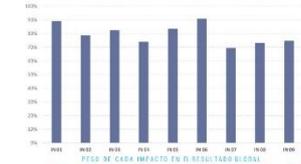
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

EVALUACIÓN GLOBAL Y POR ÁREAS



* El 5 representa la media global del edificio frente a los criterios de

EVALUACIÓN POR IMPACTOS



IMPACTO	DESCRIPCIÓN	IMPACTO	DESCRIPCIÓN
IN01	Cambio climático	IN06	Generación de residuos
IN02	Emissiones a la atmósfera, tierra y agua	IN07	Impactos sobre el vecindario
IN03	Acoastamiento de energía no renovable	IN08	Salud y confort
IN04	Acoastamiento de agua potable	IN09	Aspectos económicos del resultado
IN05	Acoastamiento de recursos materiales		

* Para cada impacto se muestra el porcentaje de reducción de emisiones que el edificio debería alcanzar en relación a valores

El proyecto nace con la intención de proporcionar un lugar que satisfaga las necesidades de los usuarios y ponga en valor el entorno. Estrategias enfocadas en la energía, la reutilización del agua, el estudio y análisis de materiales que acompañen al correcto funcionamiento del edificio, son algunas de las estrategia claves que se abordarán en el proyecto.

El proyecto inicial escogido de la asignatura Taller Temàtic II obtiene una valoración de 3. Valor que el Proyecto Final de Carrera mejora enfocándose en la reutilización de aguas, la posibilidad de obtener energía de forma pasiva a través del ecosistema que le rodea.

- **ESTRATEGIAS AMBIENTALES**

- **Preservación del terreno:**

El proyecto nace con el objetivo de preservar el terreno y su esencia. Montaña y ciudad se unen generando una sinergia entre ellos.

- **Espacios intersticiales:**

Los cuerpos construidos sobre la matriz y su rotación generan entre si rincones que diluyen la separación entre lo público y lo privado.

- **Filtro solar:**

El tiempo actúa como una variable en el proyecto. Las necesidades térmicas varían en función de la estación del año. Es por ello que la fachada debe otorgar la posibilidad de ser flexible en el tiempo y ser transformada a necesidad del usuario.

- **Recogida de aguas pluviales:**

La conservación y desarrollo de espacios vegetales a diferentes cotas del proyecto debe considerar un sistema eficiente y funcional que recoja el agua pluvial y la reparta a lo largo de estos espacios.

- **Inercia térmica:**

La tierra y sus cualidades son aprovechadas para conservar la temperatura en los espacios comunes ubicados en planta baja. Gracias a la formalización del proyecto dichos espacios quedan protegidos entre muros que contienen las tierras.

- **Climatización, sistema box-in-box**

Rincones consta de espacios comunes que gozan de una climatización pasiva.

En invierno actúan como espacios "buffer" calentándose a través de la radiación solar. Por otro lado las habitaciones, espacios privados bien aislados para evitar pérdidas térmicas, contienen una climatización activa.

En verano los espacios comunes quedan protegidos por el filtro solar y su vegetación. Existe también la posibilidad de abrir las grandes ventanas correderas y tener ventilación natural. Por otro lado, las habitaciones además de poder ventilar por su apertura tiene la posibilidad de refrigerar este espacio con una climatización activa.

- **Minimizar la fachada norte**

La parcela se sitúa en la cara norte de la montaña. El proyecto trata de maximizar la superficie de fachada iluminada.

*Para ver un mayor desarrollo de las estrategias ambientales aplicadas al proyecto ver el Anejo [Documento MEMORIA AMBIENTAL](#)

3.6.- CARACTERIZACIÓN SOCIAL

El barrio tiene un uso mayoritariamente residencial. Un barrio tranquilo y acogido por la montaña. La elección de un programa intergeneracional se basa en la expectativa de generar un flujo de movimiento y activación del barrio a través de la convivencia y el uso de equipamientos locales. Personas de avanzada edad buscan la tranquilidad dentro de una ciudad agitada pero sin perder la conexión con ella misma. Del mismo modo las personas jóvenes buscan lugares donde empezar su vida independiente y la conexión social con su comunidad y la sensación de pertenecer a un sitio.

La participación de ambos en esta intervención servirá para dar a entender que las distintas generaciones pueden aprender unas de otras y pueden ayudarse mutuamente provocando esa simbiosis generacional.

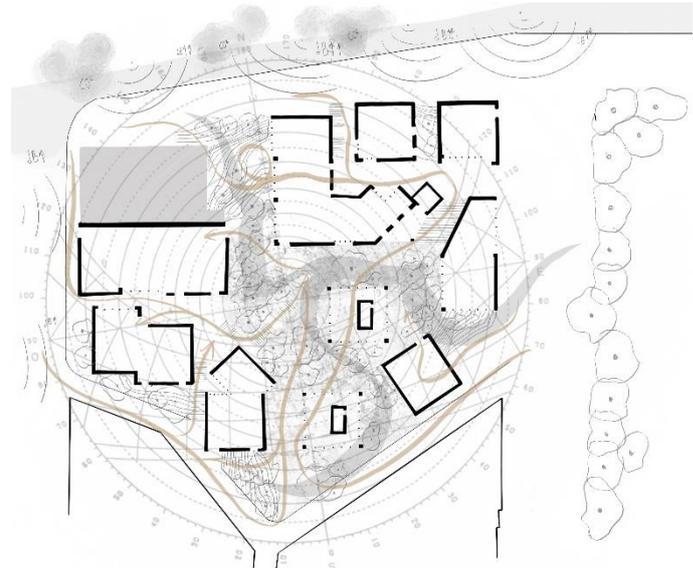
Por otro lado, el barrio tiene muy presente el mantenimiento de la edificación además de sus calles originales. Será importante entender el proyecto desde el respeto hacia lo preexistente y su conservación. El bloque de viviendas construido en 1899, en una época modernista, dentro de la parcela seleccionada será una de las piezas a abordar. Entendiendo la pieza como independiente, solo se intervendrá únicamente en su espacio público aumentando la calidad de vida de estos usuarios. Además pasajes antiguos como el Passeig Antic de València son elementos importantes en la preservación y revitalización de la memoria de la ciudad.

3.7.- CONEXIONES PEATONALES

La intervención pretende poner en valor la accesibilidad de la parcela dotando al lugar de estrategias formales que permitan a los usuarios acceder a los diferentes espacios del programa en sus distintas cotas.

3.8.- ESPACIO PÚBLICO

El espacio público tiene el objetivo de brindar las herramientas necesarias para la accesibilidad e interacción de cada uno de los usuarios del programa. Por otro lado, es indispensable la preservación y reposicionamiento de los espacios verdes. Espacios que, además de enfriar y estabilizar la temperatura del lugar, generarán rincones donde establecer relaciones sociales.



4.- ¿QUÉ? – DESCRIPCIÓN DE LA VOLUMETRÍA Y LOS ESPACIOS INTERIORES

4.1.- PROGRAMA

El programa consiste en la relación entre una residencia para personas jóvenes y procedentes del mundo del arte con un cohousing senior.

Residencia de artistas:

- Atendiendo al concepto de los anillos de privacidad esta pieza quedará directamente conectada con la ciudad. Esta pieza no será compacta, sino que se dividirá en varios volúmenes quedando así disgregada. Gracias a este gesto, los volúmenes quedarán separados por espacios intersticiales que fomentarán la relación de esta pequeña comunidad. Diversas actividades como cine a la fresca, comidas al aire libre, salir fuera a leer o reunirse para charlar serán ejemplos de ello.
- Las usuarias que residan en estos volúmenes necesitarán estar más conectadas con el entorno y sus equipamientos. Son consideradas personas más activas y necesitan de mayores estímulos. Comercios, bares, restaurantes, talleres, son equipamientos que consideraré necesarios para propiciar el flujo y la revitalización del barrio.

Cohousing Senior:

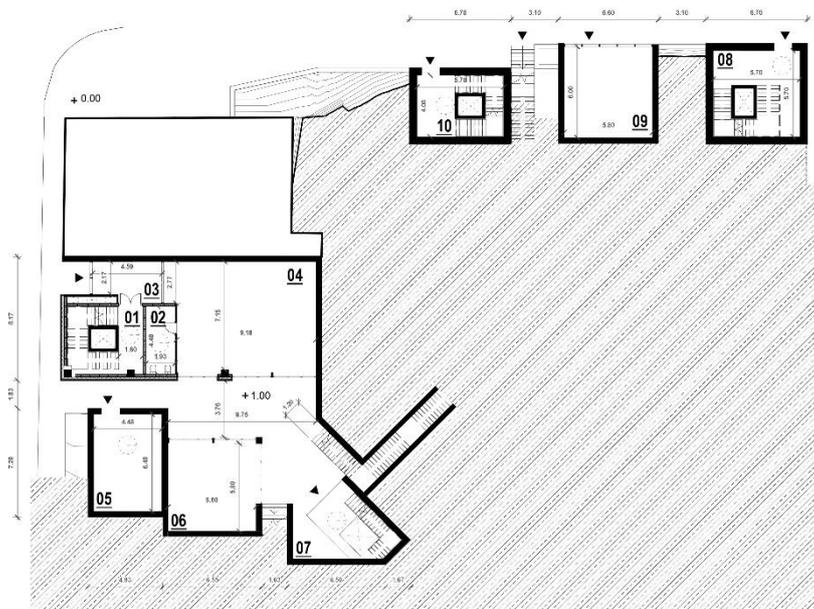
- Esta pieza del programa será la más protegida. Por lo tanto, será el último anillo de privacidad. Un programa compacto y funcional que facilite la vida de las personas mayores.
- Necesitará ser completamente accesible desde su entrada hasta el dormitorio. Además necesitará de un lugar al aire libre adaptado a las necesidades y dificultades que tienen estas usuarias a la hora de desplazarse.
- No podemos olvidarnos de los equipamientos internos y espacios comunes dentro de esta parte del programa. Un centro de día para la relación social y la conexión con los usuarios jóvenes del resto del programa será el espacio escogido para la planta baja de este cohousing. Espacios polivalentes y el comedor serán los espacios que queden en planta superiores para gozar de una mayor privacidad para estas personas.
- El cuidado y la vigilancia serán necesarias en este lugar. Las personas mayores necesitan de atención médica con mayor frecuencia. Es por ello que se necesitará de una plaza de aparcamiento para emergencias y almacenamiento para los medicamentos y utensilios necesarios.

Equipamientos de barrio:

- Según el PMU del barrio de la Satalia en el ámbito delimitado en la MPMG de la montaña de Montjuïc, la parcela seleccionada debe contener un equipamiento de barrio. Se ha optado por la implantación de varios equipamientos pequeños en cada una de las fachadas de la parcela. Equipamientos que revitalizarán el lugar y proporcionarán cierta actividad al barrio.
- Estos pequeños locales podrán ser desde bares, restaurantes, talleres o centros de día. Pequeñas piezas que son fundamentales a la hora de conformar una comunidad. Una excusa para salir de casa y tomar algo con tus vecinos o realizar actividades artesanales.

PLANTA BAJA - PROGRAMA			
CÓDIGO	VOLUMEN	PROGRAMA	ÁREA [m ²]
01	A	NÚCLEO	22.14
02	A	BAÑO	8.61
03	A	VESTÍBULO	12.57
04	A	ESPACIO DE TRABAJO	71.44
05	B	TALLER	28.64
06	B	ESPACIO DE TRABAJO	35.69
08	F	NÚCLEO	32.49
09	F	TALLER	34.80
10	G	NÚCLEO	23.23

SUPERFICIE TOTAL PLANTA BAJA – 287 m²

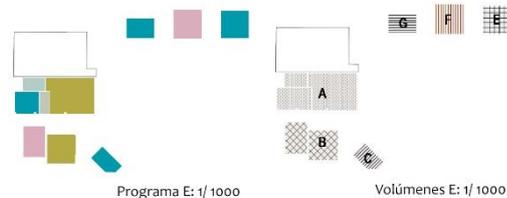


SUPERFICIE ÚTIL

- BAÑO
- ESPACIO DE TRABAJO
- NÚCLEO
- TALLER
- VESTÍBULO

VOLUMENES

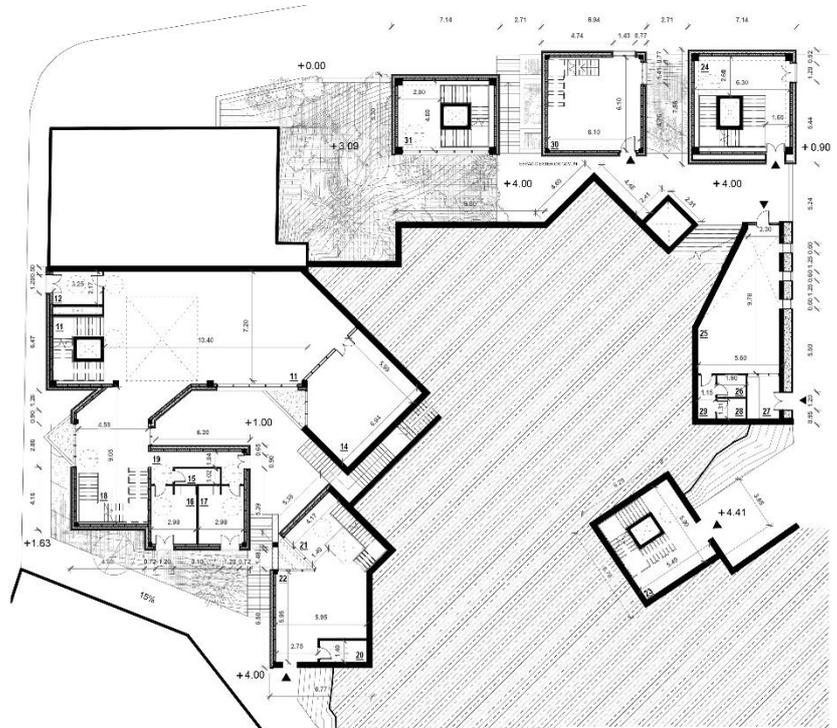
- A
- B
- C
- F
- G



PLANTA PRIMERA - PROGRAMA

CÓDIGO	VOLUMEN	PROGRAMA	ÁREA [m ²]
11	A	COMEDOR	106.28
12	A	BAÑO	7.06
13	A	NÚCLEO	14.90
14	A	LAVANDERÍA	38.96
15	B	BAÑO	3.07
16	B	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.37
17	B	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.37
18	B	COCINA	45.61
19	B	CIRCULACIONES	9.54
20	C	BAÑO	4.27
21	C	NÚCLEO	20.33
22	C	SALÓN COMEDOR	30.43
23	D	NÚCLEO	32.43
24	E	NÚCLEO	39.33
25	E	BAR JAZZ	43.35
26	E	BAÑO	2.77
27	E	VESTÍBULO BAR JAZZ	6.62
28	E	BAÑO	2.49
29	E	ENTRADA BAÑO	3.30
30	F	SALÓN COMEDOR COCINA	37.17
31	G	NÚCLEO	28.67

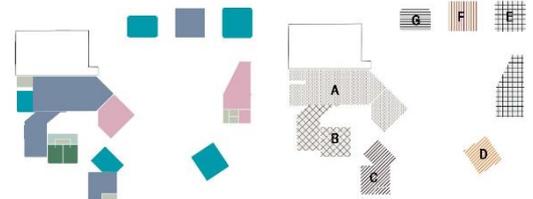
SUPERFICIE TOTAL PLANTA PRIMERA – 499.31 m²



SUPERFICIE ÚTIL



VOLUMENES



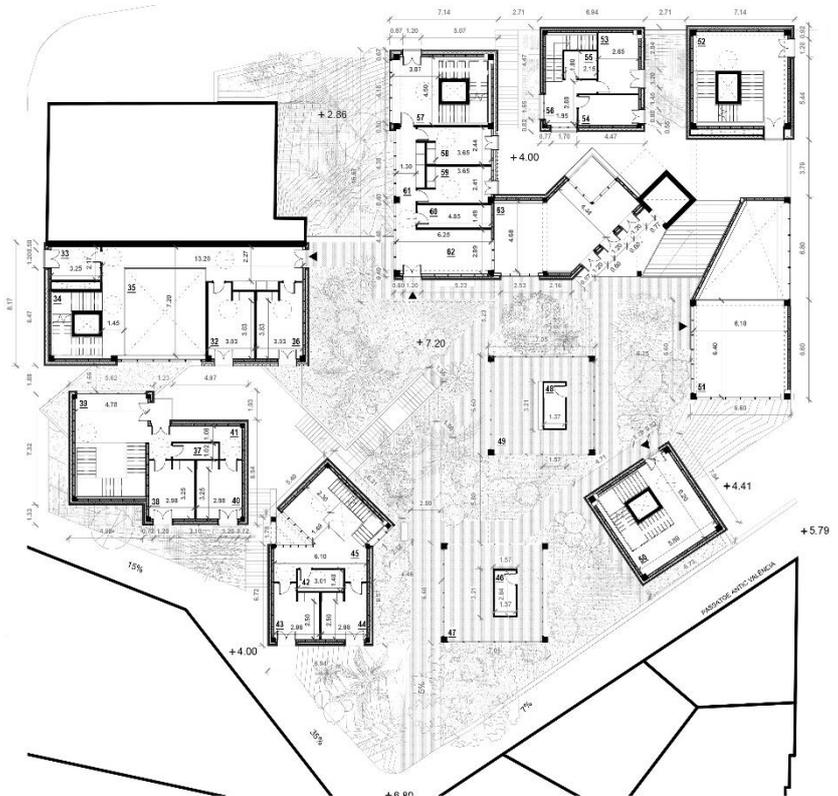
Programa E: 1/1000

Volúmenes E: 1/1000

PLANTA SEGUNDA - PROGRAMA

CÓDIGO	VOLUMEN	PROGRAMA	ÁREA [m ²]
32	A	HABITACIÓN INDIVIDUAL	14.18
33	A	BAÑO	7.06
34	A	NÚCLEO	14.78
35	A	CIRCULACIONES	66.85
36	A	HABITACIÓN INDIVIDUAL	14.18
37	B	BAÑO	2.82
38	B	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.37
39	B	CIRCULACIONES	31.07
40	B	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.37
41	B	CIRCULACIONES	9.54
42	C	BAÑO	4.21
43	C	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.01
44	C	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.01
45	C	NÚCLEO	31.49
46	D	BAÑO	4.12
47	D	CENTRO DE DÍA	40.86
48	D	BAÑO	4.12
49	D	CENTRO DE DÍA	40.86
50	D	NÚCLEO	36.40
51	E	SALA DE BAILE	39.30
52	E	NÚCLEO	38.28
53	F	HABITACIÓN DOBLE	10.59
54	F	HABITACIÓN INDIVIDUAL	7.89
55	F	BAÑO	3.87
56	F	CIRCULACIONES	13.98
57	G	NÚCLEO	27.98
58	G	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.82
59	G	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.64
60	G	BAÑO	7.23
61	G	CIRCULACIONES	10.03
62	G	COCINA	17.74
63	G	COMEDOR	38.70

SUPERFICIE TOTAL PLANTA SEGUNDA – 602.34 m²

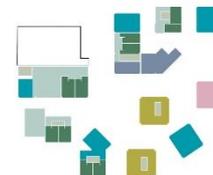


SUPERFICIE ÚTIL

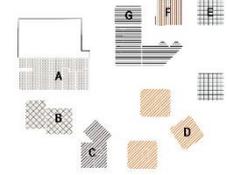
■	BAÑO
■	CENTRO DE DÍA
■	CIRCULACIONES
■	COCINA
■	COMEDOR
■	HABITACIÓN DOBLE
■	HABITACIÓN INDIVIDUAL
■	NÚCLEO
■	SALA DE BAILE

VOLUMENES

■	A
■	B
■	C
■	D
■	E
■	F
■	G



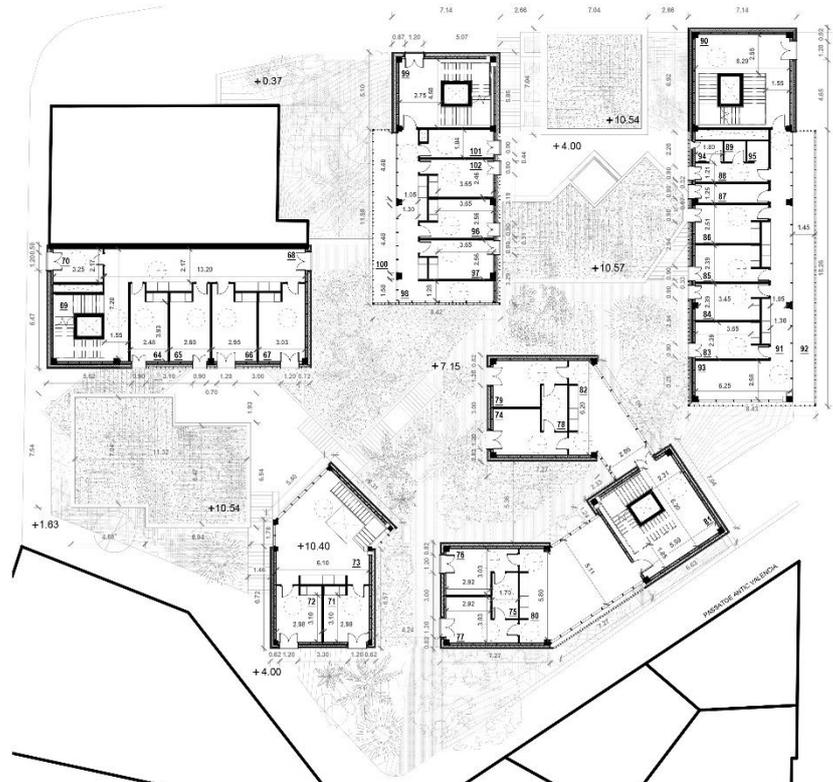
Programa E: 1/ 1000



Volumenes E: 1/ 1000

PLANTA TERCERA – PROGRAMA			
CÓDIGO	VOLUMEN	PROGRAMA	ÁREA [m2]
64	A	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.71
65	A	HABITACIÓN INDIVIDUAL	12.32
66	A	HABITACIÓN INDIVIDUAL	14.12
67	A	HABITACIÓN INDIVIDUAL	14.49
68	A	CIRCULACIONES	32.27
69	A	NÚCLEO	22.80
70	A	BAÑO	7.06
71	C	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.92
72	C	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.92
73	C	NÚCLEO	36.96
74	D	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.94
75	D	BAÑO	5.11
76	D	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.49
77	D	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.49
78	D	BAÑO	5.11
79	D	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.94
80	D	COMEDOR	42.40
81	D	NÚCLEO	36.40
82	D	ESPACIO POLIVALENTE	24.69
83	E	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.60
84	E	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.52
85	E	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.60
86	E	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.16
87	E	ALMACÉN	6.01
88	E	BAÑO	5.80
89	E	BAÑO	1.91
90	E	NÚCLEO	37.85
91	E	CIRCULACIONES	23.23
92	E	TERRAZA	26.43
93	E	COMEDOR COCINA	15.98
94	E	BAÑO	2.46
95	E	BAÑO	1.90
96	G	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.37
97	G	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.37
98	G	CIRCULACIONES	23.43
99	G	NÚCLEO	27.77
100	G	TERRAZA	16.93
101	G	BAÑO	8.89
102	G	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.97

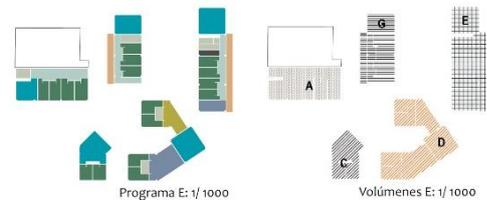
SUPERFICIE TOTAL – PLANTA TERCERA 609.32 m²



SUPERFICIE ÚTIL



VOLUMENES

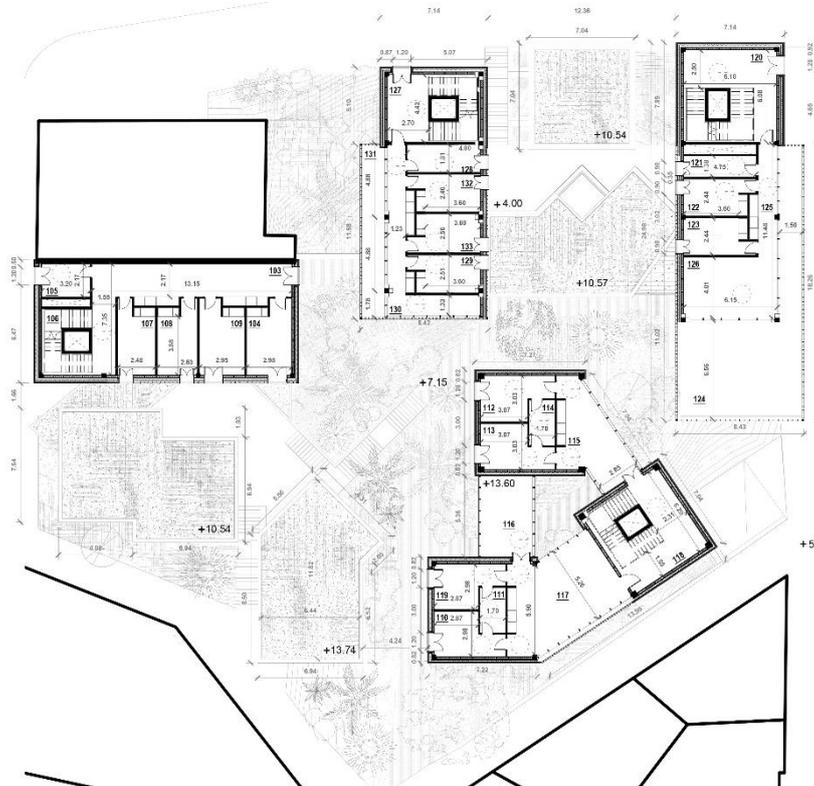


Programa E: 1/1000

Volumenes E: 1/1000

PLANTA CUARTA - PROGRAMA			
CÓDIGO	VOLUMEN	PROGRAMA	ÁREA [m ²]
103	A	CIRCULACIONES	36.17
104	A	HABITACIÓN INDIVIDUAL	13.20
105	A	BAÑO	6.95
106	A	NÚCLEO	21.95
107	A	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.83
108	A	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.42
109	A	HABITACIÓN INDIVIDUAL	13.09
110	D	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.43
111	D	BAÑO	5.10
112	D	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.94
113	D	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.94
114	D	BAÑO	5.11
115	D	ESPACIO POLIVALENTE	24.65
116	D	ÁREA DE DESCANSO	20.34
117	D	ESPACIO POLIVALENTE	42.10
118	D	NÚCLEO	36.40
119	D	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.83
120	E	NÚCLEO	37.02
121	E	BAÑO	6.54
122	E	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.66
123	E	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.67
124	E	TERRAZA	68.30
125	E	CIRCULACIONES	11.07
126	E	COCINA	24.67
127	G	NÚCLEO	26.96
128	G	BAÑO	9.66
129	G	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.59
130	G	CIRCULACIONES	23.62
131	G	TERRAZA	17.78
132	G	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.48
133	G	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.46

SUPERFICIE TOTAL – PLANTA CUARTA 571.96 m²

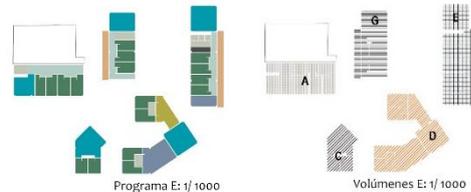


SUPERFICIE ÚTIL

- ALMACÉN
- BAÑO
- CIRCULACIONES
- COMEDOR
- COMEDOR COCINA
- ESPACIO POLIVALENTE
- HABITACIÓN INDIVIDUAL
- NÚCLEO
- TERRAZA

VOLUMENES

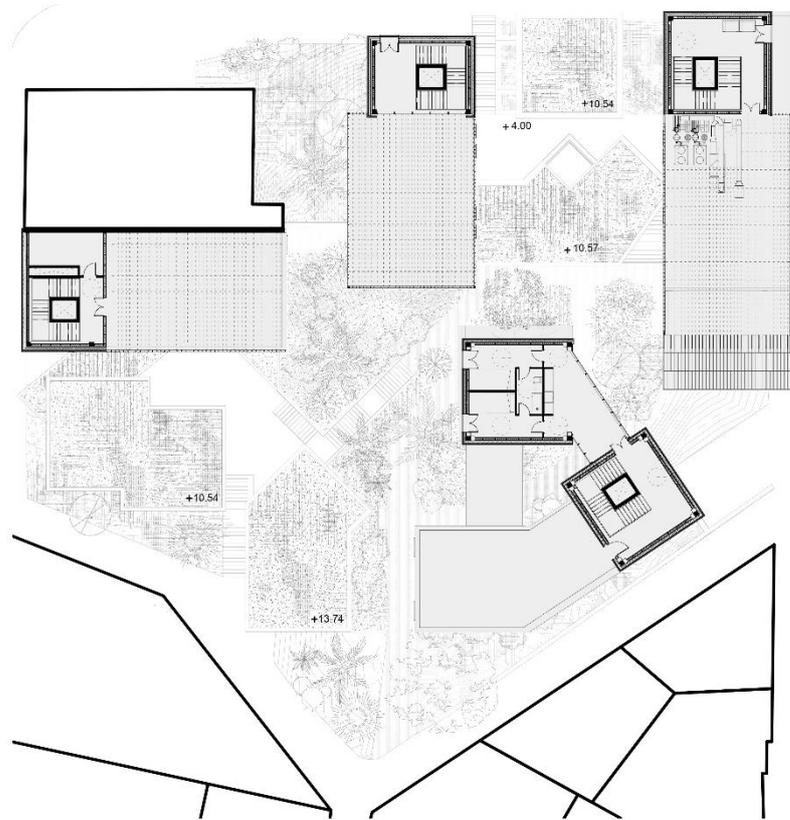
- A
- C
- E
- G



PLANTA QUINTA – PROGRAMA

CÓDIGO	VOLUMEN	PROGRAMA	ÁREA [m ²]
134	A	SALA INSTALACIONES	12.67
135	A	CUBERTA	84.52
136	A	NÚCLEO	22.93
137	D	CUBIERTA	74.31
138	D	NÚCLEO	35.32
139	D	ESPACIO POLIVALENTE	22.22
140	D	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.58
141	D	BAÑO	5.11
142	D	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.82
143	E	CUBIERTA	96.32
144	E	NÚCLEO	37.17
145	G	CUBIERTA	93.50
146	G	NÚCLEO	27.41

SUPERFICIE TOTAL – PLANTA QUINTA 534.88 m²

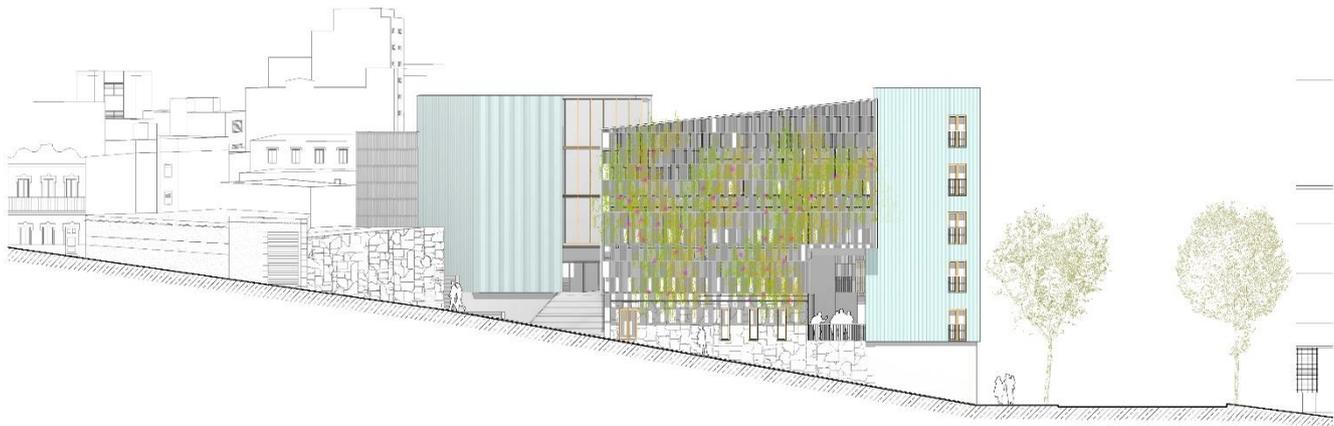




Alzado Oeste

0 5 10

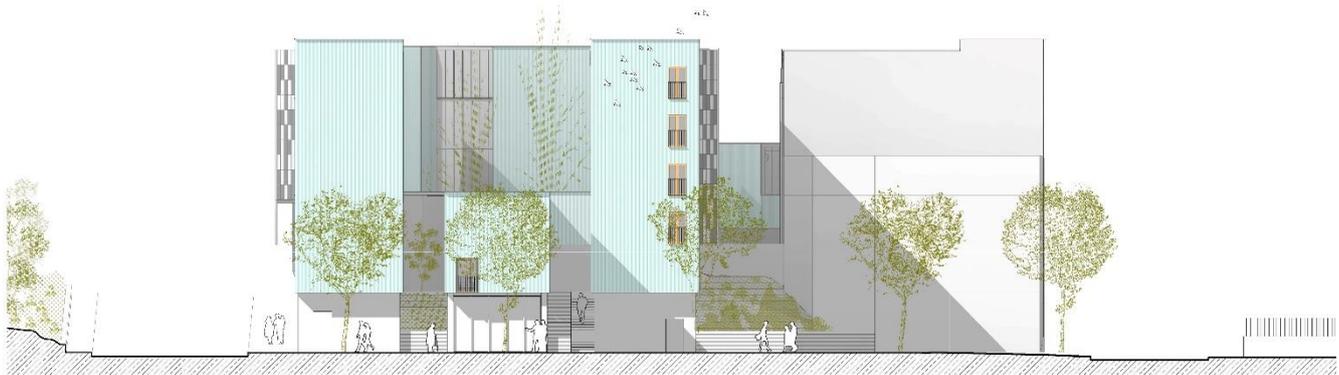




Alzado Este

0 5 10





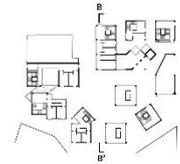
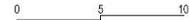
Alzado Norte

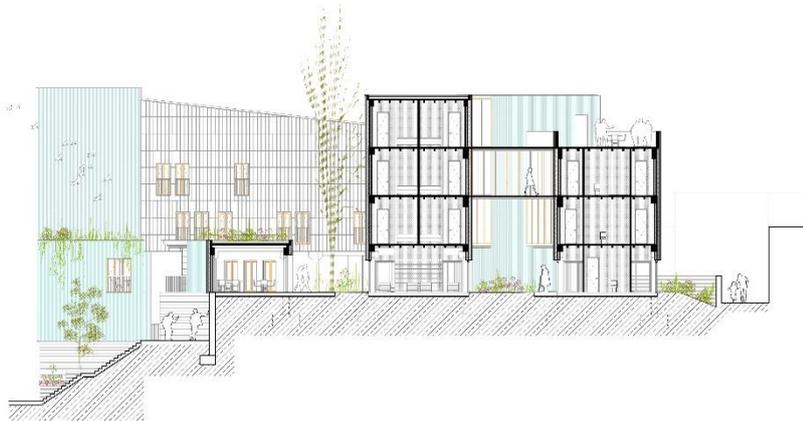
0 5 10





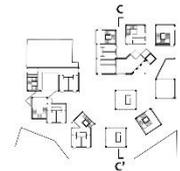
Sección Transversal B-B'





Sección Transversal C-C'

0 5 10



4.2.- ESPACIOS EXTERIORES Y INTERIORES

Los espacios intersticiales entre los diferentes cuerpos será la estrategia utilizada para desarrollar estos espacios exteriores. La disgregación de los volúmenes y la rotación de algunos de ellos pone énfasis en la creación de espacios más íntimos y con un grado mayor de privacidad y calidez. Se trata el recorrido como una calle de un pueblo y no como una calle de una gran ciudad. De esta manera el grano de influencia se vuelve menor, pero la precisión en el detalle y en la conformación de los volúmenes es mayor.

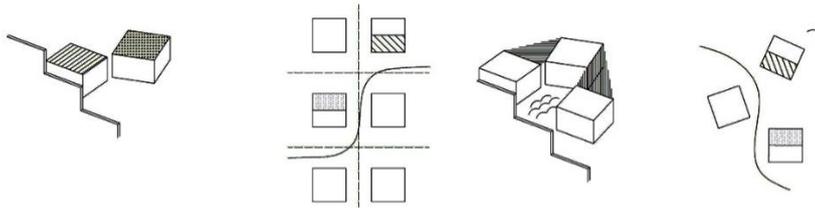


Imagen 21: Esquemas de la formación de los espacios intersticiales a través de una matriz. Documento generado por el autor.

Los **espacios servidores** son aquellos que darán servicio a todos los usuarios y sus necesidades. Todos ellos se encuentran en cotas en contacto con el espacio exterior diluyendo así esta relación. Un bar con música de jazz de fondo, talleres para el trabajo artesanal y artístico, un centro de día para la relación social de los residentes más mayores, espacios polivalentes para la realización de actividades del imaginario de cada uno de los usuarios son algunos de los espacios servidores que darán lugar a un flujo de movimiento que tiene como objetivo este proyecto.

Los **espacios servidos** son aquellos que se sitúan en cotas superiores, es decir, las habitaciones y sus residentes. Son espacios dormitorios donde la actividad será la que tenga mayor privacidad sin olvidar de tener todas las herramientas para satisfacer la estancia. Una mesa, cama doble, armario de grandes dimensiones y un gran ventanal con posibilidad de albergar tus propias plantas son los equipamientos de la habitación.

Por otro lado, los pasillos que conectan las habitaciones en plantas superiores pueden ampliarse con la terraza en momentos cálidos del año y convertirse en un lugar de encuentro y relación entre las personas de cada uno de los volúmenes. La relación exterior-interior se vuelve difusa además de desaparecer el concepto de pasillo tradicional. El pasillo alberga un mobiliario para almacenamiento, paso de las instalaciones y uso en estos momentos.

Los espacios público-privado van conforme a la relación de los anillos de privacidad y los espacios intersticiales. Cuanto más conectado estés con la ciudad, relación directa con la fachada en plantas bajas, más público será el programa. Por otro lado, si nos adentramos dentro de la parcela podremos recorrer estos espacios intersticiales que generan espacios íntimos y reducidos, pero siendo el mismo espacio público. El mismo puede determinarse de ambas maneras dependiendo de su uso.

4.3.- FLEXIBILIDAD

No existe una relación directa con la flexibilidad en cuanto al uso. Cada parte del programa esta estudiada e implantada en su lugar correspondiente. No obstante, el proyecto busca la flexibilidad en el sistema constructivo y la formalización arquitectónica. Gracias al sistema prefabricado de construcción se busca que una serie de elementos unidos puedan ser utilizados en diferentes usos. Por otro lado, la colocación de una matriz dentro de la parcela democratiza el espacio y sus usos haciendo del proyecto un espacio más flexible.

A continuación, una serie de ejemplos del propio proyecto que muestran la diversidad de usos dentro de una matriz y con el mismo sistema constructivo.

4.4.- REQUERIMIENTOS A CUMPLIMENTAR POR LAS CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO (CTE)

A continuación, se muestra la intención del proyecto de cumplir los requerimientos de seguridad y salud establecidos en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

4.4.1.- ACCESIBILIDAD (DB-SUA)

Atendiendo a este documento se valora la seguridad de los usuarios en cuestiones de accesibilidad. Se muestra, en los siguientes apartados, diversos puntos a cumplimentar que considero importantes a resaltar en este proyecto. En el apartado 3.1 del documento DB-SUA llamado *Protección de los desniveles* indica lo siguiente:

Con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. Con una diferencia de cota mayor de 55cm , excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.	✓
En las zonas de uso público se facilitará la percepción de las diferencias de nivel que no excedan de 55 cm y que sean susceptibles de causar caídas, mediante diferenciación visual y táctil . La diferenciación comenzará a 25 cm del borde, como mínimo.	✓

En el apartado 3.2 del documento DB-SUA llamado *Características de las barreras de protección* indica lo siguiente:

3.2.1.- Altura: Las barreras de protección tendrán como mínimo, una altura de 0.90m cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6m y de 1.10m en el resto de los casos, excepto en el caso de huecos de escaleras de anchura menor que 40 cm, en los que la barrera tendrá una altura de 0.90 m, como mínimo.	✓
--	---

En el apartado 4.1 del documento DB-SUA llamado *Escaleras de uso restringido* indica lo siguiente:

La anchura de cada tramo será de 80 cm, como mínimo.	✓
La contrahuella será de 20 cm, como máximo, y la huella de 22 cm, como mínimo. La dimensión de toda huella se medirá, en cada peldaño, según la dirección de la marcha.	✓

Dispondrán de barandilla en sus lados abiertos	✓
--	---

En el apartado 4.2 del documento DB-SUA llamado *Escaleras de uso general* indica lo siguiente:

En tramos rectos, la huella medirá 28 cm como mínimo. En tramos rectos o curvos la contrahuella medirá 13 cm como mínimo y 18.5 cm como máximo, excepto en zonas de uso público, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, en cuyo caso la contrahuella medirá 17.5 cm. La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente: $54\text{ cm} \leq 2C + H \leq 70\text{ cm}$	✓
Excepto en los casos admitidos en el punto 3 del apartado 2 de esta Sección, cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo. La máxima altura que puede salvar un tramo es de 2.25 m en zonas de uso público, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, y 3.20 m en los demás casos.	✓
La anchura útil del tramo se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, la indicada en la tabla 4.1.	✓

Tabla 4.1 Escaleras de uso general. Anchura útil mínima de tramo en función del uso

Uso del edificio o zona	Anchura útil mínima (m) en escaleras previstas para un número de personas:			
	≤25	≤ 50	≤ 100	>100
Residencial Vivienda, incluso escalera de comunicación con aparcamiento	1.00			
Docente con escolarización infantil o de enseñanza primaria Pública concurrencia y Comercial	0.80	0.90	1.00	1.10
Sanitario: Zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros de 90 grados o mayores	1.40			
Sanitario: Otras zonas	1.20			
Casos restantes	0.80	0.90	1.00	

*Más adelante el documento analiza los requerimientos necesarios a cumplimentar en el DB-SI (Seguridad de Incendios). Por el momento, se tomará como referencia la anchura mínima de 1 metro.

En el apartado 4.3 del documento DB-SUA llamado *Rampas* indica lo siguiente:

Los itinerarios cuya pendiente exceda del 4% se consideran rampa a efectos de este DB-SUA, y cumplirán lo que se establece en los apartados que figuran a continuación, excepto los de uso restringido y los de circulación de vehículos en aparcamientos que también estén previstas para la circulación de personas. Estas últimas deben satisfacer la pendiente máxima que se establece para ellas en el apartado 4.3.1 siguiente, así como las condiciones de la Sección SUA 7.	✓
Las rampas tendrán una pendiente del 12%, como máximo, excepto: <ul style="list-style-type: none"> - Las que pertenezcan a itinerarios accesibles, cuya pendiente será, como máximo, del 10% cuando su longitud sea menor que 3 m, del 8% cuando la longitud sea menor que 6 m y del 6% en el resto de los casos. Si la rampa es curva, la pendiente longitudinal máxima se medirá en el lado más desfavorable. 	✓
La pendiente transversal de las rampas que pertenezcan a itinerarios accesibles será del 2%, como máximo.	✓

En la sección DB-SUA 9 llamada *Accesibilidad*, apartado 1 *Condiciones de accesibilidad* indica lo siguiente:

La parcela dispondrá al menos de un itinerario accesible que comunique una entrada principal al edificio, y en conjuntos de viviendas unifamiliares una entrada a la zona privativa de cada vivienda, con la vía pública y con las zonas comunes exteriores, tales como aparcamientos exteriores propios del edificio, jardines, piscinas, zonas deportivas, etc.	✓
Los edificios de uso Residencial Vivienda en los que haya que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna vivienda o zona comunitaria, o con más de 12 viviendas en plantas sin entrada principal accesible al edificio, dispondrán de ascensor o rampa accesibles (conforme al apartado 4 del SUA 1) que comunique las plantas que no sean de ocupación nula con las de entrada accesible al edificio. En el resto de los casos, el proyecto debe prever, al menos dimensional y estructuralmente, la instalación de un ascensor accesible que comunique dichas plantas.	✓

En el Anejo A Terminología del DB-SUA indica lo siguiente:

	Dimensiones mínimas, anchura x profundidad (m)	
	En edificios de uso Residencial Vivienda	
	Sin viviendas accesibles para usuarios de sillas de ruedas	Con viviendas accesibles para usuarios de sillas de ruedas
	En otros edificios, con superficie útil en plantas distintas a las de acceso	
	≤1.000 m ²	>1.000 m ²
Con una puerta o con dos puertas enfrentadas	1.00 x 1.25	1.10 x 1.40
Con dos puertas en ángulo	1.40 x 1.40	1.40 x 1.40

Cuando además deba ser ascensor de emergencia conforme a DB SI 4-1, tabla 1.1 cumplirá también las características que se establecen para éstos en el Anejo SI A de DB SI.

4.4.2.- SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB-SE)

En el Documento **ANÁLISIS ESTRUCTURAL** se puede observar con mayor detalle el desarrollo de la estructura de este proyecto.

4.4.3.- SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIOS (DB-SI)

Atendiendo a este documento se valora la seguridad de los usuarios en caso de incendio. Se muestra, en los siguientes apartados, diversos puntos a cumplimentar que considero importantes a resaltar en este proyecto.

En la Tabla 1.1 del Apartado 1 *Compartimentaciones en sectores de incendio* se indica lo siguiente:

Todo establecimiento debe constituir sector de incendio diferenciado del resto del edificio excepto, en edificios cuyo uso principal sea Residencial Vivienda, los establecimientos cuya superficie construida no exceda de 500 m2 y cuyo uso sea Docente, Administrativo o Residencial Público.	✓
Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que esté integrada debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere los siguientes límites: - Zona de uso Residencial Vivienda, en todo caso - Zona de Alojamiento o de uso Administrativo, Comercial o Docente cuya superficie construida exceda de 500 m2	✓
En el uso Residencial Vivienda, la superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de 2500 m2.	✓
En el uso de Residencial Vivienda, los elementos que separan viviendas entre si deben ser al menos EI60	✓
En el uso de Residencial Público, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2500 m2	✓
En el uso de Residencial Público, toda habitación para alojamiento, así como todo oficio de planta cuya dimensión y uso previsto no obliguen a su clasificación como local de riesgo especial conforme a SI 1-2, debe tener paredes EI 60 y, en establecimientos cuya superficie construida exceda de 500 m2, puertas de acceso EI 30-C5.	✓

En la Tabla 1.2 del Apartado 1 *Compartimentaciones en sectores de incendio* se indica lo siguiente:

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio				
Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 > h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto.				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento	EI 120	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	El t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

En el Apartado 2 Locales y zonas de riesgo especial del documento DB-SI indica lo siguiente:

Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2. A los efectos de este DB se excluyen los equipos situados en las cubiertas de los edificios, aunque estén protegidos mediante elementos de cobertura.

Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios			
Uso previsto del edificio o establecimiento	Tamaño del local o zona		
Uso del local o zona	S = superficie construida		
	V = volumen construido		
	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
En cualquier edificio o establecimiento:			
Cocinas según potencia instalada P	20 < P ≤ 30 kW	30 < P ≤ 50 kW	P > 50 kW
Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos	20 < P ≤ 100 m²	100 < P ≤ 200 m ²	S > 200 m ²
Residencial Vivienda	50 < P ≤ 100 m²	100 < P ≤ 500 m ²	S > 500 m ²
- Trasteros			
Residencial Público	P ≤ 20 m²	20 < P ≤ 100 m ²	S > 100 m ²
- Roperos y locales para la custodia de equipajes			
Pública Concurrencia		100 < V ≤ 200 m³	V > 200 m ³
- Taller o almacén de decorados, de vestuario, etc.			

*Comentarios: Por lo que respecta a este proyecto el riesgo es bajo y medio debido a la disgregación y la separación de volúmenes. Esto permite tener espacios acotados y reducidos que se asemejan más a una vivienda unifamiliar que a un bloque de viviendas. Los talleres y locales comerciales tienen un riesgo medio por considerarse de pública concurrencia.

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Si	Si
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI 45-C5	2 x EI 30-C5	2 x EI 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local	≤ 25m	≤ 25m	≤ 25m

En la Sección SI 2 *Propagación exterior* en el Apartado 1 *Medianerías y fachadas* se indica lo siguiente:

Con el fin de facilitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una escalera protegida o hacia un pasillo protegido desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada. En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente.

La clase de reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada que ocupen más del 10% de su superficie será, en función de la altura total de la fachada:

- D-s3, d0 en fachadas de altura hasta 10 m
- **C-s3, d0 en fachadas de altura hasta 18 m**
- **B-s3, d0 en fachadas de altura superior a 18 m**

*Los volúmenes A-D-E-G tendrán la clase B-s3 y los volúmenes B-C-D-F tendrán la clase C-s3.

Los sistemas de aislamiento situados en el interior de cámaras ventiladas deben tener al menos la siguiente clasificación de reacción al fuego en función de la altura total de la fachada:

- D-s3, d0 en fachadas de altura hasta 10 m
- **B-s3, d0 en fachadas de altura hasta 28 m**
- A2-s3, d0 en fachadas de altura superior a 28 m

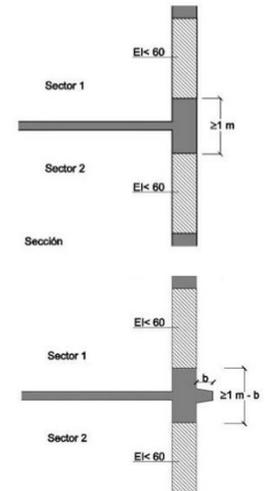


Imagen 22: Encuentro forjado-fachada. Imagen extraída del Documento DB-SI del Código Técnico de la Edificación.

En la sección SI 3 *Evacuación de ocupantes* en el Apartado 2 *Cálculo de la ocupación* indica lo siguiente:

A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

Tabla 2.1 Densidades de ocupación		
Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m²/persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	Ocupación nula
	Aseos de planta	3
Residencial Vivienda	Plantas de vivienda	20
Residencial Público	Zonas de Alojamiento	20
	Salones de uso múltiple	1
	Vestíbulos y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
Comercial	En establecimientos comerciales:	
	- Áreas de ventas en plantas de sótano, baja y entreplanta	2
	- Áreas de ventas en plantas diferentes de las anteriores	3
	En zonas comunes de centros comerciales:	
	- Mercados y galerías de alimentación	2
	- Plantas de sótano, baja y entreplanta o en cualquier otra con acceso desde el espacio exterior	3
- Plantas diferentes de las anteriores	5	
Pública Concurrencia	Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	1.5
	Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	10

·VOLUMEN A	CÓDIGO	PROGRAMA	ÁREA [m2]
	01	NÚCLEO	22.14
	02	BAÑO	8.61
	03	VESTÍBULO	12.57
	04	ESPACIO DE TRABAJO	71.44

PLANTA BAJA-SUPERFICIE TOTAL: 114.76

	11	COMEDOR	106.28
	12	BAÑO	7.06
	13	NÚCLEO	14.90
	14	LAVANDERÍA	38.96

PLANTA PRIMERA-SUPERFICIE TOTAL: 167.20

	32	HABITACIÓN INDIVIDUAL	14.18
	33	BAÑO	7.06
	34	NÚCLEO	14.78
	35	CIRCULACIONES	66.85
	36	HABITACIÓN INDIVIDUAL	14.18

PLANTA SEGUNDA-SUPERFICIE TOTAL: 117.06

	64	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.71
	65	HABITACIÓN INDIVIDUAL	12.32
	66	HABITACIÓN INDIVIDUAL	14.12
	67	HABITACIÓN INDIVIDUAL	14.49
	68	CIRCULACIONES	32.27
	69	NÚCLEO	22.80
	70	BAÑO	7.06

PLANTA TERCERA-SUPERFICIE TOTAL: 114.77

	103	CIRCULACIONES	36.17
	104	HABITACIÓN INDIVIDUAL	13.20
	105	BAÑO	6.95
	106	NÚCLEO	21.95
	107	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.83
	108	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.42
	109	HABITACIÓN INDIVIDUAL	13.09

PLANTA CUARTA-SUPERFICIE TOTAL: 113.61

	134	SALA DE INSTALACIONES	12.67
	135	CUBIERTA	84.52
	136	NÚCLEO	22.93

PLANTA QUINTA-SUPERFICIE TOTAL: 120.12

SUPERFICIE TOTAL: 747.51 m2 OCUPACIÓN: 113 personas

·VOLUMEN B	CÓDIGO	PROGRAMA	ÁREA [m2]
	05	TALLER	28.64
	06	ESPACIO DE TRABAJO	35.69

PLANTA BAJA-SUPERFICIE TOTAL: 64.33

	15	BAÑO	3.07
	16	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.37
	17	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.37
	18	COCINA	45.61
	19	CIRCULACIONES	9.54

PLANTA PRIMERA-SUPERFICIE TOTAL: 80.96

	37	BAÑO	2.82
	38	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.37
	39	CIRCULACIONES	31.07
	40	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.37
	41	CIRCULACIONES	9.54

PLANTA SEGUNDA-SUPERFICIE TOTAL: 66.18

SUPERFICIE TOTAL: 211.46 m2 OCUPACIÓN: 43 personas

·VOLUMEN C	CÓDIGO	PROGRAMA	ÁREA [m2]
	07	NÚCLEO	17.40

PLANTA BAJA-SUPERFICIE TOTAL: 17.40

	20	BAÑO	4.27
	21	NÚCLEO	20.33
	22	SALÓN-COMEDOR	30.43

PLANTA PRIMERA-SUPERFICIE TOTAL: 55.03

	42	BAÑO	4.21
	43	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.01
	44	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.01
	45	NÚCLEO	31.49

PLANTA SEGUNDA-SUPERFICIE TOTAL: 55.71

	71	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.92
	72	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.92
	73	NÚCLEO	36.96

PLANTA TERCERA-SUPERFICIE TOTAL: 58.80

SUPERFICIE TOTAL: 186.95 m2 OCUPACIÓN: 12 personas

·VOLUMEN D	CÓDIGO	PROGRAMA	ÁREA [m2]
	23	NÚCLEO	32.43
	PLANTA PRIMERA-SUPERFICIE TOTAL: 32.43		
	46	BAÑO	4.12
	47	CENTRO DE DÍA	40.86
	48	BAÑO	4.12
	49	CENTRO DE DÍA	40.86
	50	NÚCLEO	36.40
	PLANTA SEGUNDA-SUPERFICIE TOTAL: 126.35		
	74	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.94
	75	BAÑO	5.11
	76	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.49
	77	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.49
	78	BAÑO	5.11
	79	HABITACIÓN INDIVIDUAL	14.18
	80	COMEDOR	7.06
	81	NÚCLEO	14.78
	82	ESPACIO POLIVALENTE	66.85
	PLANTA TERCERA-SUPERFICIE TOTAL: 160.56		
	110	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.43
	111	BAÑO	5.10
	112	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.94
	113	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.94
	114	BAÑO	5.11
	115	ESPACIO POLIVALENTE	24.65
	116	ÁREA DE DESCANSO	20.34
	117	ESPACIO POLIVALENTE	42.10
	118	NÚCLEO	36.40
	119	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.83
	PLANTA CUARTA-SUPERFICIE TOTAL: 179.86		
	137	CUBIERTA	74.31
	138	NÚCLEO	36.17
	139	ESPACIO POLIVALENTE	13.20
	140	HABITACIÓN INDIVIDUAL	6.95
	141	BAÑO	21.95
	142	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.83
	PLANTA QUINTA-SUPERFICIE TOTAL: 160.36		
	137	CUBIERTA	74.31
	138	NÚCLEO	36.17
	139	ESPACIO POLIVALENTE	13.20
	140	HABITACIÓN INDIVIDUAL	6.95
	141	BAÑO	21.95
	142	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.83
	PLANTA QUINTA-SUPERFICIE TOTAL: 160.36		
	SUPERFICIE TOTAL: 659.55 m2 OCUPACIÓN: 69 personas		

·VOLUMEN E	CÓDIGO	PROGRAMA	ÁREA [m2]
	08	NÚCLEO	32.49
	PLANTA BAJA-SUPERFICIE TOTAL: 32.49		
	24	NÚCLEO	39.33
	25	BAR JAZZ	43.35
	26	BAÑO	2.77
	27	VESTÍBULO BAR JAZZ	6.62
	29	BAÑO	45.61
	29	ENTRADA BAÑO	9.54
	PLANTA PRIMERA-SUPERFICIE TOTAL: 97.86		
	51	SALA DE BAILE	39.30
	52	NÚCLEO	38.28
	PLANTA SEGUNDA-SUPERFICIE TOTAL: 88.58		
	83	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.60
	84	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.52
	85	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.60
	86	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.16
	87	ALMACÉN	6.01
	88	BAÑO	5.80
	89	BAÑO	1.91
	90	NÚCLEO	37.85
	91	CIRCULACIONES	23.23
	92	TERRAZA	26.43
	93	COMEDOR COCINA	15.98
	94	BAÑO	2.46
	95	BAÑO	1.90
	PLANTA TERCERA-SUPERFICIE TOTAL: 164.46		
	120	NÚCLEO	37.02
	121	BAÑO	6.54
	122	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.66
	123	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.67
	124	TERRAZA	68.30
	125	CIRCULACIONES	11.07
	126	COCINA	24.67
	PLANTA CUARTA-SUPERFICIE TOTAL: 168.94		
	143	CUBIERTA	96.32
	144	NÚCLEO	37.17
	PLANTA QUINTA-SUPERFICIE TOTAL: 133.49		
	SUPERFICIE TOTAL: 674.82 m2 OCUPACIÓN: 86 personas		

·VOLUMEN F	CÓDIGO	PROGRAMA	ÁREA [m2]
	09	TALLER	34.80
	PLANTA BAJA-SUPERFICIE TOTAL: 34.80		
	30	SALÓN COMEDOR COCINA	37.17
	PLANTA PRIMERA-SUPERFICIE TOTAL: 37.17		
	53	BAÑO	4.12
	54	CENTRO DE DÍA	40.86
	55	NÚCLEO	36.40
	56	CIRCULACIONES	13.98
	PLANTA SEGUNDA-SUPERFICIE TOTAL: 36.33		
	SUPERFICIE TOTAL: 108.30 m2 OCUPACIÓN: 21 personas		

·VOLUMEN G	CÓDIGO	PROGRAMA	ÁREA [m2]
	10	NÚCLEO	23.23
	PLANTA BAJA-SUPERFICIE TOTAL: 23.23		
	31	NÚCLEO	28.67
	PLANTA PRIMERA-SUPERFICIE TOTAL: 28.67		
	57	NÚCLEO	27.98
	58	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.82
	59	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.64
	60	BAÑO	7.23
	61	CIRCULACIONES	10.03
	62	COCINA	17.74
	63	COMEDOR	38.70
	PLANTA SEGUNDA-SUPERFICIE TOTAL: 77.58		
	96	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.37
	97	HABITACIÓN INDIVIDUAL	11.37
	98	CIRCULACIONES	23.43
	99	NÚCLEO	27.77
	100	TERRAZA	16.93
	101	BAÑO	8.89
	102	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.97
	PLANTA TERCERA-SUPERFICIE TOTAL: 164.46		
	127	NÚCLEO	23.23
	128	BAÑO	26.43
	129	HABITACIÓN INDIVIDUAL	15.98
	130	CIRCULACIONES	2.46
	131	TERRAZA	1.90
	132	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.48
	133	HABITACIÓN INDIVIDUAL	10.46
	PLANTA CUARTA-SUPERFICIE TOTAL: 109.55		
	SUPERFICIE TOTAL: 516.22 m2 OCUPACIÓN: 28 personas		

En la tabla 4.1 de la sección SI 3 del documento DB-SI se indica lo siguiente:

Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación

Tipo de elemento	Dimensionado	Resultado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200 \geq 0.80\text{m}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0.60 m, ni exceder de 1.23 m	Las puertas tienen una anchura total de 1.20 m
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1.00\text{m}$	Los pasillos y rampas del proyecto oscilan entre 1.00 m y 1.50 m de anchura
Escaleras no protegidas	$A \geq P / 160$	
Para evacuación descendente	$A \geq P / (160-10h)$	
Escaleras protegidas	$E \leq 3S + 160 A_s$	Las escaleras tienen una anchura de 1.20 m
Pasillos protegidos	$P \leq 3S + 200 A$	
En zonas al aire libre:		La anchura de los pasos en el exterior es de 1.50 m
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600$	
Escaleras	$A \geq P / 480$	

En la tabla 4.1 de la sección SI 3 del documento DB-SI se indica lo siguiente:

Tabla 4.2 Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura

Anchura de la escalera en m	Escalera no protegida		Escalera protegida (evacuación descendente o ascendente)					Cada planta más
	Evacuación ascendente	Evacuación descendente	Nº plantas					
			2	4	6	8	10	
1.00	132	160	224	288	352	416	480	+32
1.10	145	176	248	320	392	464	536	+36
1.20	158	192	274	356	438	520	602	+41
1.30	171	208	302	396	490	584	678	+47
1.40	184	224	328	432	536	640	744	+52
1.50	198	240	356	472	588	704	820	+58
1.60	211	256	384	512	640	768	896	+64
1.70	224	272	414	556	698	840	982	+71
1.80	237	288	442	596	750	904	1058	+77
1.90	250	304	472	640	808	976	1144	+84
2.00	264	320	504	688	872	1056	1240	+92
2.10	277	336	534	732	930	1128	1326	+99
2.20	290	352	566	780	994	1208	1422	+107
2.30	303	368	598	828	1058	1288	1518	+115
2.40	316	384	630	876	1122	1368	1614	+123

- **Número de ocupantes que pueden utilizar la escalera**

En la tabla 5.1 de la sección SI 3 del documento DB-SI se indica lo siguiente:

Los edificios de uso residencial, que tengan una altura superior a 14m deberán tener una escalera protegida para una evacuación descendente.

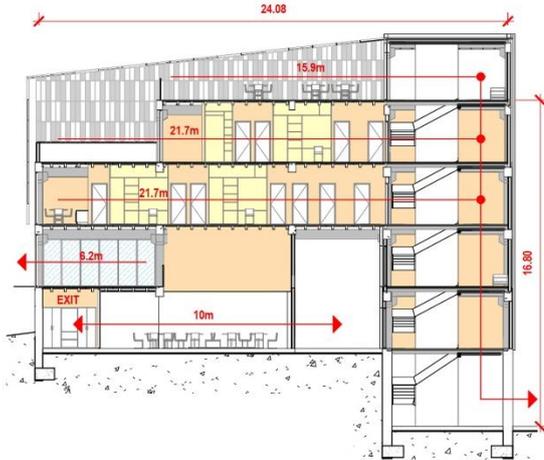
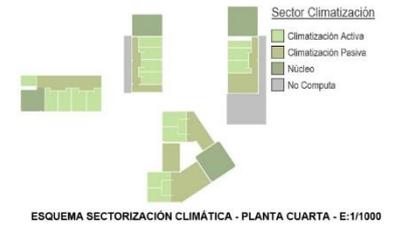
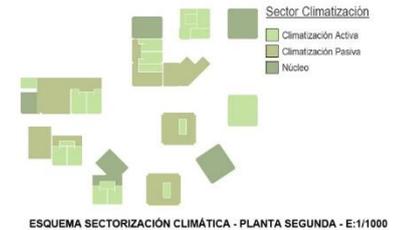
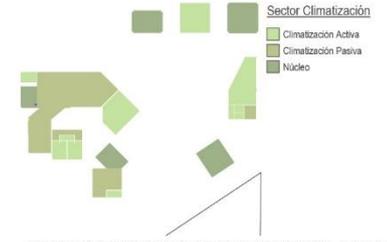
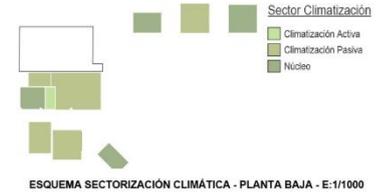
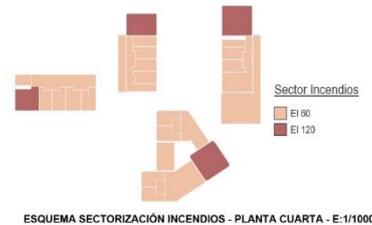
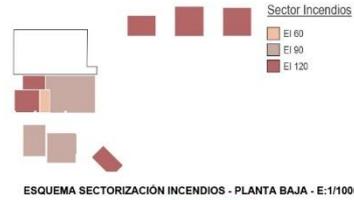


Imagen 23: Recorrido de evacuación. Sección Longitudinal del Volumen E



4.4.4.- SALUBRIDAD (DB-HS)

- **Protección frente a la humedad**

El muro flexorresistente tendrá un diseño que incluirá la impermeabilización de él mismo por la cara exterior. Según la tabla 2.2 *Condiciones de las soluciones del muro* en el apartado 2 *Diseño* se indica lo siguiente:

- I2: La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante o según lo establecido en I1.
- D1: Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto.
- D5: Debe disponerse una red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y del terreno que puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

Por otro lado, cuando el muro se impermeabilice por el exterior, la capa impermeabilizante se extenderá 15cm más por encima del nivel del suelo exterior.

- **Recogida y evacuación de residuos**

Cada edificio debe disponer de espacio para almacenar los residuos. Si el almacén se encuentra en el exterior del edificio no puede estar a más de 25 m.

- Cálculo de la superficie útil del almacén:

*Valores extraídos de la Tabla 2.1 *Factor de contenedor* en la Sección HS 2

+Volumen A

$$S= 0.8 \cdot 10 \cdot (\sum(5 \cdot 1.55 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 8.40 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 0.48 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4)) = 9m^2$$

+Volumen B

$$S= 0.8 \cdot 4 \cdot (\sum(5 \cdot 1.55 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 8.40 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 0.48 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4)) = 3.60 m^2$$

+Volumen C

$$S= 0.8 \cdot 4 \cdot (\sum(5 \cdot 1.55 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 8.40 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 0.48 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4)) = 3.60 m^2$$

+Volumen D

$$S= 0.8 \cdot 10 \cdot (\sum(5 \cdot 1.55 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 8.40 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 0.48 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4)) = 9m^2$$

+Volumen E

$$S= 0.8 \cdot 6 \cdot (\sum(5 \cdot 1.55 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 8.40 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 0.48 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4)) = 5.40 m^2$$

+Volumen F

$$S= 0.8 \cdot 5 \cdot (\sum(5 \cdot 1.55 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 8.40 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 0.48 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4)) = 4.50 m^2$$

+Volumen G

$$S= 0.8 \cdot 8 \cdot (\sum(5 \cdot 1.55 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 8.40 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 0.48 \cdot 0.0042 \cdot 4) + (5 \cdot 1.50 \cdot 0.0042 \cdot 4)) = 7.21 m^2$$

- **Calidad del aire interior**

En todos los locales habitables debe aportarse caudal de aire exterior suficiente. Tiene que ser suficiente caudal para eliminar los contaminantes. Esta condición se considera satisfecha con un caudal mínimo de 1.5l/s por local habitable.

En la tabla 2.1 *Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables* se toman los siguientes valores:

Caudal mínimo qv en l/s					
Tipo de vivienda	Locales secos			Locales húmedos	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores	Mínimo en total	Mínimo por local
0 ó 1 dormitorio	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

En la tabla 4.1 *Área efectiva de las aberturas de ventilación de un local en cm2* se toman los siguientes valores:

Aberturas de ventilación	Aberturas de admisión	4 · qv ó 4 · qva
	Aberturas de extracción	4 · qv ó 4 · qve
	Aberturas de paso	70 cm2 ó 8 · qvp
	Aberturas mixtas	8 · qv

Siendo:

- **qv**: caudal de ventilación mínimo exigido del local (l/s), obtenido de las tablas 2.1 o 2.2 o del cálculo realizado para cumplir la exigencia.
- **qva**: caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de admisión del local calculando por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales (l/s)
- **qve**: caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de extracción del local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales (l/s)
- **qvp**: caudal de ventilación correspondiente a cada abertura de paso del local calculado por un procedimiento de equilibrado de caudales de admisión y de extracción y con una hipótesis de circulación del aire según la distribución de los locales (l/s)

	Volumen A	Volumen B	Volumen C	Volumen D	Volumen E	Volumen F	Volumen G
4 · qv	4 · 90	4 · 32	4 · 42	4 · 150	4 · 88	4 · 24	4 · 94
TOTAL	360 l/s	128 l/s	168 l/s	600 l/s	352 l/s	96 l/s	376 l/s

*En las cocinas se considerará satisfecha la extracción de caudal si es de un mínimo de 50 l/s

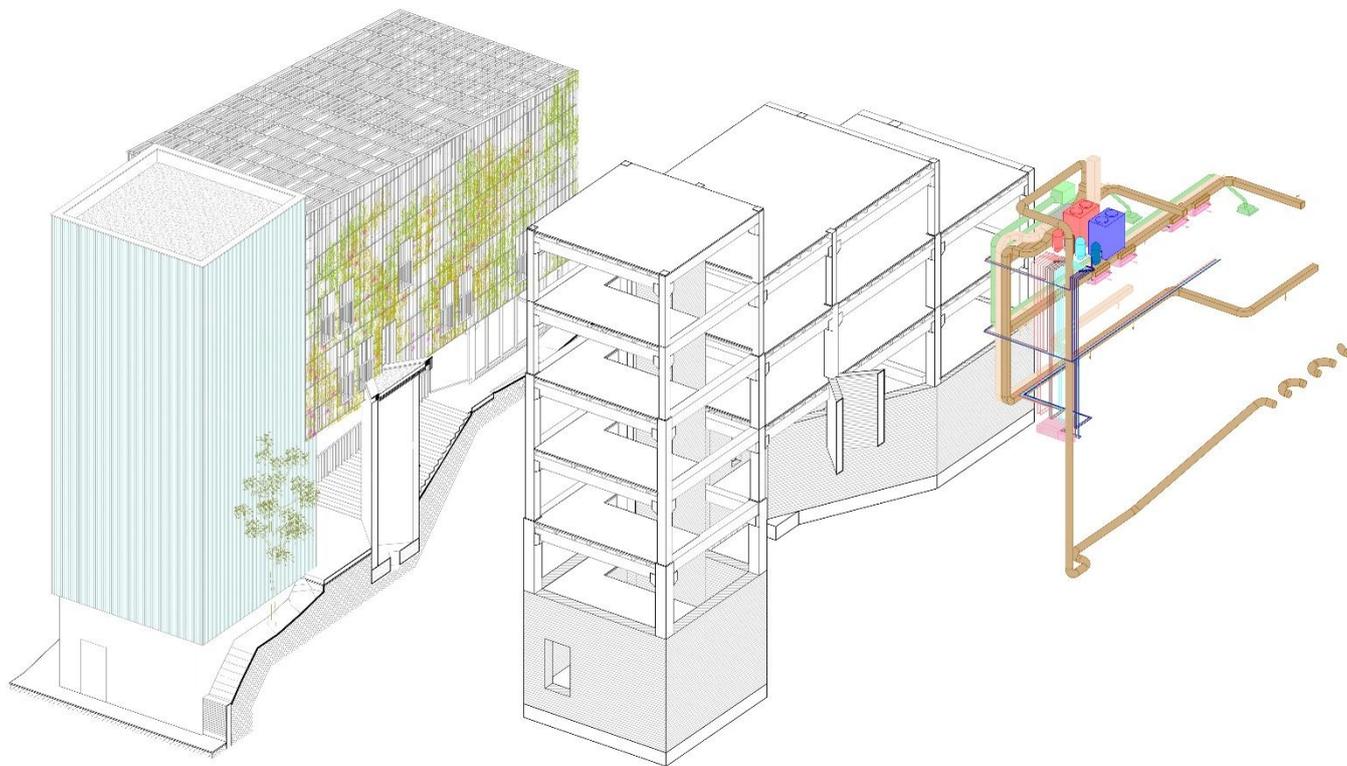


Imagen 24: Anatomía del proyecto. Documento generado por el autor

4.2.2 Conductos de extracción para ventilación mecánica

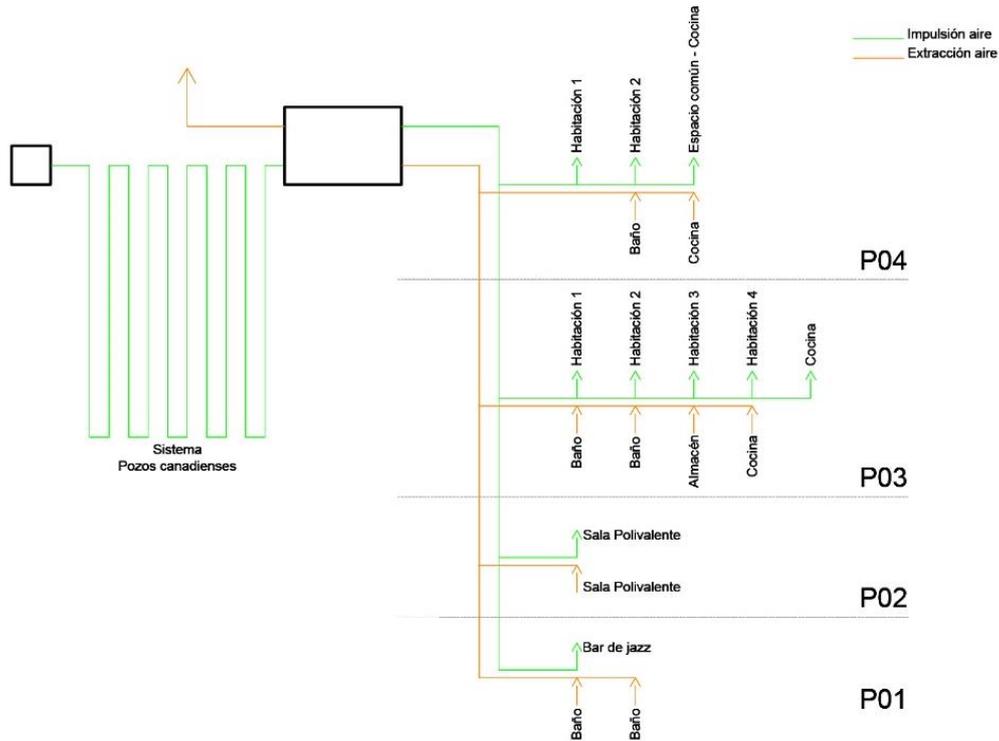
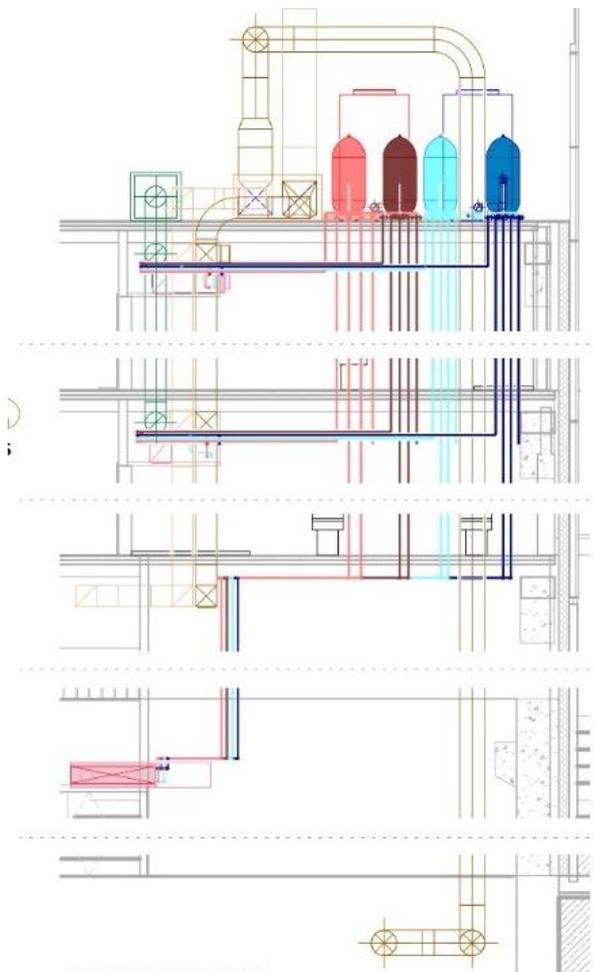


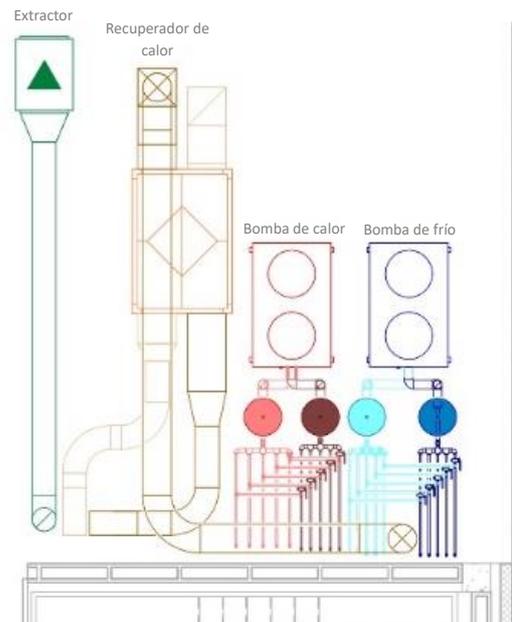
Imagen 25: Esquemas de ventilación y climatización. Pozos canadienses, recuperador de calor y un sistema de fancoils eficiente son las estrategias activas del proyecto. Documento generador por el autor.



Las instalaciones de cada uno de los volúmenes situarán las máquinas en cubierta distribuyendo sus conductos en cascada a lo largo del núcleo de comunicaciones vertical.

Para llegar a cada una de las estancias se ha diseñado un mueble que da servicio a todas ellas en forma de almacén, actividades y servicios climáticos, eléctricos y de ventilación. Las instalaciones pasan por un cajón horizontal.

Imagen 26: Sección Transversal. Cajón Vertical de las Instalaciones



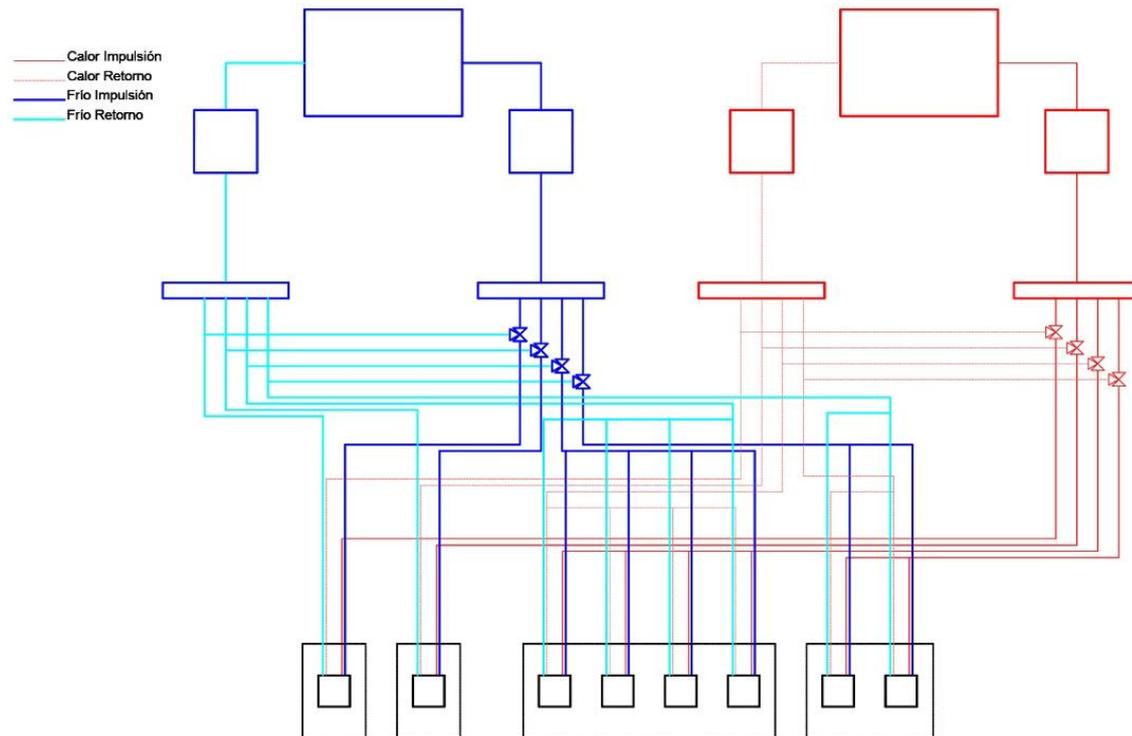


Imagen 27: Esquema Climático. Bomba de calor con Fancoils. Documento generado por el autor.

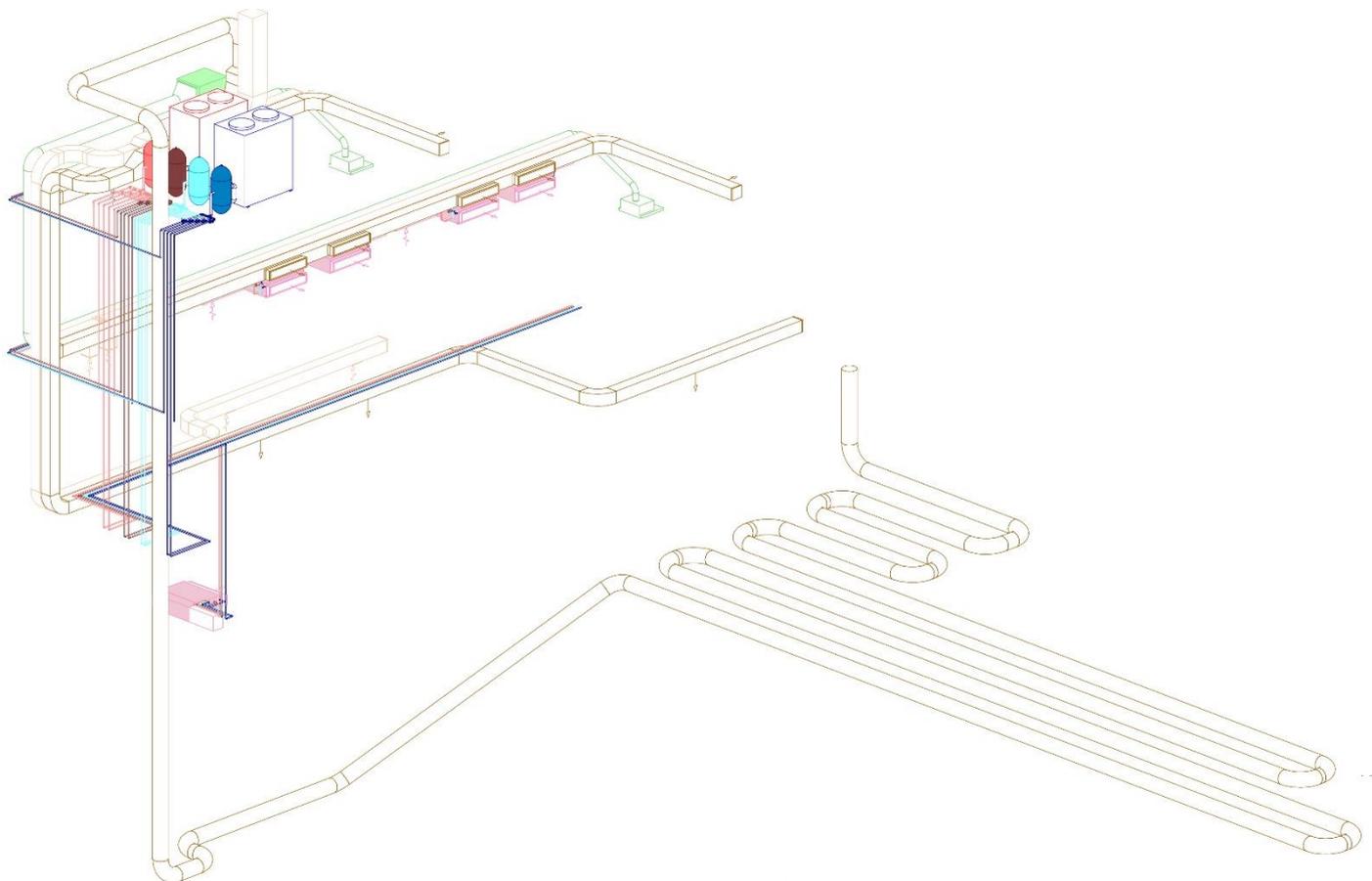


Imagen 28: Axonometría Esquema del funcionamiento y diseño de las instalaciones. Documento generado por el autor.

El proyecto cumplirá los caudales necesarios para el suministro y evacuación de aguas citados en el documento DB-HS Salubridad del Código Técnico de la Edificación.

4.4.5.- PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

El documento DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación pone en valor nuestra salud frente al ruido externo del edificio.

Una de los elementos para protegernos de este ruido es el aislamiento acústico que toma los valores de la tabla 2.1 *Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, D2m, nT,Atr, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, Ld.*

Ld dBA	Uso del edificio	
	Residencial y Hospitalario	
	Dormitorios	Estancias
$Ld \leq 60$	30	30
$60 \leq Ld \leq 65$	32	30
$65 \leq Ld \leq 70$	37	32
$70 \leq Ld \leq 75$	42	37
$Ld > 75$	47	42

En los recintos habitables la protección frente al ruido el índice global de reducción acústica de la tabiquería no será menor a 33 dBA.

Al tener unas instalaciones que pasan por un cajón horizontal que atraviesa cada una de las habitaciones se limitarán los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables del edificio a través de las sujeciones o puntos de contacto.

4.4.6.- AHORRO DE ENERGÍA

El documento DB-HE *Ahorro de Energía* del Código Técnico de la Edificación se desarrolla con mayor profundidad en el Documento **MEMORIA AMBIENTAL** donde se explica mediante esquemas, secciones, plantas, y volumetrías 3d las diferentes estrategias ambientales para ahorrar energía en el programa.

5.- ANEJOS

MEMORIA AMBIENTAL

Fichas Técnicas y Documentación Gráfica

MEMORIA AMBIENTAL: FICHAS TÉCNICAS Y DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

Máster Habilitante de Arquitectura, Línea de Emergencia Ambiental

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, ETSAB.

Proyecto Final de Carrera (PFC): **RINCONES**

Profesores:

- Jaume Valor
- Jaime Blanco
- Roger Méndez
- Cristian González
- Jorge Blasco
- Jordi Pagès
- Rafael García

Profesores de la Optativa “*Retrofitting: Arquitectura, Energía i Salut*”:

- Eva Crespo
- Còssima Cornadó
- Jordi Adell

*Profesores que me han ayudado en la elaboración de este documento que procede a continuación.

Estudiante:

- Jorge Bennassar Oliver

ÍNDICE

1.- REQUERIMIENTOS

- 1.1.- DB-HE Ahorro de Energía

2.- ESTRATEGIAS AMBIENTALES

- 2.1.- Preservación del terreno
- 2.2.- Espacios Intersticiales
- 2.3.- Filtro Solar
- 2.4.- Recogida de agua pluviales
- 2.5.- Inercia térmica
- 2.6.- Climatización, sistema box-in-box
- 2.7.- Minimizar la fachada norte

3.- CONTROL LUMÍNICO

4.- FICHAS TÉCNICAS

- 4.1.- Solución constructiva PEIKKO
- 4.2.- Solución de la fachada
- 4.3.- Solución pozos canadienses

1.- REQUERIMIENTOS

1.1.- DB-HE AHORRO DE ENERGÍA

En este documento se analizará el ahorro energético del proyecto. El Código Técnico de la Edificación dicta unos mínimos para incentivar el ahorro energético en la sociedad.

A continuación, se muestra el documento DB-HE Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación y sus indicaciones.

- **Zonas climáticas**

En la tabla a del Anejo B *Zonas climáticas* indica que Barcelona se sitúa en la **zona C2**.

- **Consideraciones para la definición de la envolvente térmica**

La envolvente térmica, según el Anejo C del documento DB-HE, se compone por los cerramientos y particiones interiores incluyendo sus puentes térmicos que delimitan todos los espacios habitables.

- **Condiciones operacionales y perfiles de uso**

El Anejo D indica unas temperaturas referencia, según estación y hora del año, para cálculos de la demanda energética. Se considera una temperatura en verano de 27 grados de media mientras que en invierno se considera 17 grados. Estos valores se consideran temperaturas aceptadas en los espacios interiores.

Tabla a-Anejo D. Condiciones operacionales de espacios acondicionados en uso residencial privado					
		Horario (semana tipo)			
		0:00-6:59	7:00-14:59	15:00-22:59	23:00-23:59
Temperatura de consigna alta (°C)	Enero a Mayo	-	-	-	-
	Junio a Septiembre	27	-	25	27
	Octubre a Diciembre	-	-	-	-
Temperatura de consigna baja (°C)	Enero a Mayo	17	20	20	17
	Junio a Septiembre	-	-	-	-
	Octubre a Diciembre	17	20	20	17

- Valores orientativos de transmitancia.

Para evitar pérdidas a nivel térmico en el edificio se aplicará los siguientes valores orientativos de Transmitancia térmica del elemento U [W/m²K].

Tabla a-Anejo E. Transmitancia térmica del elemento, U [W/m ² K]						
	Zona Climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior, U _m , U _s	0.56	0.50	0.38	0.29	0.27	0.23
Cubiertas en contacto con el aire exterior U _c	0.50	0.44	0.33	0.23	0.22	0.19
Elementos en contacto con espacios no habitables o con el terreno, U _t	0.80	0.80	0.69	0.48	0.48	0.48
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana), U _H	2.7	2.7	2.0	2.0	1.6	1.5

- Demanda de referencia de ACS

La demanda de referencia ACS según el Anejo F para un uso residencial privado será de 28 litros/día-persona a 60 grados.

Tabla a-Anejo F. Valores mínimos de ocupación de cálculo de uso residencial privado							
Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥ 6
Número de personas	1.5	3	4	5	6	6	7

Según la Tabla c- Anejo F Demanda orientativa de ACS para usos distintos del residencial privado, el uso residencial necesita 41 l/día-persona y cafeterías 1 l/día-persona.

2.- ESTRATEGIAS AMBIENTALES

2.1.- PRESERVACIÓN DEL TERRENO

El proyecto se sitúa en la montaña de Montjuïc, por lo que aprovechar el contexto físico en el que se encuentra la parcela es esencial para entender el encaje del proyecto. Preservar el terreno abarata los costes en la etapa de excavaciones además de que es posible aprovechar el terreno para generar inercia térmica y tener una temperatura más estable en los espacios colindantes con el terreno.

Muros serpenteantes que conjugan con el concepto del proyecto ayudan a generar estos rincones que facilitan el encuentro y relación más íntima de la comunidad. Estos muros sirven como guía en el recorrido por los caminos exteriores y como contenedores de espacios con temperaturas estables.

Mantener los muros preexistentes es fundamental para preservar la memoria de la ciudad. El muro del Carrer Margarit se mantendrá.

Gracias a la inercia térmica, espacios de pública concurrencia como son el bar o los talleres se verían beneficiados de esta temperatura. En invierno, con impulsar una cantidad reducida de calor en el interior podría mantener ese calor. En verano el espacio tendría una sensación de frescor.

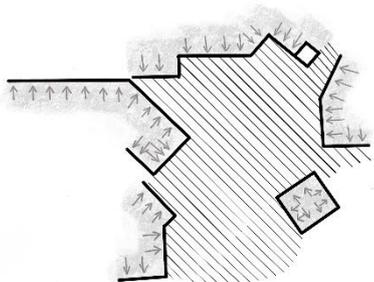


Imagen 30: Esquema de los muros de contención de tierras de la planta primera. Documento generado por el autor

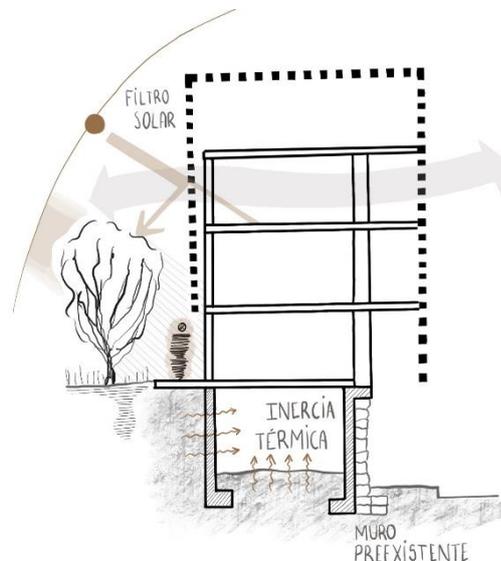


Imagen 29: Esquema del muro del volumen E en sección. Intención de apoyar el proyecto en el terreno para obtener inercia térmica y estabilizar la temperatura.

2.2.-ESPACIOS INTERSTICIALES

Actualmente estamos en un proceso de calentamiento de la Tierra. Los veranos son cada vez más largos y calurosos. En consecuencia, la arquitectura debe optar por estrategias que reduzcan la temperatura de una forma pasiva.

Los adarves o callejones, como se dicen en Yunquera, son una estrategia característica del urbanismo de Al-Ándalus. Caminos estrechos que rompen la manzana y llegan a diferentes patios que quedan ensombrecidos por la cercanía de las edificaciones.

En el caso de esta intervención se ha aplicado una rotura de la manzana a través de la disgregación de los volúmenes recuperando esta antigua estrategia. De esta manera los espacios exteriores internos dentro de la parcela quedan a la sombra bajando la temperatura del solar. Un solar que originalmente estaba expuesto a una gran radiación solar y que se mejora tras la colocación de volúmenes esbeltos y de una cierta altura.



Imagen 31: Proceso de partición interna de una manzana y la consiguiente formación de adarves. Croquis de Javier García – Bellido. Revista Artigrama num. 22, 2007. I.S.S.N.: 0213-1498

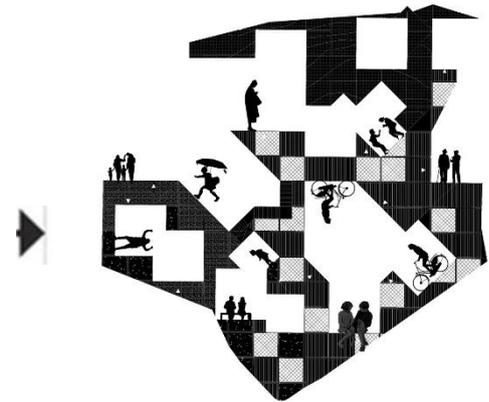


Imagen 32: Traducción e implantación de la estrategia y su formación de adarves en el proyecto. Documento generado por el autor.

La manzana se rompe a través de una matriz de 3.25m x 3.25m que permite una flexibilidad en la conformación de la estructura y diluye la sensación del dentro y fuera. Unos espacios capaces de ser reunión para actividades y reuniones.

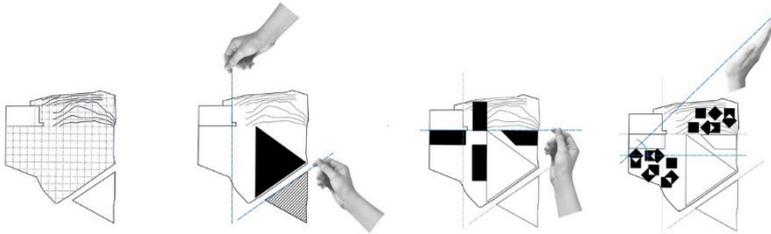


Imagen 33: Primeros encajes volumétricos del programa dentro de la parcela. Documento generado por el autor.

2.3.- FILTRO SOLAR

La fachada del proyecto debe satisfacer las necesidades de los usuarios durante las diferentes estaciones del año. Por lo tanto, el tiempo es una variable importante que tener en cuenta. Una fachada que pueda permitir la entrada de luz y radiación solar en invierno pero que proteja de los fuertes rayos en verano. En definitiva, la fachada debe ser una envolvente con profundidad espacial y una serie de capas que explicaré a continuación.

- Conformación de la fachada, de exterior a interior, en la zona de espacio común de las viviendas:
 - **Capa vegetal:** Muro cortina vertical con perfilera de aluminio blanca. Rejilla metálica enmarcada en la perfilera con un patrón de secuencia **ABBABBABAAB** que sirve de apoyo a la capa vegetal que pueda llegar a crecer a lo largo de la fachada.
 - **Espacio Terraza:** Un espacio que en invierno podrá ser utilizado como captador solar y en verano un espacio que podrá ser ampliación del pasillo. El pasillo queda diluido y cambia de uso. Un uso más social y de encuentro con los vecinos.
 - **Cerramientos:** No puedo pretender como arquitecto dejar a manos de una capa vegetal el trabajo y la responsabilidad de regular la temperatura del edificio. Agentes biológicos o el no cuidado de esta capa por parte de los usuarios puede dejar desprotegido al edificio. Es por ello por lo que existe una segunda capa en forma de persianas que protegen el espacio interior de la radiación solar y le da una protección térmica en invierno.
 - **Espacio Pasillo:** Este espacio servidor es un espacio buffer que en invierno proporciona calor al resto de espacios comunes gracias a sus grandes oberturas. Además, está equipado con un mobiliario que facilita la colonización de estos espacios. En verano, el espacio se agranda gracias a la posibilidad de abrir hacia la terraza.

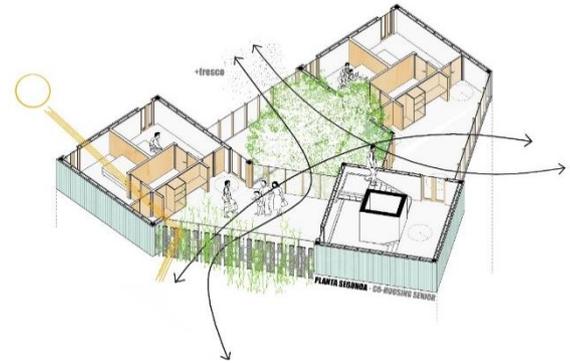


Imagen 34: Esquema climático del filtro solar y su ventilación natural. Imagen del cohousing senior. Documento generado por el autor

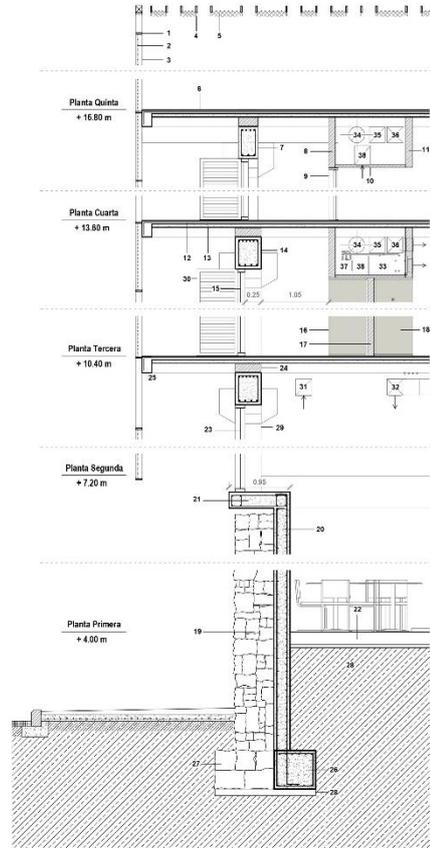


Imagen 35: Axonometría Seccionada Detalle
Sección Detalle de la Fachada Volumen E.
Documento generado por el autor.

- Conformación de la fachada, de exterior a interior, en los espacios dormitorios:

- **Capa Vegetal:** Muro cortina vertical con perflería de aluminio blanca. Rejilla metálica enmarcada en la perflería con un patrón de secuencia **ABBABBABAAB** que sirve de apoyo a la capa vegetal que pueda llegar a crecer a lo largo de la fachada.
- **Panel Sándwich:** Una envolvente prefabricada que facilita la puesta en obra. En su interior incluye un aislamiento térmico que cubre la estructura y evita puentes térmicos.
- **Entramado de madera:** Una última capa no estructural que contiene las aberturas y aislamiento acústico en su interior. Al ser de madera se reduce la huella ecológica. Servirá para facilitar el paso de instalaciones por su interior.
- **Estructura prefabricada de hormigón:** Una estructura que servirá de esqueleto y contenedor del programa. Tiene la intención de ser flexible a lo largo del tiempo y que su programa interno pueda cambiar si es necesario.

Imagen 36: Sección y alzado detalle de la fachada de los dormitorios con filtro solar vegetal. Documento generado por el autor



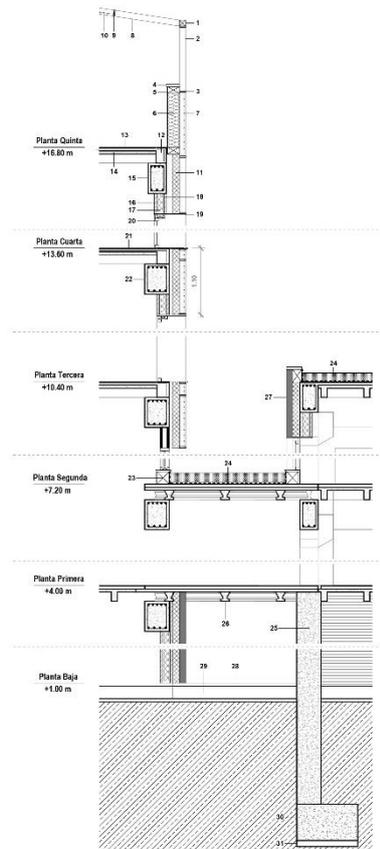
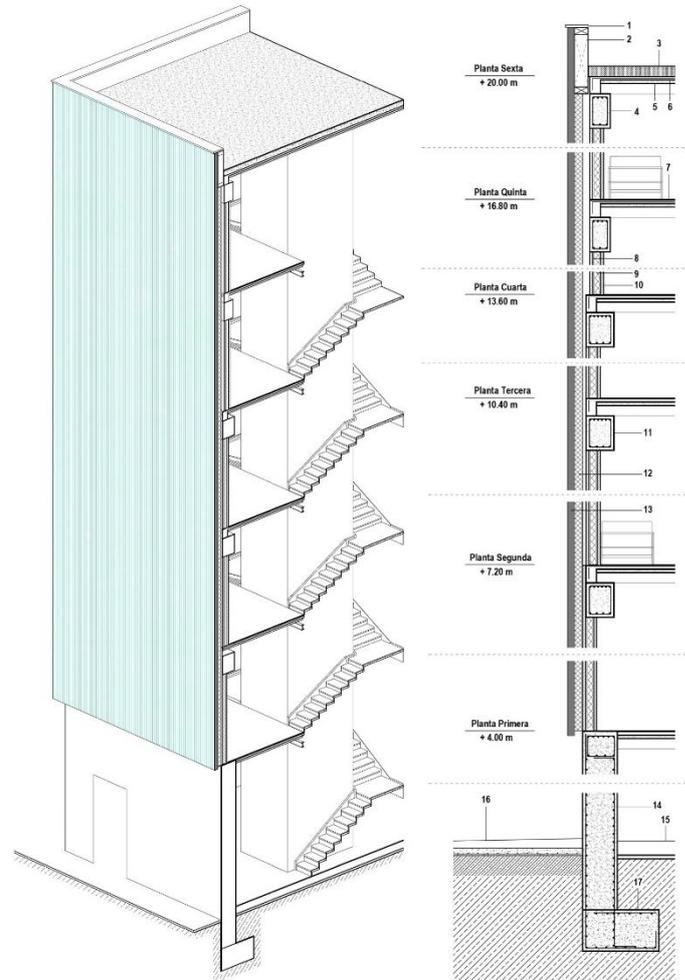


Imagen 37: Axonometría Seccionada Detalle
Sección detalle. Volumen A-B.
Documento generado por el autor.

- Conformación de la fachada, de exterior a interior, en los núcleos de comunicación y fachadas a norte:
 - **Panel Sándwich:** Una envolvente prefabricada que facilita la puesta en obra. En su interior incluye un aislamiento térmico que cubre la estructura y evita puentes térmicos. Se trata de una fachada mucho más opaca para proteger el proyecto de la cara norte maximizando la luz en las fachadas iluminadas.
 - **Entramado de madera:** Una última capa no estructural que contiene las oberturas y aislamiento acústico en su interior. Al ser de madera se reduce la huella ecológica. Servirá para facilitar el paso de instalaciones por su interior.
 - **Estructura prefabricada de hormigón:** Una estructura que servirá de esqueleto y contenedor del programa. Tiene la intención de ser flexible a lo largo del tiempo y que su programa interno pueda cambiar si es necesario.



2.4.- RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES

El proyecto se emplaza, como ya se ha dicho, en la cara norte de la montaña, por lo que el ambiente será húmedo. La humedad servirá para mantener la vegetación existente y la nueva en las diferentes cotas del proyecto.

Por otro lado, plantear el proyecto en diferentes cotas facilitará, en términos de pendiente, la distribución del agua sobre el área verde necesaria.

El proyecto es intergeneracional por lo que la diferencia en el uso de aguas grises (aguas procedentes de la ducha, del lavabo, etc) puede ser utilizado, después de filtrarse, en las zonas de riego.

2.5.- INERCIA TÉRMICA

El proyecto queda cobijado en planta baja por unos muros de contención. Gracias a ellos el terreno proporcionará estabilidad térmica. En invierno aguantará el calor proporcionado al espacio mediante climatización mecánica y en verano tendrá una sensación de frescor como si de una cueva se tratará. De la misma forma, aplicando refrigeración climática mecánica la inercia térmica del terreno podría ayudar a mantener la temperatura baja.



Imagen 39: Sección Longitudinal. El terreno toma un papel de gran valor. La estrategia de contener las tierras y preservar la forma del terreno existente genera la capacidad de tener inercia térmica en las plantas bajas del programa. Documento generado por el autor.

2.6.- CLIMATIZACIÓN SISTEMA BOX-IN-BOX



De la misma manera que las plantas bajas, las plantas superiores tiene su estrategia para climatizarse pasivamente. Los espacios comunes y pasillos colonizables gracias a sus grandes aberturas pueden recibir radiación solar directa e iluminación natural. Esta radiación calentaría los espacios comunes en invierno. En verano abriendo las aberturas y refrigerado por el filtro vegetal tendríamos un espacio agradable y fresco.

Por otro lado, para hacer el sistema de climatización mecánica más eficiente se aplicará exclusivamente a los espacios de los dormitorios. Espacios de un volumen pequeño que será rápido de climatizar. Sumado a un buen aislamiento térmico de las habitaciones se mantendrá la temperatura de manera eficiente a lo largo del tiempo.

Imagen 40: Planta y sección tipológica de la habitación. El proyecto utiliza el terreno para regular la temperatura entrante en el sistema de climatización a través de pozos canadienses. El sistema se dirige de forma lineal por unos cajones hasta los dormitorios. Climatizar espacios pequeños es más eficiente. Documento generado por el autor.

2.7.- MINIMIZAR LA FACHADA NORTE

En un intento de reorientar el proyecto a un ángulo con mayor iluminación natural se ha escogido la estrategia de minimizar la fachada norte. Los volúmenes se orientan, según el contexto en el que se encuentran, mirando a la montaña, es decir, a sur.

Con este gesto formal, el proyecto en su totalidad tiene una mayor iluminación natural y radiación solar.

Imagen 41: Axonometría detalle del jardín urbano. Muestra de la revitalización del Paseo Antiguo de Valencia





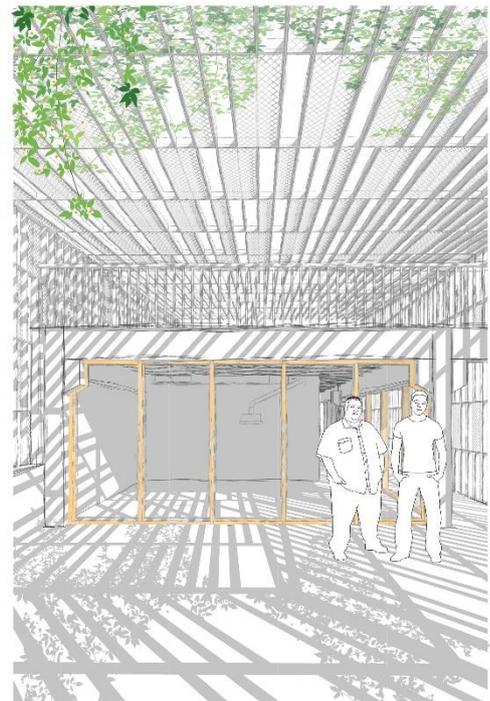
Imagen 42: Axonometría general del proyecto



Revitalización del Paseo Antiguo de Valencia
Ente rodeado de la universidad



Un día en el centro de día
Águla y Aina tomando aire fresco en el jardín urbana



La terraza como punto de encuentro
Iker y Oscar tomando aire fresco



El Jardín Urbano como lugar de encuentro



El Centro de Día, un espacio abierto y conectado con el exterior

3.- CONTROL LUMÍNICO

A través de la colocación precisa de los diferentes volúmenes a lo largo de la parcela se ha podido controlar la dirección de la luz solar y centrarla en los espacios que, como arquitecto, más me han interesado. Los espacios comunes exteriores han disminuido su impacto por la radiación solar a través de esta estrategia por lo que la temperatura de la parcela bajará.

Los volúmenes se han colocado mirando al sur buscando constantemente la luz solar para satisfacer las necesidades del programa. Dormitorios y salas comunes quedan iluminadas gracias a aumentar la altura del proyecto en los volúmenes A-E-G.

- Espacios exteriores (cantidad de horas de radiación solar directa)

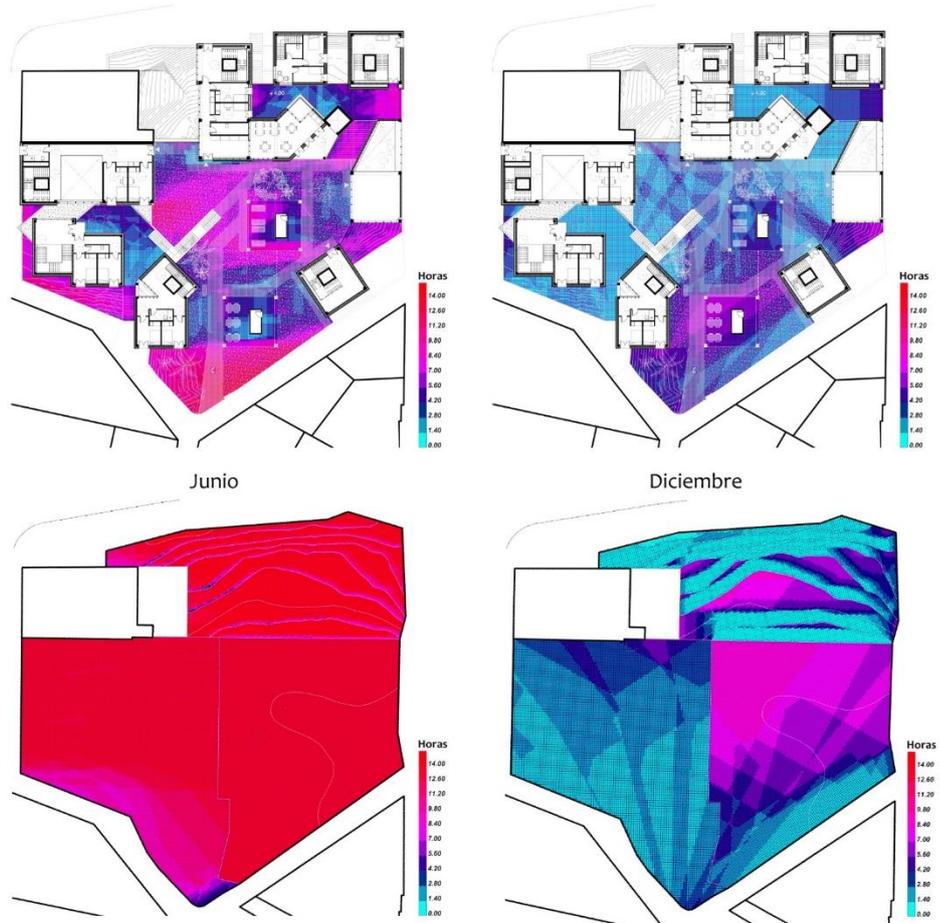
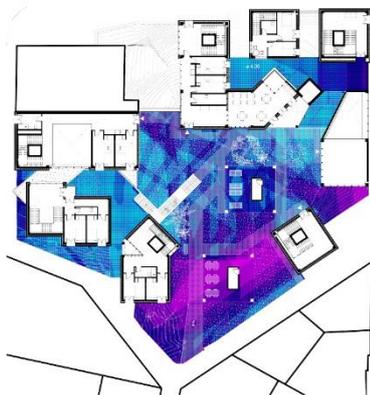


Imagen 43: Comparación lumínica de la parcela. Estado actual y Estado propuesta comparados en invierno y verano. Documento generado por el autor.



Enero



Febrero



Marzo



Abril



Mayo



Junio

Imagen 44: Análisis lumínico anual de la propuesta. Documento generado por el autor



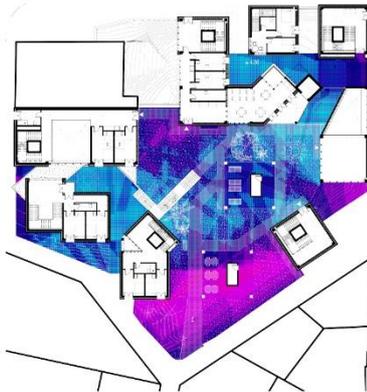
Julio



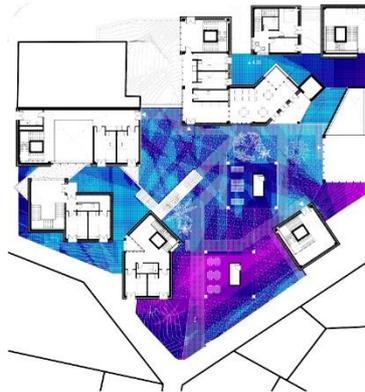
Agosto



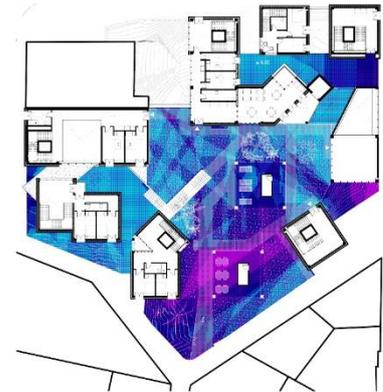
Septiembre



Octubre



Noviembre



Diciembre

Imagen 45: Análisis lumínico anual de la propuesta. Documento generado por el autor

Tras este análisis lumínico, realizado por el mismo autor y generado a través de Grasshopper de Rhinoceros 3d, se ha podido estudiar y analizar con precisión la dirección de la iluminación y cómo distribuirla a través de la parcela. A lo largo de los meses puede observarse que la luz queda ramificada y son rayos los que aparecen y desaparecen generando una atmósfera en el lugar.

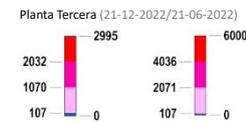
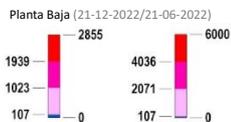
Además, gracias a este análisis se puede deducir donde colocar la vegetación para generar las sombras pertinentes o colocarlas donde haya más humedad para ahorrar en suministro de agua. La parcela con su propuesta puede verse con mayor detalle en el **Documento MEMORIA GRÁFICA**.

A continuación se procede a analizar el interior del proyecto a través de diagramas que expresan el nivel de iluminación o iluminancia [lux].

Invierno:



Verano:



4.- FICHAS TÉCNICAS

SOLUCIÓN AMBIENTAL: MATERIALES							
Denominación de la medida: Estructura prefabricada de hormigón			Denominación de la medida: Particiones interiores – Entramado de madera				
Categoría: Eficiencia en los recursos materiales		Criterio: La selección de una estructura prefabricada de hormigón se basa en la duración de él mismo como esqueleto formal del lugar.		Categoría: Reducción de la huella ecológica		Criterio: La selección de un material que reduzca las emisiones de CO2 de la obra es esencial para lograr reducir la huella ecológica. La madera será dicho material	
DESCRIPCIÓN							
Aplicación en el proyecto: El programa del proyecto requiere de espacios domésticos capaces de ser flexibles sin alterar la estructura primaria del proyecto. Gracias a la estructura prefabricada se obtiene una matriz que ordena la parcela y facilita la ejecución en obra.				Aplicación en el proyecto: El interior de cada uno de los volúmenes se dividirá a través de particiones ligeras. Dichos elementos verticales seguirán el sistema balloon-frame y serán las cajas que protegerán cada uno de los espacios.			
Beneficios: 1.- La creación de elementos estandarizados ayuda a tener una ejecución en obra más eficiente 2.- Rapidez en la ejecución en obra 3.- Reducción de residuos al considerarse una obra más limpia		Limitaciones: 1.- No existe flexibilidad en la geometría 2.- La estructura prefabricada suele ser isostática por lo que el proyecto recurre a PEIKKO para facilitar el empotramiento en las uniones y rigidizar la estructura.		Beneficios: 1.- Se consideran elementos ligeros que no serán problemáticos para la estructura portante 2.- Reducción de la huella ecológica		Limitaciones: 1.- La resistencia al fuego aumentará las secciones del material 2.- Los puntos de unión serán metálicos	
DOCUMENTACIÓN							
Documentos de la medida en cada fase del proyecto:				Documentos de la medida en cada fase del proyecto:			
							
Valoración económica según BEDEC Amortización de la medida: 452,90 € el pilar de H.P de 40x40cm 234,65 € la viga prefabricada de hormigón		Parámetros de evaluación del éxito de la medida: La evaluación del éxito se demuestra en la rapidez de el mismo. No se necesita de los 28 días de fraguado en obra.		Valoración económica según BEDEC Amortización de la medida: La rapidez en obra sin repercutir en la estructura primaria es la principal amortización.		Parámetros de evaluación del éxito de la medida: La reducción del impacto de la huella ecológica será el objetivo de esta medida	
CONCLUSIONES							
La ejecución en obra mediante elementos prefabricados será más eficiente y limpia, reduciendo los residuos de la obra y el tiempo de ejecución. La colocación de conexiones PEIKKO en la estructura ayudará a rigidizar las uniones mediante empotramientos estabilizando así la estructura.				EGOIN facilita soluciones que van acorde con los objetivos del proyecto. El entramado de madera será el contenedor de las actividades privadas. Un material sostenible y sin emisiones de CO2. Un elemento que se monta en la fábrica y viene preparado para el rápido ensamblaje y desmontaje.			

SOLUCIÓN AMBIENTAL: ENERGÍA

Denominación de la medida: Fachada como filtro solar		Denominación de la medida: Paneles Fotovoltaicos	
			
Categoría: Filtro Solar	Criterio: El aumento de las temperaturas es la causa de una búsqueda de una solución de fachada que regule de forma pasiva la temperatura interior del edificio	Categoría: Obtención de energía	Criterio: Los paneles fotovoltaicos son una buena herramienta para ahorrar energía y proporcionar energía a la ciudad.

DESCRIPCIÓN

Aplicación en el proyecto: Esta tipología de fachada (referencia: <i>Ciudad de la Justicia de Córdoba</i>) se utiliza en las zonas comunes y pasillos que recorren las diferentes plantas del proyecto. De esta manera se reduce la temperatura interior gracias a la colocación de una capa vegetal sobre ella.		Aplicación en el proyecto: Actualmente no debemos desaprovechar la oportunidad de utilizar las cubiertas para generar un beneficio para los usuarios y el barrio. Las cubiertas de los volúmenes A-E-G estarían dotadas de paneles fotovoltaicos hechos a medida con NOUSOL.	
Beneficios: 1.- Reducción de la demanda energética 2.- Reducción de la temperatura interior del edificio 3.- Reducción de residuos al considerarse una obra más limpia	Limitaciones: 1.- No existe flexibilidad en la geometría 2.- La estructura prefabricada suele ser isostática por lo que el proyecto recurre a PEIKKO para facilitar el empotramiento en las uniones y rigidizar la estructura.	Beneficios: 1.- Aporte energético a la comunidad y el barrio 2.- Aprovechamiento de la cubierta	Limitaciones: 1.- Coste inicial de la instalación elevado 2.- La obtención de esta energía no es constante durante el año.

DOCUMENTACIÓN

Documentos de la medida en cada fase del proyecto: 		Documentos de la medida en cada fase del proyecto: 	
--	---	---	---

Valoración económica según BEDEC Amortización de la medida: 116,32€ m ²	Parámetros de evaluación del éxito de la medida: La evaluación del éxito se demuestra en la reducción de la demanda energética del edificio.	Valoración económica según BEDEC Amortización de la medida: Aun siendo una instalación costosa, a la larga, el retorno económico es mayor.	Parámetros de evaluación del éxito de la medida: La evaluación del éxito se demuestra en el aporte energético positivo hacia el barrio.
--	---	--	--

CONCLUSIONES

La ejecución en obra mediante elementos prefabricados será más eficiente y limpia, reduciendo los residuos de la obra y el tiempo de ejecución. La colocación de conexiones PEIKKO en la estructura ayudará a rigidizar las uniones mediante empotramientos estabilizando así la estructura.	Aprovechar las cubiertas de manera eficiente puede influir en el desarrollo positivo del solar. Incorporando paneles fotovoltaicos en las cubiertas más altas aporta una cantidad extra de energía que puede ser aprovechado por los usuarios de la parcela o del barrio.
--	---

SOLUCIÓN AMBIENTAL: AGUA

Denominación de la medida:

Cubierta vegetal

projar

Denominación de la medida:

Depósito de aguas grises

Roth

Categoría:

Mitigación del efecto de isla de calor

Criterio:

La cubierta vegetal protegerá los volúmenes de las altas temperaturas y se regará con agua pluvial y de la reutilización de las aguas grises.

Categoría:

Aprovechamiento del agua gris de las duchas y fregaderos.

Criterio:

El agua es un bien que escasea, teniendo en cuenta que cada vez hay más sequías. Debemos aprovechar ciertas estrategias que ayuden a reutilizar el agua.

DESCRIPCIÓN

Aplicación en el proyecto:

El proyecto se sitúa en la ladera de una montaña por lo que en la parcela existía vegetación. Para no reducir la huella vegetal del proyecto los volúmenes B-C-F tienen una cubierta vegetal para ser amables en la visual de los volúmenes más altos del proyecto. Además de estabilizar la temperatura del lugar.

Aplicación en el proyecto:

El programa del proyecto se compone de unos usuarios intergeneracionales. Las personas más jóvenes tienden a ducharse más veces que las personas mayores. De esta manera el agua filtrada en estos depósitos puede ser utilizada en la cisterna de los inodoros del cohousing senior. Por otro lado, puede ser utilizada para regar los espacios verdes del proyecto.

Beneficios:

- 1.- Visual amable para los volúmenes más altos
- 2.- Ampliación de la zona verde en diferentes alturas
- 3.- Mitigación del efecto isla de calor

Limitaciones:

- 1.- Mantenimiento alto
- 2.- Puede haber infiltraciones de humedad si no se ejecuta correctamente

Beneficios:

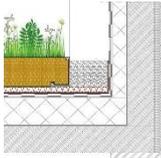
- 1.- Aprovechamiento del agua
- 2.- Ahorro en el suministro de agua

Limitaciones:

- 1.- Necesidad de un mayor espacio para colocar los depósitos.

DOCUMENTACIÓN

Documentos de la medida en cada fase del proyecto:



Documentos de la medida en cada fase del proyecto:



Valoración económica según BEDEC

Amortización de la medida:

139,75 €/m². Debe tenerse en cuenta también el mantenimiento anual.

Parámetros de evaluación del éxito de la medida:

La reducción de la temperatura del lugar y las sensaciones visuales de los usuarios que vivan allí serán el parámetro que evaluará el éxito de esta medida.

Valoración económica según BEDEC

Amortización de la medida:

Presenta un aprovechamiento del agua por lo que a la larga el beneficio económico es mayor

Parámetros de evaluación del éxito de la medida:

La reducción del suministro de agua

CONCLUSIONES

La diversidad de cubiertas en diferentes alturas y, que algunas de ellas sean vegetales, influenciará en la sensación de seguir estando en una montaña y alejarnos de la idea de manzana urbana. Esta medida mitigará el efecto de la isla de calor y mantendrá la superficie verde preexistente.

Es beneficioso a la larga para los usuarios de este proyecto utilizar este sistema de aprovechamiento del agua. Gracias a él se podrán reutilizar el agua para regar los distintos espacios verdes y utilizar el agua restante para los inodoros. Es decir, el agua pasa a tener una segunda vida antes de finalizar su ciclo.

SOLUCIÓN AMBIENTAL: CALIDAD AMBIENTE INTERIOR

Denominación de la medida:

Climatización activa mediante recuperador de calor



Denominación de la medida:

Pozos canadienses



Categoría:

Sistema box-in-box

Criterio:

La climatización activa utilizada de forma eficiente gracias al sistema box-in-box puede ayudar a tener un confort térmico en las salas específicas.

Categoría:

Aprovechamiento de la energía de la tierra

Criterio:

La parcela se sitúa en una montaña por lo que el terreno tiene grandes capacidades energéticas.

DESCRIPCIÓN

Aplicación en el proyecto:

Para conseguir una climatización activa más controlada y precisa, el proyecto se ha apoyado en el sistema box-in-box. El esqueleto de hormigón contiene dentro unas cajas de madera con un programa más privado como son las habitaciones. Estas estancias serán las climatizadas.

Aplicación en el proyecto:

El terreno donde se sitúa el cohousing senior y sus alrededores serán la ubicación de la distribución de las tuberías. Estas tuberías llevarán el aire que, gracias a la transferencia de temperatura entre la tierra y la tubería se incorporará al aire y será impulsado hacia las estancias interiores.

Beneficios:

- 1.- Confort térmico dentro de la estancia
- 2.- Eficiencia energética ya que se aprovecha el calor del aire extraído de la sala

Limitaciones:

- 1.- Prever el espacio necesario para la máquina
- 2.- Coste económico y energético adicional

Beneficios:

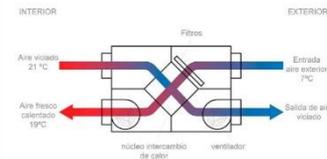
- 1.- Aprovechamiento de la energía de la tierra para ventilar.
- 2.- Instalación no complicada ni invasiva.

Limitaciones:

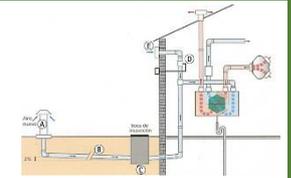
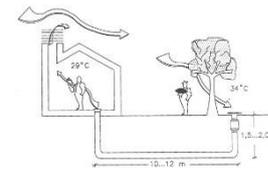
- 1.- Análisis previo del terreno y saber si existe la presencia de gas radón en el entorno.

DOCUMENTACIÓN

Documentos de la medida en cada fase del proyecto:



Documentos de la medida en cada fase del proyecto:



Valoración económica según BEDEC

Amortización de la medida:

Ahorro energético aprovechando la temperatura de la propia sala

Parámetros de evaluación del éxito de la medida:

La reducción de la demanda energética general del edificio será la muestra del éxito de esta medida.

Valoración económica según BEDEC

Amortización de la medida:

La instalación de esta medida no es costosa. El beneficio energético a la larga es mayor.

Parámetros de evaluación del éxito de la medida:

La reducción de la demanda energética gracias a la impulsión de aire del exterior previamente tratado de forma pasiva será el caso de éxito.

CONCLUSIONES

Durante las distintas estaciones de año no podemos pretender que las estrategias pasivas hagan todo el trabajo climático del edificio. Dichas estrategias serán de gran ayuda para reducir la demanda energética, pero para establecer un confort térmico dentro de una sala será necesario aplicar una climatización activa eficiente.

Esta medida reducirá la demanda de energía climática activa. Gracias a la energía de la tierra se puede hacer un intercambio de calor y proporcionar esta temperatura en el interior de las salas.

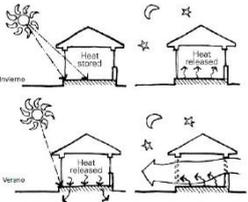
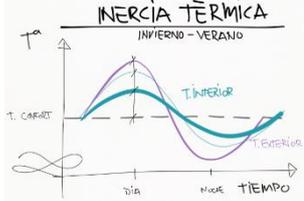
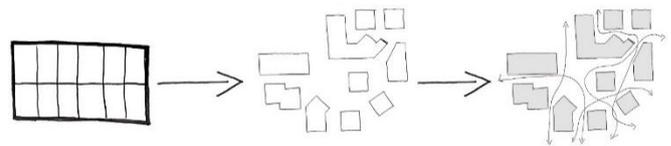
SOLUCIÓN AMBIENTAL: ADAPTACIÓN CAMBIO CLIMÁTICO

Denominación de la medida: Muros de Contención de tierras		Denominación de la medida: Disgregación de los volúmenes	
Categoría: Aprovechamiento de la energía de la tierra	Criterio: El clima, actualmente, es cambiante y extremo. El proyecto se cobija en el terreno a través de estos muros de contención	Categoría: Mitigación del efecto isla de calor	Criterio: Disgregar el programa en varios volúmenes crea la posibilidad generar espacios verdes alrededor de ellos.

DESCRIPCIÓN

Aplicación en el proyecto: Las plantas bajas estarán cobijadas por muros de contención que favorecerán la inercia térmica del edificio. De esta manera se podrá estabilizar, en cierta manera, la temperatura general del edificio.		Aplicación en el proyecto: Los volúmenes se reparten a través de una parcela orientados a sur para obtener la máxima iluminación natural. Alrededor de estos volúmenes se reparte la vegetación caduca para mitigar el efecto de la isla de calor.	
Beneficios: 1.- Aprovechamiento de la energía de la tierra gracias a la inercia térmica 2.- Base estructural del edificio	Limitaciones: 1.- Se deberá hacer un análisis estructural para contener las tierras y ver si es viable con el tipo de terreno existente.	Beneficios: 1.- Mitigar el efecto isla de calor 2.- Espacios intersticiales de encuentro	Limitaciones: 1.- Habrá ciertos programas del proyecto duplicados.

DOCUMENTACIÓN

Documentos de la medida en cada fase del proyecto:		Documentos de la medida en cada fase del proyecto:	
			

Valoración económica según BEDEC Amortización de la medida: Esta medida no computa. La geometría del proyecto no abaratará o encarecerá los costes iniciales. La inercia térmica reducirá la demanda energética.	Parámetros de evaluación del éxito de la medida: La estabilización de la temperatura en las plantas bajas de los diferentes volúmenes.	Valoración económica según BEDEC Amortización de la medida: Esta medida no computa. La geometría del proyecto es una estrategia.	Parámetros de evaluación del éxito de la medida: La reducción de la temperatura de la parcela será clave en el éxito de esta medida.
--	---	--	--

CONCLUSIONES

Esta medida reducirá la demanda de energía climática activa. Gracias a la energía de la tierra se puede hacer un intercambio de calor y proporcionar esta temperatura en el interior de las salas.	La disgregación del proyecto favorece a la integración del programa dentro de la trama urbana. Además, esta medida se beneficia de la generación de espacios intersticiales para ventilar y tener espacios verdes en su interior. Se reduce el efecto de isla de calor.
--	---

5.- ANEJOS

MEMORIA CONSTRUCTIVA

Análisis Estructural y Constructivo

ANÁLISIS ESTRUCTURAL: DOCUMENTACIÓN Y CÁLCULO

Máster Habilitante de Arquitectura, Línea de Emergencia Ambiental

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, ETSAB.

Proyecto Final de Carrera (PFC): **RINCONES**

Profesores:

- Jaume Valor
- Jaime Blanco
- Roger Méndez
- Cristian González
- Jorge Blasco
- Jordi Pagès
- Rafael García

Estudiante:

- Jorge Bennassar Oliver

ÍNDICE:

1.- Predimensionado del Forjado y la Jácena

1.1.-Predimensionado del forjado de planta tipo, baja y cubierta

- 1.1.1.-Planta Tipo
- 1.1.2.-Planta Baja
- 1.1.3.-Planta Tercera

1.2.-Predimensionado de la jácena de la Planta Tipo

- 1.2.1.- Cargas Permanentes
- 1.2.2.- Momentos de empotramiento perfecto
- 1.2.3.-Momentos de desequilibrio
- 1.2.4.-Predimensionado de la sección
- 1.2.5.-Predimensionado a deformación
- 1.2.6.-Predimensionado de la sección de acero

1.3.-Predimensionado de la jácena de la Planta Baja

- 1.3.1.- Cargas Permanentes
- 1.3.2.- Momentos de empotramiento perfecto
- 1.3.3.- Momentos de desequilibrio
- 1.3.4.- Predimensionado de la sección
- 1.3.5.- Predimensionado a deformación
- 1.3.6.- Predimensionado de la sección de acero

1.4.-Predimensionado de la jácena de la Planta Cubierta

- 1.4.1.- Cargas Permanentes
- 1.4.2.- Momentos de empotramiento perfecto
- 1.4.3.- Momentos de desequilibrio
- 1.4.4.- Predimensionado de la sección
- 1.4.5.- Predimensionado a deformación
- 1.4.6.- Predimensionado de la sección de acero

2.- Predimensionado de los Pilares

2.1.-Pilar I-17

2.2.-Presión estática del viento

2.3.-Fuerza del viento

2.4.-Momento del viento

2.5.-Pilar I-17 → Planta Primera

- 2.5.1.- Momento Gravitatorio

- 2.5.2.- Predimensionado del Axil
- 2.5.3.- Predimensionado por momento (momento total)

2.6.-Pilar I-17 → Planta Segunda

- 2.6.1.- Momento Gravitatorio
- 2.6.2.- Predimensionado del Axil
- 2.6.3.- Predimensionado por momento (momento total)

2.7.-Pilar I-17 → Planta Tercera

- 2.7.1.- Momento Gravitatorio
- 2.7.2.- Predimensionado del Axil
- 2.7.3.- Predimensionado por momento (momento total)

2.8.-Pilar I-17 → Planta Cuarta

- 2.8.1.- Momento Gravitatorio
- 2.8.2.- Predimensionado del Axil
- 2.8.3.- Predimensionado por momento (momento total)

3.- Análisis Informático de Estructura de Barras Planas (WINEVA)

3.1.- Acciones y Reacciones del forjado sobre la jácena

3.2.- Esquema acotado del pórtico

3.3.- Esquema de los axiles del pórtico del Volumen E

3.4.- Esquema de los cortantes del pórtico del Volumen E

3.5.- Esquema de los momentos del pórtico del Volumen E

3.6.- Esquema de las deformaciones del pórtico del Volumen E

3.7.- Esquema de las tensiones del pórtico del Volumen E

4.- Comprobaciones de resultados

5.- Secciones definitivas del pórtico del Volumen E

6.- Armadura del Forjado

6.1.- Cálculo de la armadura de Reparto

6.2.- Longitudes de armadura

7.- Armadura de las Jácenas

7.1.- Cálculo de la armadura longitudinal de la jácena de la Planta Tercera

- 7.1.1.- Cálculo de la armadura en negativo
- 7.1.2.- Cálculo de la armadura en positivo
- 7.1.3.- Cálculo despiece armado longitudinal
- 7.1.4.- Cálculo de la armadura de anclaje

- 7.1.5.- Matricula del forjado

7.2.- Cálculo de la armadura transversal de la jácena de la Planta Tercera

- 7.2.1.- Comprobación que el hormigón soporta las fuerzas de compresión
- 7.2.2.- Cortante que absorbe el hormigón
- 7.2.3.- Cálculo Estribado mínimo
- 7.2.4.- Contribución del acero
 - Tramo PN-17/PL-17
 - Tramo PL-17/PK-17
 - Tramo PK-17/PI-17
 - Tramo PI-17/PG-17

8.- Geotécnico

8.1.- Características Geológicas

8.2.- Características Geotécnicas

8.3.- Nivel Freático

8.4.- Recomendación Final

9.- Bajada de Cargas

9.1.- Predimensionado zapata a partir del axial del pilar

9.2.- Comprobación E.L.U.

9.3.- Comprobación E.L.S.

9.4.- Cálculo del armado de la zapata

10.- Diseño y Armado del muro de contención

10.1.- Cálculo del axial por metro lineal de muro

10.2.- Determinación de la dimensión de la zapata del muro de contención

10.3.- Determinación de fuerzas y momentos estabilizantes y excentricidades generadas en la base

10.4.- Determinación de los empujes de tierras (fuerzas desestabilizantes) que actúan sobre el muro

10.5.- Cálculo de las fuerzas generadas a viga y forjado por tal de equilibrar la excentricidad generada.

10.6.- Armado del muro

11.- Documentación Gráfica

1.-PREDIMENSIONADO DEL FORJADO Y LA JÁCENA

1.1.-PREDIMENSIONADO DEL CANTO DE FORJADO DE PLANTA TIPO – BAJA Y CUBIERTA

$$h = \delta 1 \cdot \delta 2 \cdot L/C$$

$$\delta 1 = \sqrt{q/7} \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\delta 2 = \sqrt[3]{L/6} \text{ (m)}$$

q= carga total

L= Luz más desfavorable

C = Coeficiente (tabla 50.2.2.1b)

1.1.1.-PLANTA TIPO

1ª Aproximación

$$\delta 1 \cdot \delta 2 = 1 \rightarrow h=L/C$$

L = 6.20m; C= 26 (tramo INTERIOR)

h_{mín}= L/C h = 6.2m / 26 h= 0.2384 m

L = 6.80m; C= 23 (tramo EXTREMO)

h_{mín}= L/C h = 6.8m / 23 h= 0.3 m

Peso Propio= h_{mín} · 1.1= 0.3 · 1.1 =

3.30 kN/m²

$$h \text{ final} = \delta 1 \cdot \delta 2 \cdot L/C$$

$$\delta 1 = \sqrt{8.3/7} = 1.08 \text{ kN/m}^2$$

L= 6.80m

C= 23

q= 8.30 kN/m²

2ª Aproximación

(Comprobación del Canto de Forjado)

ESTADO DE LAS CARGAS SUPERFICIALES

CARGAS PERMANENTES

PESO PROPIO FORJADO **3.30 kN/m²**

-Forjado Unidireccional 30+5cm

-Intereje 70 cm

-Losa Nervada + Capa de compresión en seco

PESO PAVIMENTO **1 kN/m²**

Baldosa cerámica de 0.012 m de espesor

TABIQUES **1 kN/m²**

Entramado de madera de 100mm de espesor

Revestimiento de yeso

TOTAL = 8.30 kN/m²

$$\delta 2 = \sqrt[3]{6.80/6} = 1.015\text{m}$$

1.1.2.-PLANTA BAJA

1ª Aproximación

$$\delta 1 \cdot \delta 2 = 1 \rightarrow h=L/C$$

L = 6.20m; C= 26 (tramo INTERIOR)

h_{mín}= L/C h = 6.2m / 26 h= 0.2384 m

L = 6.80m; C= 23 (tramo EXTREMO)

h_{mín}= L/C h = 6.8m / 23 h= 0.3 m

Peso Propio= h_{mín} · 1.1= 0.3 · 1.1 = **3.30**

kN/m²

$$h \text{ final} = \delta 1 \cdot \delta 2 \cdot L/C$$

$$\delta 1 = \sqrt{10.3/7} = 1.21 \text{ kN/m}^2$$

$$\delta 2 = \sqrt[3]{6.80/6} = 1.015\text{m}$$

$$h \text{ final} = 1.21 \cdot 1.015 \cdot 6.80/23 = 0.363\text{m}$$

2ª Aproximación

(Comprobación del Canto de Forjado)

ESTADO DE LAS CARGAS SUPERFICIALES

CARGAS PERMANENTES

PESO PROPIO FORJADO **3.30 kN/m²**

-Forjado Unidireccional 30+5cm

-Intereje 70 cm

-Losa Nervada + Capa de compresión en seco

PESO PAVIMENTO **1 kN/m²**

Baldosa cerámica de 0.012 m de espesor

TABIQUES **1 kN/m²**

Entramado de madera de 100 mm de espesor.

Revestimiento de yeso

CARGAS VARIABLES

SOBRECARGA DE USO **5 kN/m²**

Uso Público

TOTAL = 10.30 kN/m²

L= 6.80m

C= 23

q= 10.30 kN/m²

PESO PROPIO FORJADO = 3.30 kN/m² – Canto de 35 cm

PESO PROPIO FORJADO = 3.30 kN/m² – Canto de 40 cm

1.1.3.-PLANTA CUBIERTA

1ª Aproximación

$$\delta_1 \cdot \delta_2 = 1 \rightarrow h=L/C$$

$$L = 6.20\text{m}; C = 26 \text{ (tramo INTERIOR)}$$

$$h_{\text{mín}} = L/C \quad h = 6.2\text{m} / 26 \quad h = 0.2384 \text{ m}$$

$$L = 6.80\text{m}; C = 23 \text{ (tramo EXTREMO)}$$

$$h_{\text{mín}} = L/C \quad h = 6.8\text{m} / 23 \quad h = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{Peso Propio} = h_{\text{mín}} \cdot 1.1 = 0.3 \cdot 1.1 = \mathbf{3.30 \text{ kN/m}^2}$$

$$h_{\text{final}} = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot L/C$$

$$\delta_1 = \sqrt{7.8/7} = 1.05 \text{ kN/m}^2$$

$$\delta_2 = \sqrt[3]{6.80/6} = 1.015\text{m}$$

$$h_{\text{final}} = 1.05 \cdot 1.015 \cdot 6.80/23 = 0.315\text{m}$$

PESO PROPIO FORJADO = 3.30 kN/m² – Canto de 35 cm

2ª Aproximación

(Comprobación del Canto de Forjado)

ESTADO DE LAS CARGAS SUPERFICIALES

CARGAS PERMANENTES

PESO PROPIO FORJADO **3.30 kN/m²**

Forjado Unidireccional 30+5cm

Intereje 70 cm

Losa Nervada + Capa de compresión en seco

PESO PROPIO CUBIERTA **2.5 kN/m²**

Cubierta plana, con pendiente y capa de gravas

CARGAS VARIABLES

SOBRECARGA DE USO **1 kN/m²**

Cubierta invertida con acceso de

mantenimiento

NIEVE **1kN/m²**

Barcelona, Montjuïc (178m)

TOTAL = 7.80 kN/m²

$$L = 6.80\text{m}$$

$$C = 23$$

$$q = 10.30 \text{ kN/m}^2$$

1.2.-PREDIMENSIONADO DEL CANTO DE JÁCENA DE LA PLANTA TIPO

1.2.1.-CARGAS PERMANENTES

Ancho de banda

$$Ab = (6.20+6.80)/2 = 6.50\text{m}$$

1.2.2.-MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO

$$M = \frac{q \cdot l^2}{12} \rightarrow \text{Empotrado}$$

$$M = \frac{q \cdot l^2}{12} + q_{puntuat} \cdot l \rightarrow \text{Voladizo}$$

$$q = G \cdot Ab = 8.30 \text{ kN/m}^2 \cdot 6.50 \text{ m} = 53.95 \text{ kN/m}$$

$$q_{puntuat} = G_{\text{barandilla}} \cdot Ab = 1.50 \text{ kN/m}^2 \cdot 6.50 \text{ m} = 9.75 \text{ kN/m}$$

Momentos:

$$MN-17 = \frac{53.95 \cdot 6.20^2}{12} = 172.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$MK-17 = \frac{53.95 \cdot 6.80^2}{12} = 207.89 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$ML-17 = \frac{53.95 \cdot 6.20^2}{12} = 172.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

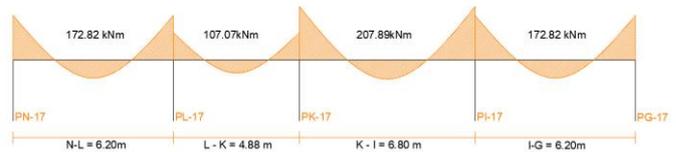
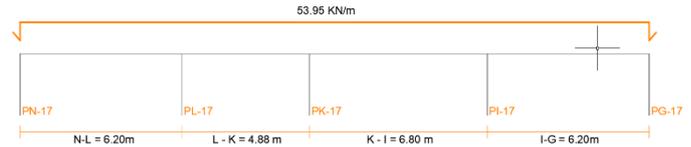
$$MI-17 = \frac{53.95 \cdot 6.80^2}{12} = 207.89 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$ML-17 = \frac{53.95 \cdot 4.88^2}{12} = 107.07 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$MI-17 = \frac{53.95 \cdot 6.20^2}{12} = 172.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$MK-17 = \frac{53.95 \cdot 4.88^2}{12} = 107.07 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$MG-17 = \frac{53.95 \cdot 6.20^2}{12} = 172.82 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



1.2.3.-MOMENTOS DE DESEQUILIBRIO

Nudo N-17

$$MN-17 = 172.82 \text{ kNm} \cdot 0.33 = 57.6 \text{ kNm}$$



Nudo K-17

$$MK-17 = (107.07 \text{ kNm} - 207.89 \text{ kNm}) \cdot 0.25 = 25.21 \text{ kNm}$$



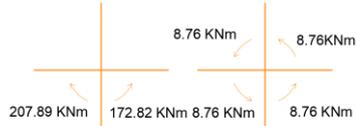
Nudo L-17

$$ML-17 = (172.82 \text{ kNm} - 107.07 \text{ kNm}) \cdot 0.25 = 16.43 \text{ kNm}$$



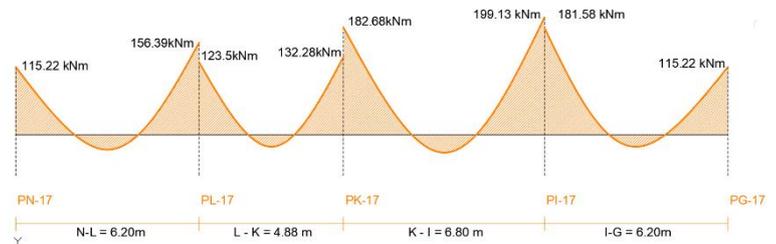
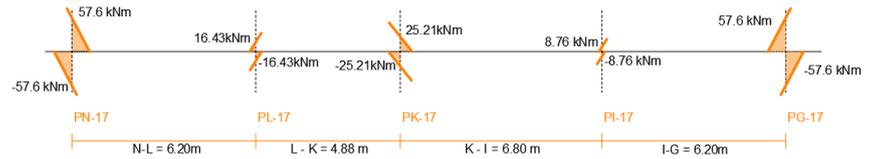
Nudo I-17

$$MI-17 = (207.89 \text{ kNm} - 172.82 \text{ kNm}) \cdot 0.25 = 8.76 \text{ kNm}$$



Nudo PG-17

$$MG-17 = 172.82 \text{ kNm} \cdot 0.33 = 57.6 \text{ kNm}$$



1.2.4.-PREDIMENSIONADO DE LA SECCIÓN

Predimensionado a flexión

$$d = \sqrt{\frac{Md}{w \cdot 0.8 \cdot b \cdot f_{cd}}} \rightarrow h = d + r_m$$

b= suposición de base= 400mm

Mk= momento más desfavorable= $M_{K-I} = 199.13$ kNm

Md= Momento más desfavorable mayorizado = $1.5 \cdot M_k$

Fcd= resistencia del hormigón minorizada= $25/1.5 = 16.67$ N/mm²

W= quantia= 0.2

$r_m = 50$ mm

$$d = \sqrt{\frac{1.5 \cdot 199.13 \cdot 10^6 \text{ Nmm}^2}{0.2 \cdot 0.8 \cdot 400 \cdot 16.67}} = 529 \text{ mm} \approx 450 \text{ mm}$$

h= 450 + 50= 500mm = 50cm

Canto de la jácena → 50cm

1.2.6.-COMPROBACIÓN DE LA SECCIÓN DE ACERO

$$A_s \cdot f_{yd} = M_d / 0.8 \cdot d \rightarrow A_s = \frac{1.5 \cdot 199.13 \cdot 10^6}{0.8 \cdot 450 \cdot \frac{500}{1.15}} = 1908.32 \text{ mm}^2 = 19.08 \text{ cm}^2$$

$A_c = b \cdot h = 400 \cdot 500 = 200000$

$$A_{s_{\max}} \cdot f_{yd} \leq 0.60 \cdot A_c \cdot f_{cd} \rightarrow 1908.32 \cdot \frac{500}{1.15} \leq 0.60 \cdot 200000 \cdot \frac{25}{1.5} \rightarrow 829704.34 \leq 2000000 \text{ (CUMPLE)}$$

$$A_{s_{\min}} \cdot f_{yd} \geq 0.04 \cdot A_c \cdot f_{cd} \rightarrow 1908.32 \cdot \frac{500}{1.15} \geq 0.04 \cdot 200000 \cdot \frac{25}{1.5} \rightarrow 829704.34 \geq 133333.3 \text{ (CUMPLE)}$$

7 BARRAS DEL \varnothing 20 mm

1.2.5.-PREDIMENSIONADO A DEFORMACIÓN

$$f_{inst} = \left(\frac{5}{384} \cdot q \cdot L^4 - \frac{M_i \cdot L^2}{16} - \frac{M_d \cdot L^2}{16} \right) / EI$$

$$\text{Inercia } I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0.40 \cdot 0.5^3}{12} = 4.16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

E= $273 \cdot 10^5$ kN/m²

L= Longitud más desfavorable= 6.80

L/250= 0.0272m

q= T·Ab= 8.30 kN/m² · 6.50m= 53.95 kN/m

$$f_{inst} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 53.95 \cdot 6.80^4 - \frac{182.68 \cdot 6.80^2}{16} - \frac{1.5 \cdot 199.13 \cdot 6.80^2}{16}}{273 \cdot 10^5 \cdot 4.16 \cdot 10^{-3}} = \frac{1501.98 - 527.95 - 863.23}{127764} = 0.000975 \text{ m}$$

$f_{tot} = 4 \cdot f_{inst} = 4 \cdot 0.000975 \text{ m} = 0.0039 \text{ m}$

$4 \cdot f_{inst} < L/250$ $0.0039 \text{ m} < 0.027 \text{ m}$ **(CUMPLE)**

$f_{activa} = 2.2 \cdot f_{inst} = 2.2 \cdot 0.000975 = 0.0021 \text{ m}$

$f_{activa} < L/400$ $0.0021 \text{ m} < 0.017 \text{ m}$ **(CUMPLE)**

JÁCENA → 40cm · 50cm

1.3.-PREDIMENSIONADO DEL CANTO DE JÁCENA DE LA PLANTA BAJA

1.3.1.-CARGAS PERMANENTES

Ancho de banda

$$Ab = (6.20+6.80)/2 = 6.50\text{m}$$

1.3.2.-MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO

$$M = \frac{q \cdot l^2}{12} \rightarrow \text{Empotrado}$$

$$M = \frac{q \cdot l^2}{12} + q_{\text{puntual}} \cdot l \rightarrow \text{Voladizo}$$

$$q = G \cdot Ab = 10.30 \text{ kN/m}^2 \cdot 6.50 \text{ m} = 66.95 \text{ kN/m}$$

Momentos:

$$MN-17 = \frac{66.95 \cdot 6.20^2}{12} = 214.46 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$MK-17 = \frac{66.95 \cdot 6.80^2}{12} = 257.98 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$ML-17 = \frac{66.95 \cdot 6.20^2}{12} = 214.46 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

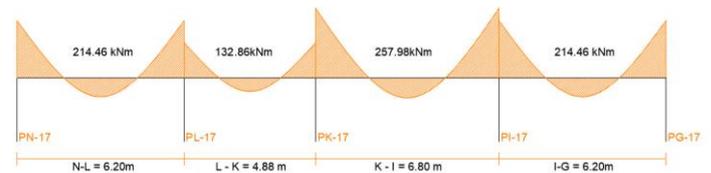
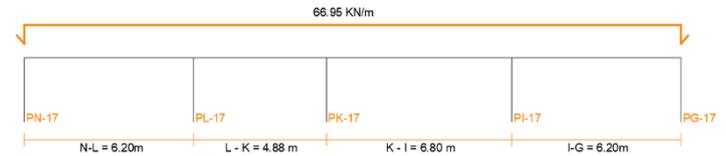
$$MI-17 = \frac{66.95 \cdot 6.80^2}{12} = 257.98 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$ML-17 = \frac{66.95 \cdot 4.88^2}{12} = 132.86 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$MI-17 = \frac{66.95 \cdot 6.20^2}{12} = 214.46 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$MK-17 = \frac{66.95 \cdot 4.88^2}{12} = 132.86 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$MG-17 = \frac{66.95 \cdot 6.20^2}{12} = 214.46 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



1.3.3.-MOMENTOS DE DESEQUILIBRIO

Nudo N-17

$$\begin{aligned} \text{MN-17} &= \\ 214.46 \text{ kNm} \cdot 0.33 &= \\ \mathbf{70.77 \text{ kNm}} \end{aligned}$$



Nudo K-17

$$\begin{aligned} \text{ML-17} &= \\ (132.86 \text{ kNm} - & \\ 257.98 \text{ kNm}) \cdot 0.25 &= \\ \mathbf{31.28 \text{ kNm}} \end{aligned}$$



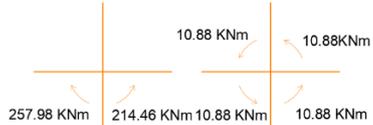
Nudo L-17

$$\begin{aligned} \text{ML-17} &= \\ (214.46 \text{ kNm} - & \\ 132.86 \text{ kNm}) \cdot 0.25 &= \\ \mathbf{20.4 \text{ kNm}} \end{aligned}$$



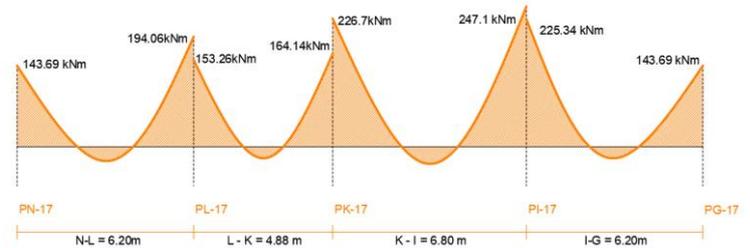
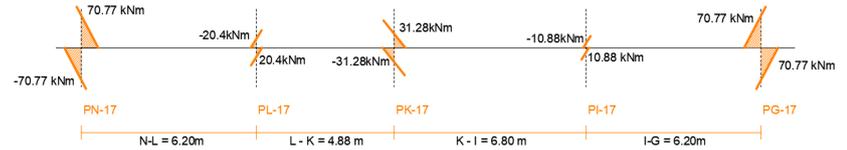
Nudo I-17

$$\begin{aligned} \text{ML-17} &= \\ (257.98 \text{ kNm} - & \\ 214.46 \text{ kNm}) \cdot 0.25 &= \\ \mathbf{10.88 \text{ kNm}} \end{aligned}$$



Nudo PG-17

$$\begin{aligned} \text{MG-17: } 214.46 \text{ kNm} \cdot & \\ 0.33 &= \mathbf{70.77 \text{ kNm}} \end{aligned}$$



1.3.4.-PREDIMENSIONADO DE LA SECCIÓN

Predimensionado a flexión

$$d = \sqrt{\frac{Md}{w \cdot 0.8 \cdot b \cdot f_{cd}}} \rightarrow h = d + r_m$$

b= suposición de base= 450mm

Mk= momento más desfavorable= M_{K-1} = 247.1 kNm

Md= Momento más desfavorable mayorizado = 1.5 · Mk

Fcd= resistencia del hormigón minorizada= 25/1.5 = 16.67N/mm²

W= quantia= 0.2

r_m = 50mm

$$d = \sqrt{\frac{1.5 \cdot 247.1 \cdot 10^6 \text{ Nmm}^2}{0.2 \cdot 0.8 \cdot 450 \cdot 16.67}} = 555 \text{ mm} \approx 550 \text{ mm}$$

h= 550 + 50 = 600mm = 60cm

Canto de la jácena → 60cm

1.3.6.-COMPROBACIÓN DE LA SECCIÓN DE ACERO

$$A_s \cdot f_{yd} = Md / 0.8 \cdot d \rightarrow A_s = \frac{1.5 \cdot 247.1 \cdot 10^6}{0.8 \cdot 550 \cdot \frac{500}{1.15}} = 1937.48 \text{ mm}^2 = \mathbf{19.37 \text{ cm}^2}$$

$A_c = b \cdot h = 450 \cdot 600 = 270000$

$$A_{s_{\max}} \cdot f_{yd} \leq 0.60 \cdot A_c \cdot f_{cd} \rightarrow 1937.48 \cdot \frac{500}{1.15} \leq 0.60 \cdot 270000 \cdot \frac{25}{1.5} \rightarrow 842382.61 \leq 2700000 \text{ (CUMPLE)}$$

$$A_{s_{\min}} \cdot f_{yd} \geq 0.04 \cdot A_c \cdot f_{cd} \rightarrow 1937.48 \cdot \frac{500}{1.15} \geq 0.04 \cdot 270000 \cdot \frac{25}{1.5} \rightarrow 842382.61 \geq 180000 \text{ (CUMPLE)}$$

7 BARRAS DEL Ø 20 mm

1.3.5.-PREDIMENSIONADO A DEFORMACIÓN

$$f_{inst} = \left(\frac{5}{384} \cdot q \cdot L^4 - \frac{M_i \cdot L^2}{16} - \frac{Md \cdot L^2}{16} \right) / EI$$

$$\text{Inercia } I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0.45 \cdot 0.6^3}{12} = \mathbf{8.1 \cdot 10^{-3} m^4}$$

E= 273 · 10⁵ kN/m²

L= Longitud más desfavorable= 6.80

L/250= 0.0272m

q= T·Ab= 10.30 kN/m² · 6.50m= 66.95 kN/m

$$f_{inst} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 66.95 \cdot 6.80^4 - \frac{226.7 \cdot 6.80^2}{16} - \frac{1.5 \cdot 247.1 \cdot 6.80^2}{16}}{273 \cdot 10^5 \cdot 4.68 \cdot 10^{-3}} = 0.000622 \text{ m}$$

$$f_{tot} = 4 \cdot f_{inst} = 4 \cdot 0.000622 \text{ m} = 0.0025 \text{ m}$$

$$4 \cdot f_{inst} < L/250 \quad 0.0025 \text{ m} < 0.027 \text{ m} \quad \text{(CUMPLE)}$$

$$f_{activa} = 2.2 \cdot f_{inst} = 2.2 \cdot 0.000622 = 0.0014 \text{ m}$$

$$f_{activa} < L/400 \quad 0.0014 \text{ m} < 0.017 \text{ m} \quad \text{(CUMPLE)}$$

JÁCENA → 45cm · 60cm

1.4.-PREDIMENSIONADO DEL CANTO DE JÁCENA DE LA PLANTA CUBIERTA

1.4.1.-CARGAS PERMANENTES

Ancho de banda

$$Ab = (6.20+6.80)/2 = 6.50\text{m}$$

1.4.2.-MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO

$$M = \frac{q \cdot l^2}{12} \rightarrow \text{Empotrado}$$

$$M = \frac{q \cdot l^2}{12} + q_{\text{puntual}} \cdot l \rightarrow \text{Voladizo}$$

$$q = G \cdot Ab = 7.80 \text{ kN/m}^2 \cdot 6.50 \text{ m} = 50.7 \text{ kN/m}$$

Momentos:

$$MN-17 = \frac{50.7 \cdot 6.20^2}{12} = 162.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$MK-17 = \frac{50.7 \cdot 6.80^2}{12} = 195.36 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$ML-17 = \frac{50.7 \cdot 6.20^2}{12} = 162.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

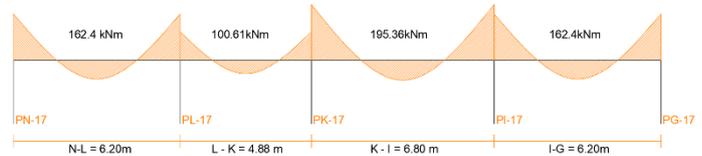
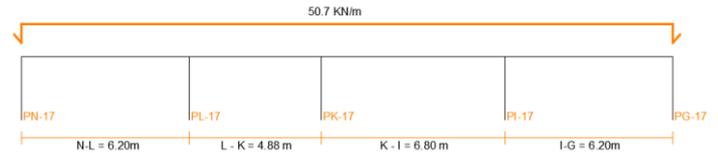
$$MI-17 = \frac{50.7 \cdot 6.80^2}{12} = 195.36 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$ML-17 = \frac{50.7 \cdot 4.88^2}{12} = 100.61 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$MI-17 = \frac{50.7 \cdot 6.20^2}{12} = 162.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$MK-17 = \frac{50.7 \cdot 4.88^2}{12} = 100.61 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$MG-17 = \frac{50.7 \cdot 6.20^2}{12} = 162.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



1.4.3.-MOMENTOS DE DESEQUILIBRIO

Nudo N-17

$$\begin{aligned} \text{MN-17} &= \\ 162.4 \text{ kNm} \cdot 0.33 &= \\ \mathbf{53.59 \text{ kNm}} \end{aligned}$$



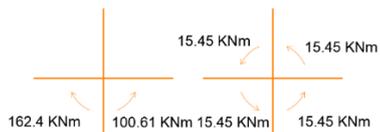
Nudo K-17

$$\begin{aligned} \text{MK-17} &= \\ (100.61 \text{ kNm} - & \\ 195.36 \text{ kNm}) \cdot 0.25 &= \\ \mathbf{23.68 \text{ kNm}} \end{aligned}$$



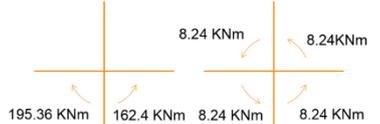
Nudo L-17

$$\begin{aligned} \text{ML-17} &= \\ (162.4 \text{ kNm} - & \\ 100.61 \text{ kNm}) \cdot 0.25 &= \\ \mathbf{15.45 \text{ kNm}} \end{aligned}$$



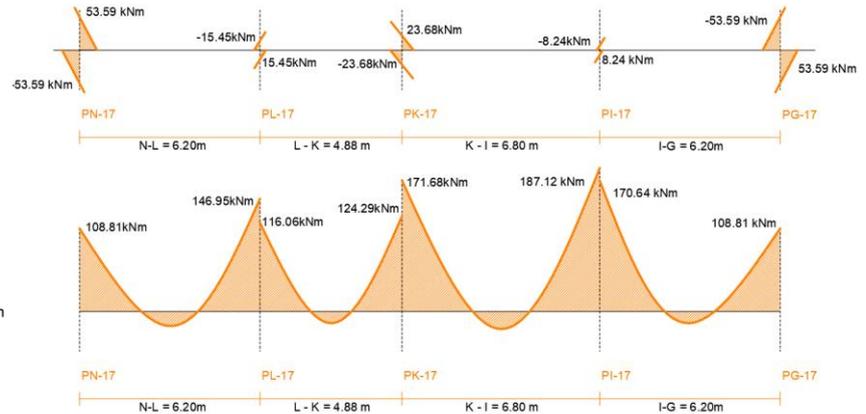
Nudo I-17

$$\begin{aligned} \text{MI-17} &= \\ (195.36 \text{ kNm} - & \\ 162.4 \text{ kNm}) \cdot 0.25 &= \\ \mathbf{8.24 \text{ kNm}} \end{aligned}$$



Nudo PG-17

$$\begin{aligned} \text{MG} &= \\ 17: 162.4 \text{ kNm} \cdot 0.33 &= \\ \mathbf{53.59 \text{ kNm}} \end{aligned}$$



1.4.4.-PREDIMENSIONADO DE LA SECCIÓN

Predimensionado a flexión

$$d = \sqrt{\frac{Md}{w \cdot 0.8 \cdot b \cdot f_{cd}}} \rightarrow h = d + r_m$$

b= suposición de base= 250mm

Mk= momento más desfavorable= $M_{K-L} = 187.12$ kNm

Md= Momento más desfavorable mayorizado = $1.5 \cdot Mk$

Fcd= resistencia del hormigón minorizada= $25/1.5 = 16.67$ N/mm²

W= quantia= 0.2

$r_m = 50$ mm

$$d = \sqrt{\frac{1.5 \cdot 187.12 \cdot 10^6 \text{ Nmm}^2}{0.2 \cdot 0.8 \cdot 250 \cdot 16.67}} = 648 \text{mm} \approx 450 \text{mm}$$

h= 450 + 50= 500mm = 50cm

Canto de la jácena → 50cm

1.4.6.-COMPROBACIÓN DE LA SECCIÓN DE ACERO

$$A_s \cdot f_{yd} = Md / 0.8 \cdot d \rightarrow A_s = \frac{1.5 \cdot 187.12 \cdot 10^6}{0.8 \cdot 400 \cdot \frac{500}{1.15}} = 2017.38 \text{ mm}^2 = \mathbf{20.17 \text{ cm}^2}$$

$A_c = b \cdot h = 450 \cdot 450 = 202500$

$$A_{s_{\max}} \cdot f_{yd} \leq 0.60 \cdot A_c \cdot f_{cd} \rightarrow 2017.38 \cdot \frac{500}{1.15} \leq 0.60 \cdot 202500 \cdot \frac{25}{1.5} \rightarrow 877121.73 \leq 2025000 \text{ (CUMPLE)}$$

$$A_{s_{\min}} \cdot f_{yd} \geq 0.04 \cdot A_c \cdot f_{cd} \rightarrow 2017.38 \cdot \frac{500}{1.15} \geq 0.04 \cdot 202500 \cdot \frac{25}{1.5} \rightarrow 877121.73 \geq 135000 \text{ (CUMPLE)}$$

7 BARRAS DEL \varnothing 20 mm

1.4.5.- PREDIMENSIONADO A DEFORMACIÓN

$$f_{inst} = \left(\frac{5}{384} \cdot q \cdot L^4 - \frac{M_i \cdot L^2}{16} - \frac{M_d \cdot L^2}{16} \right) / EI$$

$$\text{Inercia } I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0.25 \cdot 0.5^3}{12} = \mathbf{2.6 \cdot 10^{-3} m^4}$$

E= 273 · 10⁵ kN/m²

L= Longitud más desfavorable= 6.80

L/250= 0.0272m

q= T·Ab= 7.80 kN/m² · 6.50m= 50.7 kN/m

$$f_{inst} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 50.7 \cdot 6.80^4 - \frac{171.68 \cdot 6.80^2}{16} - \frac{1.5 \cdot 187.12 \cdot 6.80^2}{16}}{273 \cdot 10^5 \cdot 2.6 \cdot 10^{-3}} = 0.00146 \text{m}$$

$f_{tot} = 4 \cdot f_{inst} = 4 \cdot 0.00146 \text{m} = 0.00584 \text{m}$

$4 \cdot f_{inst} < L/250$ 0.00584m < 0.027m **(CUMPLE)**

$f_{activa} = 2.2 \cdot f_{inst} = 2.2 \cdot 0.00146 = 0.0032 \text{m}$

$f_{activa} < L/400$ 0.0032m < 0.017m **(CUMPLE)**

JÁCENA → 25cm · 50cm

2.-PREDIMENSIONADO DE LOS PILARES

2.1.-PILAR I-17

Área Tributaria (planta segunda)

$$At = \frac{6.80+6.20}{2} \cdot \frac{6.20+6.20}{2} = 40.3 \text{ m}^2$$

Fuerza Axil (forjado)

$$N_{sup} = q_{sup} \cdot At$$

Fuerza Axil (planta)

$$N_{sup} = q_{sup} \cdot At + q_{pun}$$

Cargas puntuales (pared de separación = tabique = 1kN/ml)

$$\text{Planta Primera: } 1\text{kN/ml} \cdot 6.80\text{m} / 2 + 1\text{kN/ml} \cdot 6.2\text{m} / 2 = 6.5\text{kN}$$

$$\text{Planta Segunda: } 1\text{kN/ml} \cdot 6.80\text{m} / 2 + 1\text{kN/ml} \cdot 6.2\text{m} / 2 = 6.5\text{kN}$$

$$\text{Planta Tercera: } 1\text{kN/ml} \cdot 6.80\text{m} / 2 + 1\text{kN/ml} \cdot 6.2\text{m} / 2 = 6.5\text{kN}$$

$$\text{Planta Cuarta: } 1\text{kN/ml} \cdot 6.80\text{m} / 2 + 1\text{kN/ml} \cdot 6.2\text{m} / 2 = 6.5\text{kN}$$

TECHO PLANTA	USO	ÁREA TRIBUTARIA	CARGA SUPERFICIAL	AXIL FORJADO	CARGAS PUNTALES	AXIL PLANTA	AXIL ACUMULADO
Cuarta	Cubierta	10.54 m ²	7.80 kN/m ²	82.21 kN	6.5 kN	88.71 kN	88.71kN
Tercera	Privado	40.3 m ²	8.30 kN/m ²	334.49 kN	6.5 kN	340.99kN	429.7kN
Segunda	Público	40.3 m ²	10.30 kN/m ²	415.09 kN	6.5 kN	421.59kN	851.29kN
Primera	Público	40.3 m ²	10.30 kN/m ²	415.09 kN	6.5 kN	421.59kN	1272.88kN

2.2.-PRESIÓN ESTÁTICA DEL VIENTO

q_e = presión estática (kN/m²)

q_b = presión dinámica del viento = 0,52 kN/m²

c_p = coeficiente eólico de presión - según la Tabla 3.5 CTE

$$c_p \text{ presión} = 0.80 / c_s \text{ succión} = -0.60$$

c_e = coeficiente de exposición = 2.7 kN/m²

Entorno I; Borde del mar con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5km de longitud.

CTE - SE - AE, Tabla 3.4: Valores del coeficiente de exposición c_e

$$q_v \text{ presión} = 0.52 \cdot 0.80 \cdot 2.7 = 1.12 \text{ kN/m}^2$$

$$q_v \text{ succión} = 0.52 \cdot (-0.60) \cdot 2.7 = -0.84 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Esbelteza} = \frac{h}{a} = \frac{20}{6.2} = 3.22$$

2.3.-FUERZA DEL VIENTO

$F = q_e \cdot At$

Presión

$$P3=P2=P1 = 1.12 \cdot 6.5 \cdot 3.2 = 23.29 \text{ kN}$$

$$P4 = 1.12 \cdot 3.4 \cdot 1.6 = 6.09 \text{ kN}$$

Succión

$$S4 = (-0.84) \cdot 3.4 \cdot 1.6 = -4.56 \text{ kN}$$

$$S3=S2=S1 = (-0.84) \cdot 6.5 \cdot 3.2 = -17.47 \text{ kN}$$

2.4.-MOMENTO DEL VIENTO

$$P4 \rightarrow Mv = (\sum F_{viento\ p+s} \cdot h) / (n \cdot 2) = \frac{(6.09+4.56) \cdot 3.2}{2 \cdot 2} = 8.52 \text{ kNm}$$

$$P3 \rightarrow Mv = (\sum F_{viento\ p+s} \cdot h) / (n \cdot 2) = \frac{(23.29+17.47)+(6.09+4.56) \cdot 3.2}{2 \cdot 2} = 41.13 \text{ kNm}$$

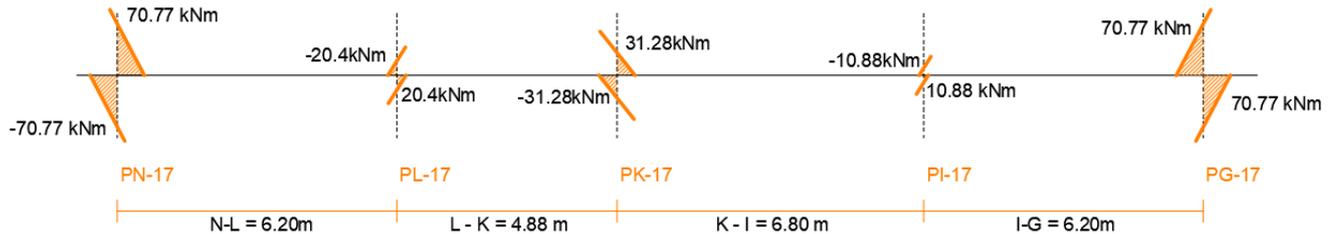
$$P2 \rightarrow Mv = (\sum F_{viento\ p+s} \cdot h) / (n \cdot 2) = \frac{((23.29+17.47) \cdot 2 + (6.09+4.56)) \cdot 3.2}{2 \cdot 2} = 73.74 \text{ kNm}$$

$$P1 \rightarrow Mv = (\sum F_{viento\ p+s} \cdot h) / (n \cdot 2) = \frac{((23.29+17.47) \cdot 3 + (6.09+4.56)) \cdot 3.2}{2 \cdot 2} = 106.34 \text{ kNm}$$

2.5.-PILAR I-17 → PLANTA PRIMERA

PILAR PLANTA	MOMENTO GRAVITATORIO	MOMENTO DEL VIENTO	MOMENTO TOTAL	AXIL (b·h)	MOMENTO (b·h)	As cm ²
Primera	10.88 kNm	106.34 kNm	117.22 kNm	35·35	45·50	8Ø20mm

2.5.1.-MOMENTO GRAVITATORIO



2.5.2.- PREDIMENSIONADO DEL AXIL

$$Ac = Nd / f_{cd} (1+w')$$

$$Ac = 1272.88 \cdot 1.5 \cdot 10^3 / (25/1.5) \cdot (1+0) = 114559.2 \text{ cm}^2 \rightarrow \sqrt{114559.2} = 338.46 \text{ mm}$$

$$h = Ac/b = 114559.2/350 = 327 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$

2.5.3.- PREDIMENSIONADO POR MOMENTO (momento total)

$$h = \sqrt{\frac{2 \cdot Md}{0.8 \cdot b \cdot w \cdot f_{cd}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 117.22 \cdot 1.5 \cdot 10^6}{0.8 \cdot 450 \cdot 0.28 \cdot \frac{25}{1.5}}} = 457.51 \text{ mm} = 500 \text{ mm}$$

PILAR 45x50cm

$$w = 2 \cdot Md / 0.8 \cdot b \cdot h^2 \cdot f_{cd} = 2 \cdot 117.22 \cdot 1.5 \cdot 10^6 / 0.8 \cdot 400 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{1.5} = 0.28 \quad 0.25 < w < 0.4$$

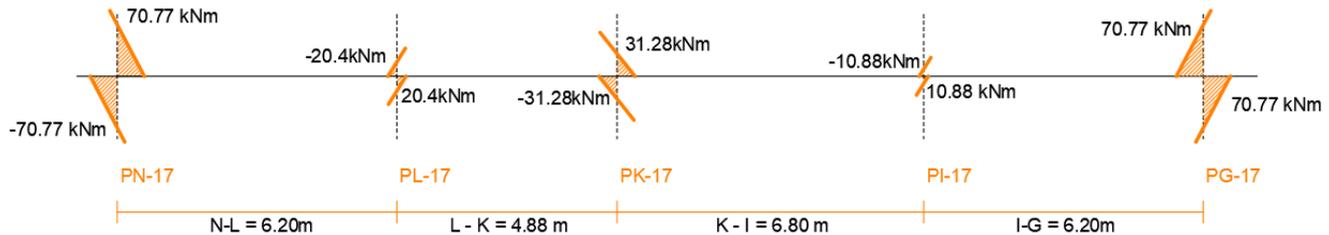
Cálculo de la armadura

$$As = \frac{w \cdot Ac \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0.28 \cdot 450 \cdot 500 \cdot \frac{25}{1.5}}{\frac{500}{1.15}} = 2415 \text{ mm}^2 \rightarrow 24.15 \text{ cm}^2 \quad 1\text{Ø}20\text{mm} = 3,14\text{cm}^2 \quad 8\text{Ø}20\text{mm}$$

2.6.-PILAR I-17 → PLANTA SEGUNDA

PILAR PLANTA	MOMENTO GRAVITATORIO	MOMENTO DEL VIENTO	MOMENTO TOTAL	AXIL (b-h)	MOMENTO (b-h)	As cm ²
Segunda	10.88 kNm	73.74 kNm	84.62 kNm	30·30cm	40·40cm	6∅20mm

2.6.1.-MOMENTO GRAVITATORIO



2.6.2.- PREDIMENSIONADO DEL AXIL

$$Ac = Nd / f_{cd} (1+w')$$

$$Ac = 851.29 \cdot 1.5 \cdot 10^3 / (25/1.5) \cdot (1+0) = 76616.1 \text{ cm}^2 \rightarrow \sqrt{76616.1} = 276.79 \text{ mm}$$

$$h = Ac/b = 76616.1/300 = 255 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}$$

2.6.3.- PREDIMENSIONADO POR MOMENTO (momento total)

$$h = \sqrt{\frac{2 \cdot Md}{0.8 \cdot b \cdot w \cdot f_{cd}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 84.62 \cdot 1.5 \cdot 10^6}{0.8 \cdot 400 \cdot 0.30 \cdot \frac{25}{1.5}}} = 398.32 \text{ mm} = 400 \text{ mm}$$

PILAR 40x40cm

$$w = 2 \cdot Md / 0.8 \cdot b \cdot h^2 \cdot f_{cd} = 2 \cdot 84.62 \cdot 1.5 \cdot 10^6 / 0.8 \cdot 300 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{1.5} = 0.30 \quad 0.25 < w > 0.4$$

Cálculo de la armadura

$$As = \frac{w \cdot Ac \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0.30 \cdot 400 \cdot 400 \cdot \frac{25}{1.5}}{\frac{500}{1.15}} = 1840 \text{ mm}^2 \rightarrow 18.40 \text{ cm}^2$$

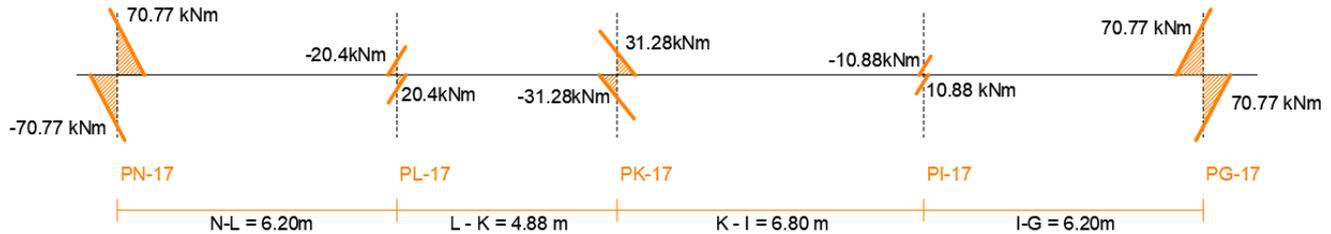
$$1\emptyset 20 \text{ mm} = 3,14 \text{ cm}^2$$

6∅20mm

2.7.-PILAR I-17 → PLANTA TERCERA

PILAR PLANTA	MOMENTO GRAVITATORIO	MOMENTO DEL VIENTO	MOMENTO TOTAL	AXIL (b-h)	MOMENTO (b-h)	As cm ²
Tercera	10.88 kNm	41.13 kNm	52.01 kNm	20·20cm	40·40cm	6∅20mm

2.7.1.-MOMENTO GRAVITATORIO



2.7.2.- PREDIMENSIONADO DEL AXIL

$$A_c = N_d / f_{cd} (1+w')$$

$$A_c = 429.7 \cdot 1.5 \cdot 10^3 / (25/1.5) \cdot (1+0) = 38673 \text{ cm}^2 \rightarrow \sqrt{38673} = 196.65 \text{ mm}$$

$$h = A_c / b = 38673 / 200 = 193.36 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm}$$

2.7.3.- PREDIMENSIONADO POR MOMENTO (momento total)

$$h = \sqrt{\frac{2 \cdot M_d}{0.8 \cdot b \cdot w \cdot f_{cd}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 52.01 \cdot 1.5 \cdot 10^6}{0.8 \cdot 350 \cdot 0.27 \cdot \frac{25}{1.5}}} = 351.89 \text{ mm} = 400 \text{ mm}$$

PILAR 40x40cm

$$w = 2 \cdot M_d / 0.8 \cdot b \cdot h^2 \cdot f_{cd} = 2 \cdot 52.01 \cdot 1.5 \cdot 10^6 / 0.8 \cdot 350 \cdot 350^2 \cdot \frac{25}{1.5} = 0.27 \quad 0.25 < w > 0.4$$

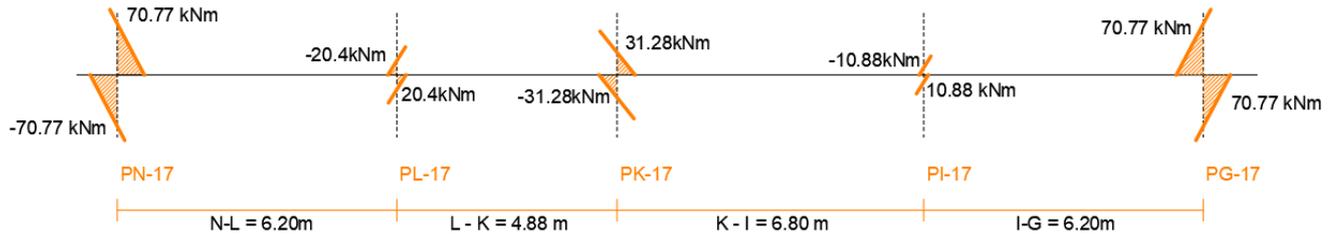
Cálculo de la armadura

$$A_s = \frac{w \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0.30 \cdot 400 \cdot 400 \cdot \frac{25}{1.5}}{\frac{500}{1.15}} = 1840 \text{ mm}^2 \rightarrow 18.40 \text{ cm}^2 \quad 1\emptyset 20 \text{ mm} = 3,14 \text{ cm}^2 \quad \mathbf{6\emptyset 20 \text{ mm}}$$

2.8.-PILAR I-17 → PLANTA CUARTA

PILAR PLANTA	MOMENTO GRAVITATORIO	MOMENTO DEL VIENTO	MOMENTO TOTAL	AXIL (b·h)	MOMENTO (b·h)	As cm ²
Tercera	10.88 kNm	8.52 kNm	19.4 kNm	10·10cm	25·25cm	6Ø12mm

2.8.1.-MOMENTO GRAVITATORIO



2.8.2.- PREDIMENSIONADO DEL AXIL

$$A_c = N_d / f_{cd} (1+w')$$

$$A_c = 88.71 \cdot 1.5 \cdot 10^3 / (25/1.5) \cdot (1+0) = 7983.9 \text{ cm}^2 \rightarrow \sqrt{7983.9} = 89.35 \text{ mm}$$

$$h = A_c/b = 7983.9/100 = 79.83 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$$

2.8.3.- PREDIMENSIONADO POR MOMENTO (momento total)

$$h = \sqrt{\frac{2 \cdot M_d}{0.8 \cdot b \cdot w \cdot f_{cd}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 19.4 \cdot 1.5 \cdot 10^6}{0.8 \cdot 250 \cdot 0.28 \cdot \frac{25}{1.5}}} = 249.71 \text{ mm} = 250 \text{ mm}$$

PILAR 25x25cm

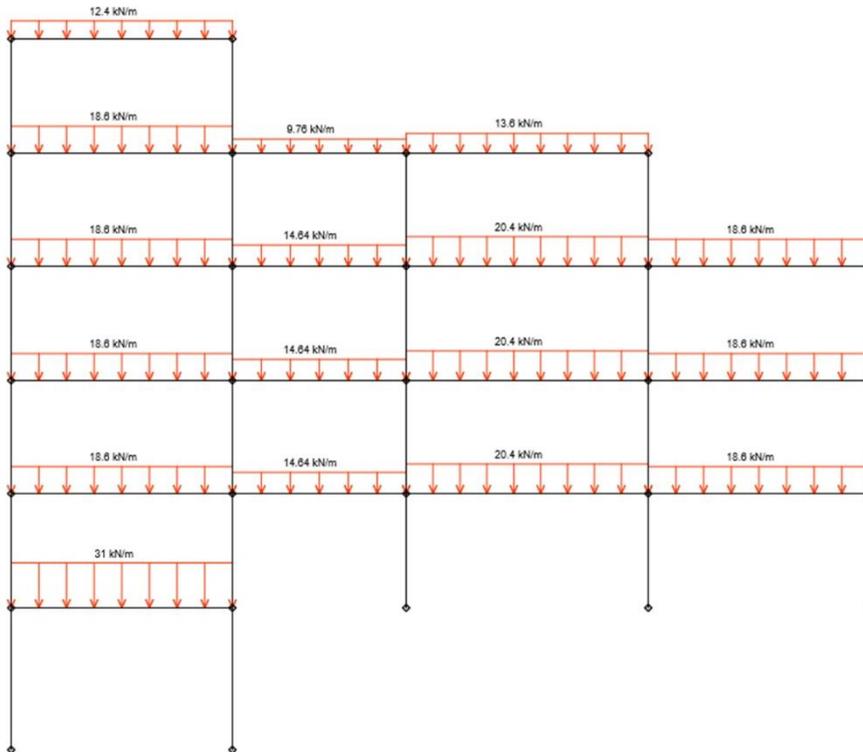
$$w = 2 \cdot M_d / 0.8 \cdot b \cdot h^2 \cdot f_{cd} = 2 \cdot 19.4 \cdot 1.5 \cdot 10^6 / 0.8 \cdot 250 \cdot 250^2 \cdot \frac{25}{1.5} = 0.28 \quad 0.25 < w > 0.4$$

Cálculo de la armadura

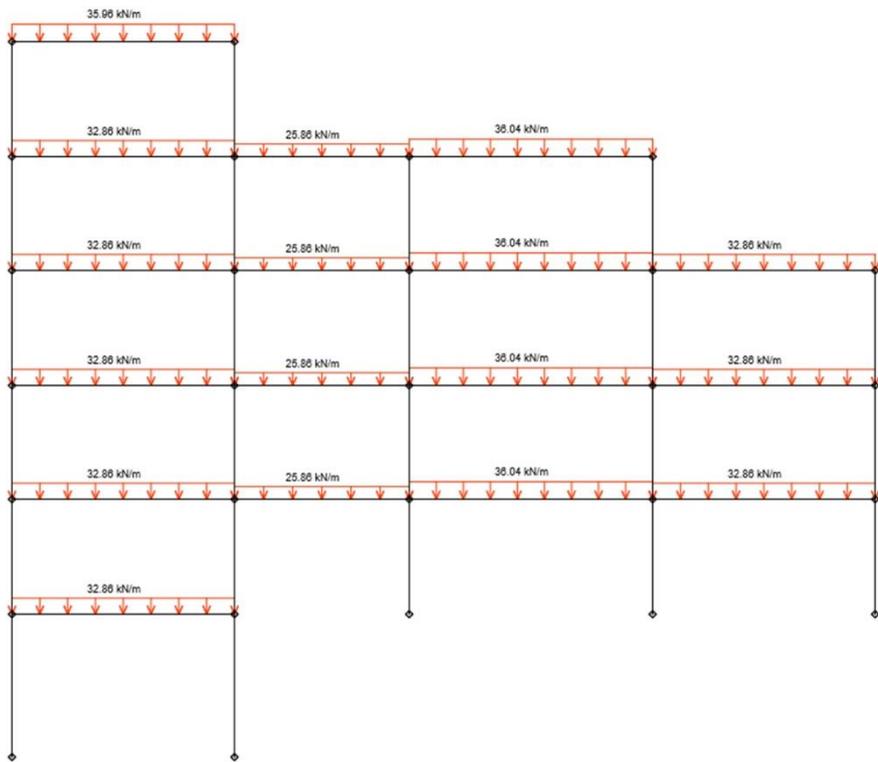
$$A_s = \frac{w \cdot A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0.28 \cdot 250 \cdot 250 \cdot \frac{25}{1.5}}{500 / 1.15} = 670.83 \text{ mm}^2 \rightarrow 6.71 \text{ cm}^2 \quad 1\emptyset 12 \text{ mm} = 1.13 \text{ cm}^2 \quad \mathbf{6\emptyset 12 \text{ mm}}$$

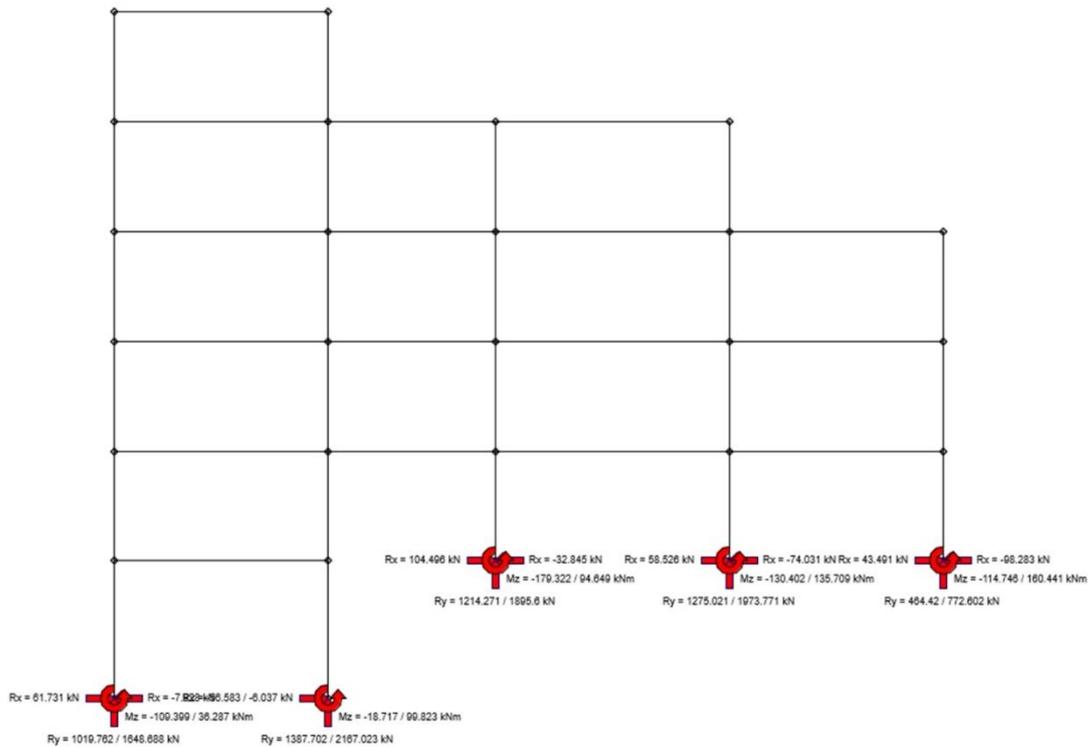
3.-ANÁLISIS INFORMÁTICO DE ESTRUCTURA DE BARRAS PLANAS (WINEVA)

3.1.-ACCIONES Y REACCIONES DEL FORJADO SOBRE LA JÁCENA



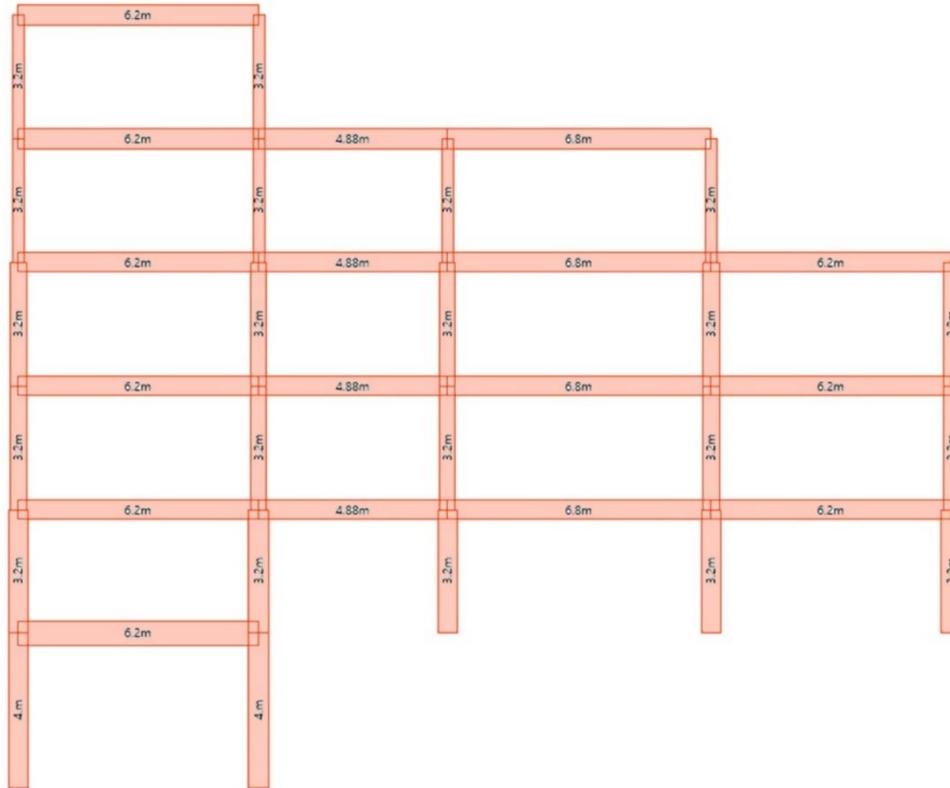
Acciones PP + CM (Peso Propio)





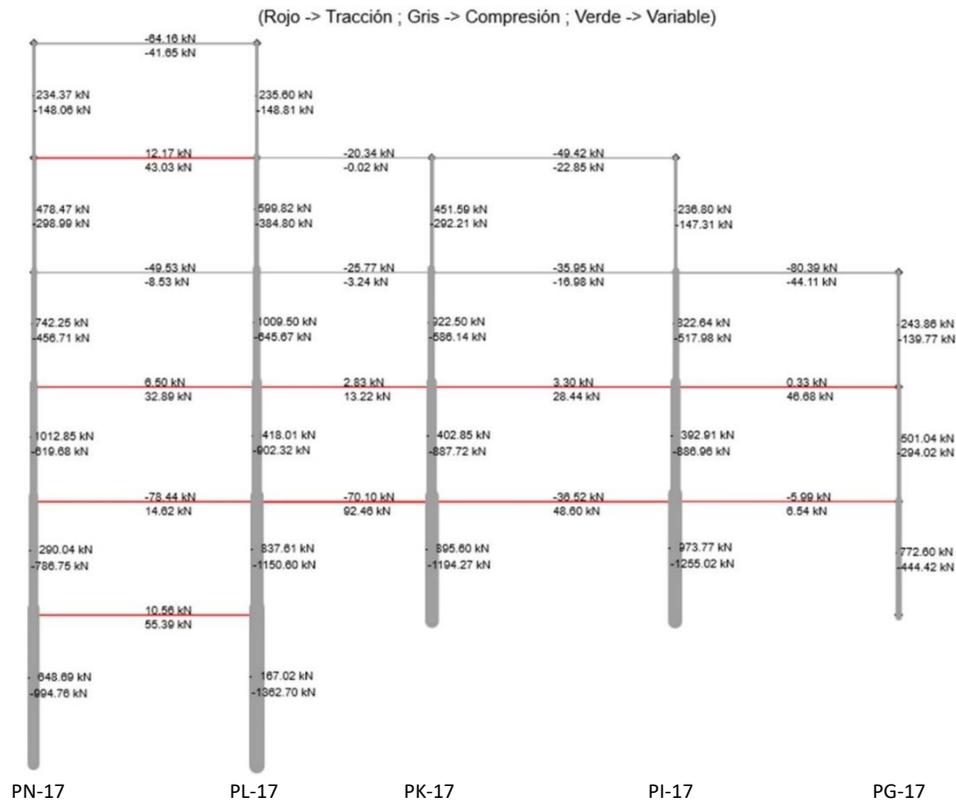
Reacciones (Envolvente C)

3.2.-ESQUEMA ACOTADO DEL PÓRTICO



Dimensiones Acotadas

3.3.-ESQUEMA DE LOS AXILES DEL PÓRICO DEL VOLUMEN E



AXILES BARRAS HORIZONTALES

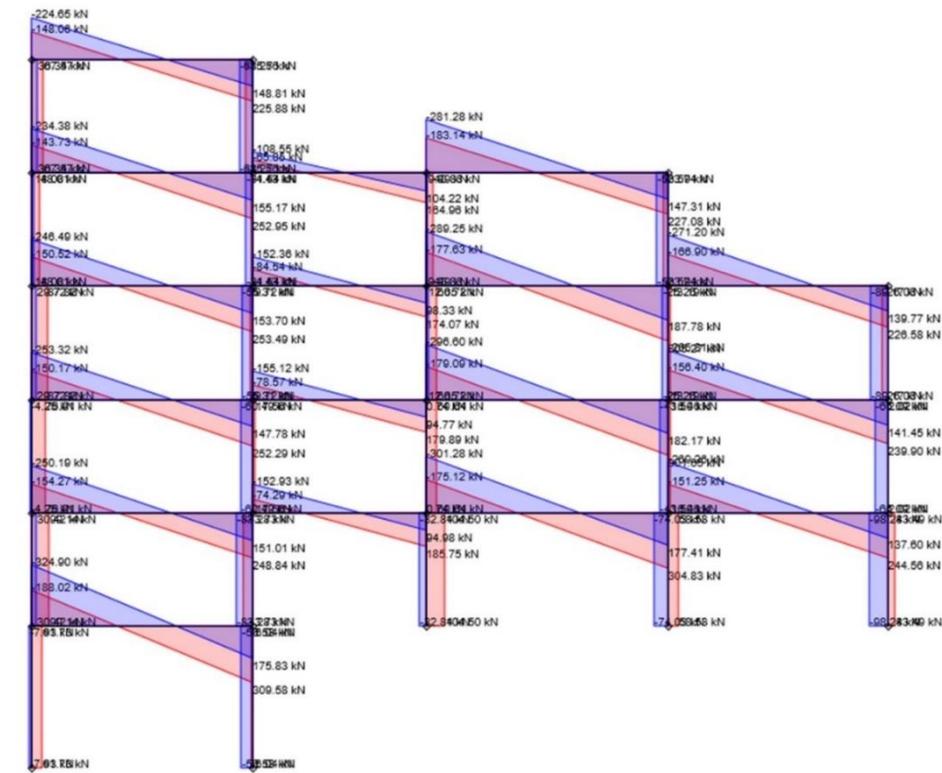
Barra	AXILES Axial kN	Axial/Área N/mm2	Pandeo N/mm2
P01:	10.555	0.0	-11.33
PN-17/PL-17	55.390	0.2	
P02:	-78.443	-0.4	-15.66
PN-17/PL-17	14.624	0.1	
P02:	-70.101	-0.4	-14.17
PL-17/PK-17	92.457	0.5	
P02:	-36.516	-0.2	-21.94
PK-17/PI-17	48.601	0.2	
P02:	-5.987	-0.0	-19.27
PI-17/PG-17	6.536	0.0	
P03:	6.499	0.0	-14.98
PN-17/PL-17	32.887	0.2	
P03:	2.833	0.0	-12.71
PL-17/PK-17	13.225	0.1	
P03:	3.298	0.0	-20.78
PK-17/PI-17	28.442	0.1	
P03:	0.328	0.0	-18.54
PI-17/PG-17	46.680	0.2	
P04:	-49.530	-0.2	-14.87
PN-17/PL-17	-8.531	0.0	
P04:	-25.765	-0.1	-12.41
PL-17/PK-17	-3.238	0.0	
P04:	-35.954	-0.2	-22.14
PK-17/PI-17	-16.983	-0.1	
P04:	-80.395	-0.4	-18.94
PI-17/PG-17	-44.109	-0.2	
P05:	12.170	0.1	-18.68
PN-17/PL-17	43.033	0.3	
P05:	-20.343	-0.1	-19.79
PL-17/PK-17	-0.025	-0.0	
P05:	-49.419	-0.3	-24.96
PK-17/PI-17	-22.853	-0.2	
P06:	-64.161	-0.4	-19.16
PN-17/PL-17	-41.652	-0.3	

AXILES BARRAS VERTICALES

Barra	AXILES Axial kN	Axial/Área N/mm2	Pandeo N/mm2	Barra	AXILES Axial kN	Axial/Área N/mm2	Pandeo N/mm2
P00:	-1648.688	-6.6	-11.33	P02:	-1392.910	-8.7	-17.48
PN-17	-994.762	-4.0		PI-17	-886.959	-5.5	
P01:	-1290.039	-5.2	-14.73	P03:	-822.636	-5.1	-10.17
PN-17	-786.746	-3.1		PI-17	-517.981	-3.2	
P02:	-1012.849	-6.3	-14.17	P04:	-236.801	-2.6	-30.11
PN-17	-619.680	-3.9		PI-17	-147.314	-1.6	
P03:	-742.246	-4.6	-20.35	P01:	-772.602	-3.1	-11.33
PN-17	-456.706	-2.9		PG-17	-444.420	-1.8	
P04:	-478.472	-5.3	-26.65	P02:	-501.043	-3.1	-14.35
PN-17	-298.987	-3.3		PG-17	-294.021	-1.8	
P05:	-234.367	-2.6	-30.73	P03:	-243.859	-1.5	-17.35
PN-17	-148.056	-1.6		PG-17	-139.770	-0.9	
P00:	-2167.023	-8.7	-16.76				
PL-17	-1362.702	-5.5					
P01:	-1837.615	-7.4	-16.72				
PL-17	-1150.596	-4.6					
P02:	-1418.011	-8.9	-19.86				
PL-17	-902.318	-5.6					
P03:	-1009.502	-6.3	-16.53				
PL-17	-645.667	-4.0					
P04:	-599.824	-6.7	-21.14				
PL-17	-384.797	-4.3					
P05:	-235.599	-2.6	-31.74				
PL-17	-148.814	-1.7					
P01:	-1895.600	-7.6	-17.09				
PK-17	-1194.271	-4.8					
P02:	-1402.849	-8.8	-20.20				
PK-17	-887.718	-5.5					
P03:	-922.499	-5.8	-16.36				
PK-17	-586.141	-3.7					
P04:	-451.589	-5.0	-23.41				
PK-17	-292.214	-3.2					
P01:	-1973.771	-7.9	-15.42				
PI-17	-1255.021	-5.0					

*La Planta Baja, en el eje PL-17, tiene el axil máximo (-2167.023 kN). Datos extraídos del programa WINEVA

3.4.-ESQUEMA DE LOS CORTANTES DEL PÓRTICO DEL VOLUMEN E



PN-17

PL-17

PK-17

PI-17

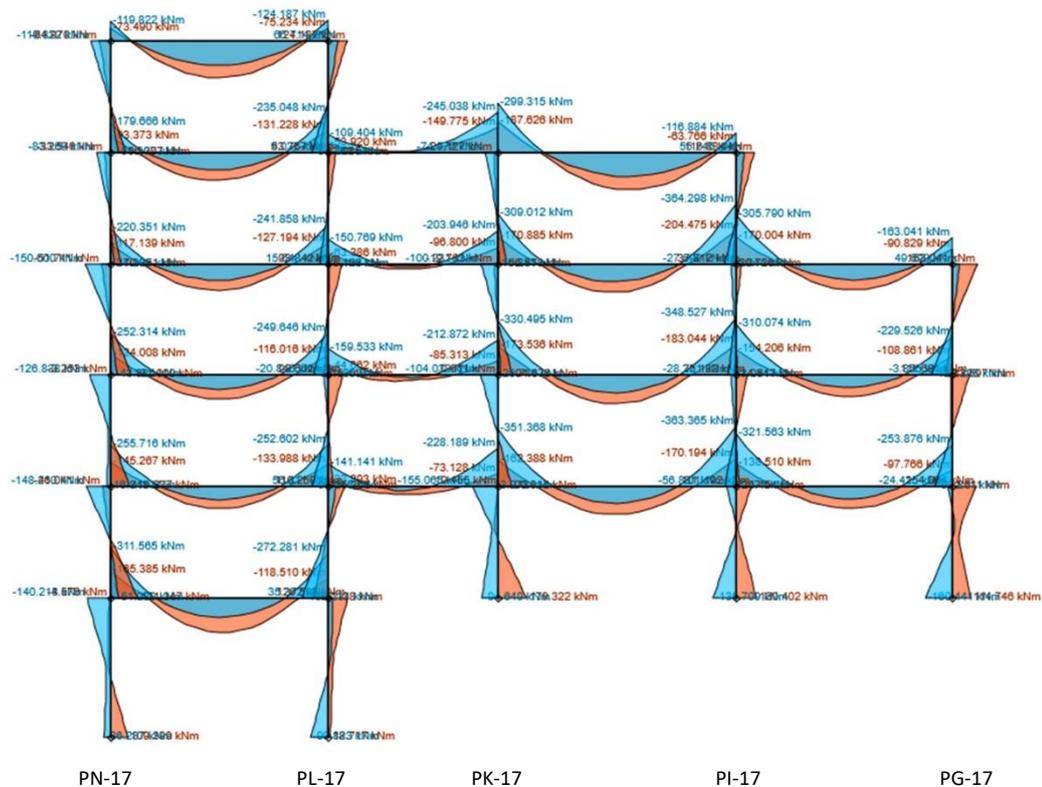
PG-17

CORTANTES

BARRA	0 kN	1/6 kN	2/6 kN	3/6 kN	4/6 kN	5/6 kN	L kN	BARRA	0 kN	1/6 kN	2/6 kN	3/6 kN	4/6 kN	5/6 kN	L kN
P01:	188.016	124.662	61.309	-3.454	-102.971	-206.277	309.583	P01:	43.734	43.734	43.734	43.734	43.734	43.734	43.734
PN-17/PL-17	324.899	221.993	118.287	20.955	-49.126	-112.479	-175.833	PL-17	83.278	83.278	83.278	83.278	83.278	83.278	83.278
P02:	154.265	101.689	48.113	-5.039	-85.554	-167.199	-248.844	P02:	-17.563	-17.563	-17.563	-17.563	-17.563	-17.563	-17.563
PN-17/PL-17	250.190	168.545	86.901	10.237	-45.855	-96.431	-151.007	PL-17	60.493	60.493	60.493	60.493	60.493	60.493	60.493
P03:	74.288	40.853	7.419	-37.880	-84.267	-134.004	-185.749	P03:	9.718	9.718	9.718	9.718	9.718	9.718	9.718
PL-17/PK-17	152.925	101.900	55.513	9.126	-28.113	-61.547	-94.982	PL-17	55.306	55.306	55.306	55.306	55.306	55.306	55.306
P02:	175.125	112.429	49.733	-19.314	-109.883	-207.354	-304.825	P04:	4.425	4.425	4.425	4.425	4.425	4.425	4.425
PK-17/PH-17	301.283	203.212	106.241	16.155	-52.013	-114.709	-174.405	PL-17	31.541	31.541	31.541	31.541	31.541	31.541	31.541
P02:	151.246	98.670	46.094	-10.774	-83.769	-162.914	-244.559	P05:	35.562	35.562	35.562	35.562	35.562	35.562	35.562
PH-17/PG-17	269.260	187.615	105.970	29.143	-32.447	-85.023	-137.599	PL-17	68.265	68.265	68.265	68.265	68.265	68.265	68.265
P03:	150.174	97.598	45.022	-11.248	-89.005	-170.650	-252.294	P01:	-104.496	-104.496	-104.496	-104.496	-104.496	-104.496	-104.496
PN-17/PL-17	253.323	171.678	90.034	15.000	-42.631	-95.207	-147.783	PK-17	32.845	32.845	32.845	32.845	32.845	32.845	32.845
P03:	78.569	45.134	11.700	-31.719	-78.106	-128.144	-179.889	P02:	-60.640	-60.640	-60.640	-60.640	-60.640	-60.640	-60.640
PL-17/PK-17	155.119	103.374	55.564	9.177	-27.905	-61.340	-94.774	PK-17	-0.740	-0.740	-0.740	-0.740	-0.740	-0.740	-0.740
P03:	179.087	116.391	53.695	-13.310	-106.705	-204.176	-301.647	P03:	-60.721	-60.721	-60.721	-60.721	-60.721	-60.721	-60.721
PK-17/PH-17	296.604	199.133	101.662	9.063	-56.781	-119.477	-182.173	PK-17	-12.649	-12.649	-12.649	-12.649	-12.649	-12.649	-12.649
P05:	156.396	103.820	51.244	-3.051	-76.615	-158.259	-239.904	P04:	-40.828	-40.828	-40.828	-40.828	-40.828	-40.828	-40.828
PH-17/PG-17	265.812	184.167	102.523	23.362	-36.299	-88.755	-141.451	PK-17	-9.987	-9.987	-9.987	-9.987	-9.987	-9.987	-9.987
P04:	150.519	97.943	45.367	-10.482	-90.199	-171.844	-253.488	P01:	-58.526	-58.526	-58.526	-58.526	-58.526	-58.526	-58.526
PN-17/PL-17	246.494	164.850	83.205	6.376	-48.547	-101.123	-153.699	PH-17	74.031	74.031	74.031	74.031	74.031	74.031	74.031
P04:	84.544	51.110	17.675	-22.937	-70.579	-122.324	-174.069	P02:	-16.461	-16.461	-16.461	-16.461	-16.461	-16.461	-16.461
PL-17/PK-17	152.359	100.614	50.046	3.659	-31.463	-64.937	-98.332	PH-17	43.502	43.502	43.502	43.502	43.502	43.502	43.502
P02:	177.634	114.938	52.242	-15.081	-110.324	-207.795	-305.266	P03:	-13.190	-13.190	-13.190	-13.190	-13.190	-13.190	-13.190
PK-17/PH-17	289.246	191.775	94.304	1.061	-62.389	-125.085	-187.781	PH-17	25.265	25.265	25.265	25.265	25.265	25.265	25.265
P04:	166.900	114.324	61.748	9.172	-63.290	-144.935	-226.579	P04:	23.741	23.741	23.741	23.741	23.741	23.741	23.741
PH-17/PG-17	271.197	189.552	107.907	26.263	-34.618	-87.194	-139.770	PH-17	56.590	56.590	56.590	56.590	56.590	56.590	56.590
P05:	143.732	92.448	41.163	-14.533	-93.147	-173.048	-252.949	P01:	-43.491	-43.491	-43.491	-43.491	-43.491	-43.491	-43.491
PN-17/PL-17	234.384	154.483	74.582	-1.313	-52.597	-109.881	-155.166	PG-17	98.283	98.283	98.283	98.283	98.283	98.283	98.283
P05:	65.849	36.210	6.570	-32.065	-76.120	-120.539	-164.958	P02:	-2.020	-2.020	-2.020	-2.020	-2.020	-2.020	-2.020
PL-17/PK-17	108.547	64.128	20.434	-15.301	-44.941	-74.580	-104.220	PG-17	66.091	66.091	66.091	66.091	66.091	66.091	66.091
P05:	183.141	127.257	73.572	15.487	-59.084	-143.082	-227.081	P03:	26.030	26.030	26.030	26.030	26.030	26.030	26.030
PK-17/PH-17	281.279	192.280	97.283	11.544	-35.444	-91.429	-147.314	PG-17	89.168	89.168	89.168	89.168	89.168	89.168	89.168
P05:	148.056	98.053	48.050	-2.887	-76.648	-151.264	-225.879	P02:	-148.808	-148.808	-148.808	-148.808	-148.808	-148.808	-148.808
PN-17/PL-17	224.647	150.032	75.416	1.885	-48.808	-98.811	-148.814								
P00:	-61.731	-61.731	-61.731	-61.731	-61.731	-61.731	-61.731								
PN-17	7.928	7.928	7.928	7.928	7.928	7.928	7.928								
P01:	-99.137	-99.137	-99.137	-99.137	-99.137	-99.137	-99.137								
PN-17	-30.416	-30.416	-30.416	-30.416	-30.416	-30.416	-30.416								
P02:	-76.911	-76.911	-76.911	-76.911	-76.911	-76.911	-76.911								
PN-17	4.248	4.248	4.248	4.248	4.248	4.248	4.248								
P03:	-87.815	-87.815	-87.815	-87.815	-87.815	-87.815	-87.815								
PN-17	-29.717	-29.717	-29.717	-29.717	-29.717	-29.717	-29.717								
P04:	-48.006	-48.006	-48.006	-48.006	-48.006	-48.006	-48.006								
PN-17	-18.077	-18.077	-18.077	-18.077	-18.077	-18.077	-18.077								
P05:	-67.569	-67.569	-67.569	-67.569	-67.569	-67.569	-67.569								
PN-17	-36.336	-36.336	-36.336	-36.336	-36.336	-36.336	-36.336								
P00:	6.037	6.037	6.037	6.037	6.037	6.037	6.037								
PL-17	56.583	56.583	56.583	56.583	56.583	56.583	56.583								

*La Planta Baja, la barra horizontal PN-17/PL-17, tiene el cortante máximo (324.899kN/-309.583kN). Datos extraídos del programa WINEVA

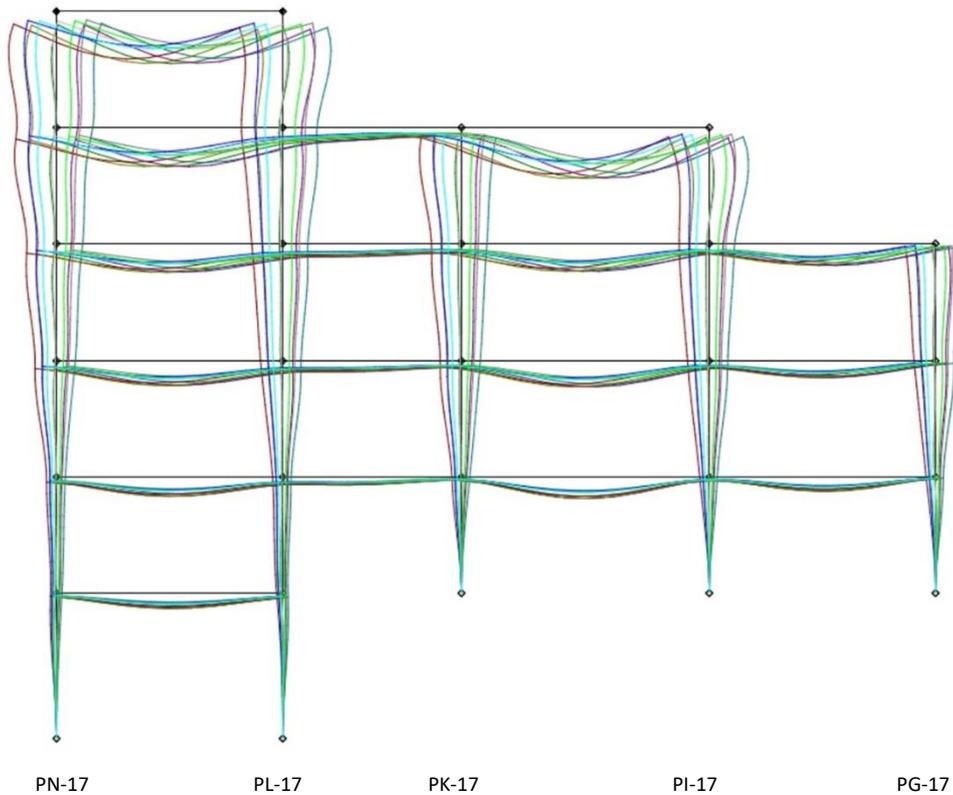
3.5.-ESQUEMA DE LOS MOMENTOS DEL PÓRICO DEL VOLUMEN E



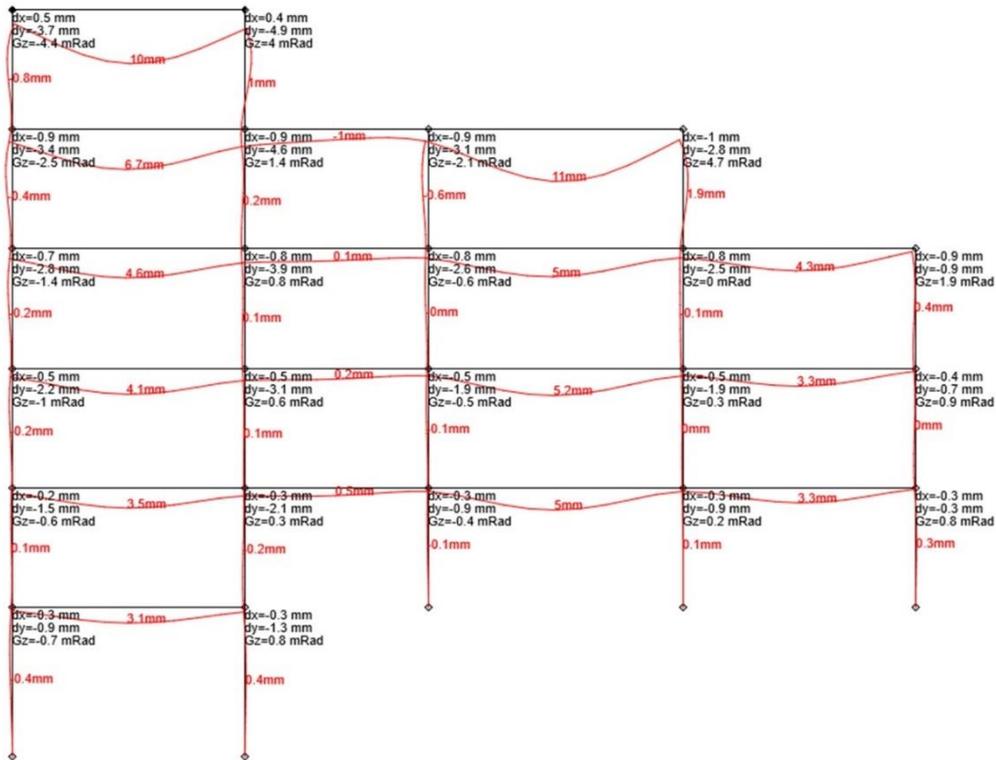
MOMENTOS																
BARRA	0	1/6 kNm	2/6 kNm	3/6 kNm	4/6 kNm	5/6 kNm	L	BARRA	0 kNm	1/6 kNm	2/6 kNm	3/6 kNm	4/6 kNm	5/6 kNm	L kNm	
	kNm															
P01:	-311.565	-41.686	84.543	122.871	88.025	-19.177	-272.281	P04:	-47.166	-30.344	-13.522	1.957	4.317	6.677	9.037	
PN-17/PL-17	-165.385	-8.834	155.917	215.248	177.354	44.929	-118.510	PL-17	-5.123	-2.763	-0.057	3.647	20.123	36.945	53.767	
P02:	-255.716	-47.851	55.545	88.478	57.735	-38.872	-252.602	P05:	-94.263	-57.854	-21.446	9.815	28.781	47.748	66.714	
PN-17/PL-17	-145.267	-13.024	103.984	142.140	103.473	-5.112	-133.988	PL-17	-47.085	-28.118	-9.152	15.103	51.370	87.779	124.187	
P01:	-141.141	-39.398	18.333	24.998	-15.659	-103.600	-228.189	P01:	-94.649	-77.131	-59.614	-42.097	-43.986	-99.334	-155.065	
PL-17/PK-17	-33.893	20.176	46.530	52.888	39.463	-9.472	-73.128	PK-17	179.322	123.591	67.860	12.128	-18.198	-7.062	-10.455	
P02:	-353.388	-76.684	65.600	113.235	63.067	-83.765	-353.388	P02:	3.278	2.884	2.371	-7.009	-39.350	-71.691	-104.033	
PK-17/PL-17	-162.388	3.790	134.771	175.938	130.710	-3.446	-170.194	PK-17	90.015	57.673	25.332	2.095	1.700	1.306	0.911	
P02:	-321.563	-94.475	36.348	84.312	52.010	-54.171	-253.876	P03:	20.714	13.968	7.221	-3.076	-35.461	-67.846	-100.231	
PH-17/PG-17	-138.510	-9.387	92.371	137.600	116.448	25.983	-97.766	PK-17	94.078	61.693	29.308	0.775	-6.271	-13.017	-19.763	
P03:	-252.314	-46.570	60.192	97.053	62.083	-39.686	-249.646	P04:	10.831	5.504	-0.238	-0.994	-30.522	-52.297	-74.072	
PN-17/PL-17	-124.008	6.808	118.240	155.599	119.825	15.431	-116.016	PK-17	56.578	34.803	13.028	-5.148	-10.474	-11.217		
P03:	-159.533	-57.749	5.472	23.566	-10.364	-92.754	-212.872	P01:	-135.709	-96.225	-56.742	-17.259	4.312	-25.667	-56.881	
PL-17/PK-17	-44.662	10.438	41.232	37.348	21.235	-21.826	-85.313	PL-17	130.402	99.188	67.974	36.760	22.225	61.708	101.192	
P03:	-330.495	-55.897	74.364	115.611	69.882	-67.001	-348.527	P02:	-64.074	-40.873	-17.672	-11.884	-10.663	-19.442	-28.221	
PK-17/PL-17	-173.536	-6.098	135.201	180.856	130.372	-12.109	-183.044	PL-17	24.454	15.675	6.896	5.529	28.730	51.931	75.132	
P03:	-310.074	-81.256	41.175	85.159	57.604	-37.801	-219.226	P03:	-43.034	-29.560	-16.086	-6.586	-13.621	-20.655	-27.690	
PL-17/PG-17	-154.206	-19.761	87.801	137.119	113.686	15.307	-108.861	PL-17	14.517	7.483	0.448	-0.217	10.863	24.338	37.812	
P04:	-220.351	-18.785	73.468	104.795	70.376	-26.979	-241.858	P04:	-66.044	-33.862	-5.681	17.260	29.922	42.584	55.246	
PN-17/PL-17	-117.139	16.345	130.964	166.090	123.562	7.568	-127.194	PL-17	-20.726	-8.064	6.781	26.967	12.621	86.852	116.884	
P04:	-150.769	-52.633	5.559	20.532	-9.085	-84.332	-203.946	P01:	-160.441	-108.024	-55.606	-3.188	17.634	-1.230	-24.425	
PL-17/PK-17	-63.386	-8.220	28.226	31.601	12.888	-30.421	-96.800	PG-17	114.746	91.551	68.356	45.160	62.292	102.193	154.064	
P04:	-309.012	-40.986	78.353	113.321	65.945	-74.126	-364.298	PK-17	-99.811	-64.563	-29.541	-6.922	-1.700	-2.777	-3.855	
PK-17/PL-17	-170.885	-5.095	135.837	177.322	118.498	-27.185	-204.475	P02:	2.611	1.533	0.456	5.593	11.803	76.432	111.681	
P04:	-305.790	-67.737	52.258	97.979	85.220	-163.041	-219.025	P03:	-122.298	-74.741	-27.185	8.051	21.933	35.816	49.699	
PL-17/PG-17	-170.004	-24.705	98.557	159.841	142.296	40.815	-90.829	PK-17	-33.597	-19.715	-5.832	20.660	67.928	115.485	163.041	
P05:	-179.666	8.039	86.173	111.314	76.768	-19.024	-235.048									
PN-17/PL-17	-93.373	41.045	149.960	177.554	128.607	4.667	-131.228									
P05:	-109.404	-39.182	-5.924	-7.122	-48.961	-128.936	-245.038									
PL-17/PK-17	-53.920	-12.416	6.900	-1.729	-28.458	-77.063	-149.775									
P05:	-209.315	-97.338	95.908	150.043	135.928	-115.804	-115.804									
PK-17/PL-17	-187.626	-11.733	150.963	228.640	214.228	104.617	-63.766									
P06:	-119.822	47.767	126.506	152.968	125.115	45.592	-124.187									
PN-17/PL-17	-73.490	79.071	193.464	231.356	192.145	77.073	-75.234									
P00:	-36.287	-31.002	-25.717	-26.298	-60.925	-100.571	-140.218									
PN-17	109.399	68.245	27.090	-10.369	-12.328	-9.861	-4.576									
P01:	51.289	35.068	18.846	2.624	-44.575	-96.392	-148.210									
PN-17	171.347	118.474	65.602	13.862	-13.598	-29.819	-46.041									
P02:	-16.848	-14.582	-12.316	-10.051	-44.800	-85.819	-126.838									
PN-17	119.277	78.258	37.238	-2.819	-6.961	-5.519	-3.253									
P03:	43.385	27.635	15.636	-9.940	-53.165	-150.000	-150.000									
PN-17	131.009	84.174	37.339	-4.163	-20.012	-35.861	-51.711									
P04:	24.299	14.658	5.017	-6.978	-32.062	-57.666	-83.269									
PN-17	70.351	44.942	19.631	-4.047	-14.265	-23.906	-33.546									
P05:	51.307	31.927	12.548	-11.890	-47.749	-83.786	-119.822									
PN-17	96.397	60.361	24.324	-6.832	-26.211	-45.591	-64.970									
P00:	-99.823	-62.101	-24.379	9.976	27.323	31.347	35.372									
PL-17	18.717	23.586	28.456	33.662	55.008	88.786	126.508									
P01:	-156.231	-111.816	-67.401	-22.986	10.161	33.486	56.811									
PL-17	-83.138	-59.813	-36.488	-11.197	22.125	65.844	110.259									
P02:	-94.916	-62.653	-30.890	1.508	-2.112	-11.478	-20.845									
PL-17	35.356	25.989	16.622	34.136	46.271	66.639	98.662									
P03:	-83.136	-53.640	-24.143	-0.063	5.283	10.465	15.648									
PL-17	-15.449	-10.266	-5.083	5.353	34.849	64.346	93.842									

*El momento máximo sucede en la barra horizontal PK-17/PL-17 (-351.368kNm/-363.365kNm). Datos extraídos del programa WINEVA

3.6.-ESQUEMA DE LAS DEFORMACIONES DEL PÓRTICO DEL VOLUMEN E



Deformaciones Totales



Deformaciones ELU (Estado Límite Último)

PN-17

PL-17

PK-17

PI-17

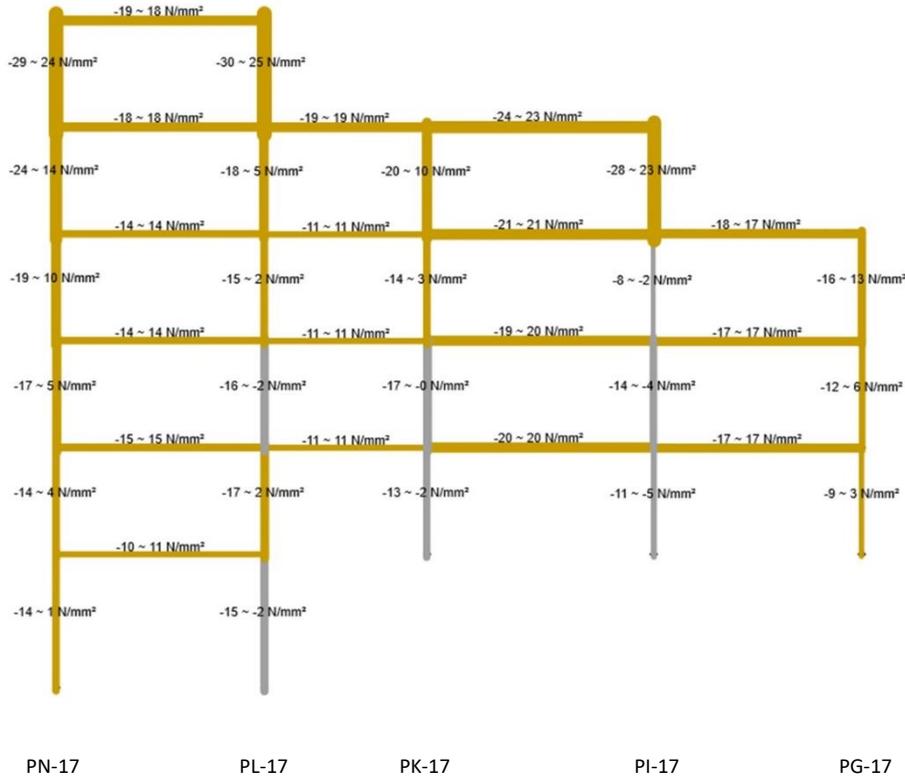
PG-17

Barras	DEFORMACIONES										Flecha máx	Fl/long1/...
	0.1 mm	0.2 mm	0.3 mm	0.4 mm	0.5 mm	0.6 mm	0.7 mm	0.8 mm	0.9 mm			
P01: PN-17/PL-17	0.7	1.6	2.3	2.9	3.1	3.0	2.4	1.6	0.8	3.12	1987	
P02: PN-17/PL-17	0.7	1.7	2.6	3.3	3.5	3.3	2.6	1.6	0.6	3.54	1751	
P02: PL-17/PK-17	0.1	0.3	0.5	0.6	0.5	0.4	0.2	0.0	-0.1	0.54	9022	
P02: PK-17/PI-17	0.9	2.3	3.7	4.6	5.0	4.6	3.6	2.2	0.8	4.99	1363	
P02: PI-17/PG-17	0.4	1.3	2.2	3.0	3.3	3.2	2.7	1.8	0.8	3.33	1864	
P03: PN-17/PL-17	0.9	2.0	3.1	3.9	4.1	3.8	3.1	2.0	0.8	4.11	1509	
P03: PL-17/PK-17	-0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	-0.0	-0.1	-0.2	0.23	20939	
P03: PK-17/PI-17	1.0	2.4	3.9	4.9	5.2	4.8	3.8	2.3	0.9	5.22	1302	
P03: PI-17/PG-17	0.4	1.3	2.2	3.0	3.3	3.2	2.7	1.8	0.8	3.33	1863	
P04: PN-17/PL-17	1.1	2.4	3.5	4.3	4.6	4.2	3.4	2.2	1.0	4.55	1362	
P04: PL-17/PK-17	-0.1	-0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	0.10	50045	
P04: PK-17/PI-17	1.0	2.4	3.8	4.8	5.0	4.6	3.5	2.1	0.7	5.04	1350	
P04: PI-17/PG-17	0.6	1.7	2.9	3.8	4.3	4.2	3.6	2.5	1.2	4.29	1446	
P05: PN-17/PL-17	1.8	3.7	5.4	6.4	6.7	6.2	5.0	3.3	1.5	6.74	919	
P05: PL-17/PK-17	-0.4	-0.6	-0.7	-0.9	-1.0	-1.2	-1.3	-1.2	-0.8	-1.04	4676	
P05: PK-17/PI-17	2.2	5.1	7.8	9.9	11.0	10.7	9.3	6.7	3.4	10.96	620	
P06: PN-17/PL-17	2.9	5.7	8.0	9.5	10.0	9.5	8.0	5.7	2.8	10.03	618	
P00: PN-17	-0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.37	10814	
P01: PN-17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.07	49079	
P02: PN-17	0.1	0.2	0.1	-0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.2	-0.16	20123	

Barras	DEFORMACIONES										Flecha máx	Fl/long1/...
	0.1 mm	0.2 mm	0.3 mm	0.4 mm	0.5 mm	0.6 mm	0.7 mm	0.8 mm	0.9 mm			
P03: PN-17	0.2	0.3	0.2	0.0	-0.2	-0.3	-0.5	-0.5	-0.3	-0.17	19009	
P04: PN-17	0.3	0.3	0.2	-0.1	-0.4	-0.7	-0.9	-0.9	-0.6	-0.44	7253	
P05: PN-17	0.4	0.4	0.1	-0.3	-0.8	-1.2	-1.4	-1.4	-1.0	-0.77	4132	
P00: PL-17	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4	10123	
P01: PL-17	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	-0.0	0.0	0.0	-0.21	15465	
P02: PL-17	-0.0	-0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.13	23808	
P03: PL-17	-0.1	-0.1	-0.1	-0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.06	52986	
P04: PL-17	-0.1	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.5	0.3	0.24	13521	
P05: PL-17	-0.3	-0.2	0.1	0.6	1.0	1.5	1.7	1.6	1.1	1.05	3050	
P01: PK-17	0.0	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.15	21915	
P02: PK-17	0.1	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.07	47439	
P03: PK-17	0.1	0.2	0.1	0.1	-0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.03	112332	
P04: PK-17	0.1	0.0	-0.1	-0.4	-0.6	-0.8	-0.9	-0.8	-0.5	-0.6	5335	
P01: PI-17	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.09	34872	
P02: PI-17	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.04	74852	
P03: PI-17	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.0	-0.12	27590	
P04: PI-17	0.1	0.5	1.0	1.4	1.9	2.1	2.2	1.9	1.2	1.87	1708	
P01: PG-17	0.0	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.32	9971	
P02: PG-17	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	0.2	0.2	0.3	0.2	0.04	72659	
P03: PG-17	-0.1	-0.1	0.0	0.2	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	0.38	8434	

*La flecha máxima se sitúa en la barra horizontal PK-17/PI-17 en la Planta Quinta de 11mm. Datos extraídos del programa WINEVA

3.7.-ESQUEMA DE LAS TENSIONES DEL PÓRTICO DEL VOLUMEN E



TENSIONES							
Barras	TensMax N/mm2	TensMin N/mm2	TensAxMax N/mm2	TensAxMin N/mm2	TensFIMax N/mm2	TensFIMin N/mm2	Coef. Esbeltez
P03:	11.0	-10.9	0.0	0.0	11.0	-11.0	1.000
PL-17/PK-17							
P03:	19.7	-19.5	0.1	0.1	19.6	-19.6	1.000
PK-17/PI-17							
P03:	17.4	-17.2	0.1	0.1	17.3	-17.3	1.000
PI-17/PG-17							
P04:	13.6	-14.0	-0.2	-0.2	13.8	-13.8	1.002
PN-17/PL-17							
P04:	11.0	-11.2	-0.1	-0.1	11.1	-11.1	1.001
PL-17/PK-17							
P04:	20.8	-21.2	-0.2	-0.2	21.0	-21.0	1.002
PK-17/PI-17							
P04:	17.4	-18.2	-0.4	-0.4	17.8	-17.8	1.003
PI-17/PG-17							
P05:	18.1	-17.8	0.1	0.1	18.0	-18.0	1.000
PN-17/PL-17							
P05:	19.0	-19.3	-0.1	-0.1	19.1	-19.1	1.001
PL-17/PK-17							
P05:	23.4	-24.0	-0.3	-0.3	23.7	-23.7	1.003
PK-17/PI-17							
P06:	18.3	-19.2	-0.4	-0.4	18.7	-18.7	1.004
PN-17/PL-17							
P00:	1.1	-13.9	-6.3	-6.4	7.4	-7.4	1.023
PN-17							
P01:	4.2	-14.2	-4.9	-5.0	9.1	-9.1	1.011
PN-17							
P02:	5.2	-17.5	-6.1	-6.2	11.3	-11.3	1.022
PN-17							
P03:	10.1	-19.1	-4.5	-4.6	14.5	-14.5	1.016
PN-17							
P04:	13.9	-24.3	-5.1	-5.3	19.1	-19.1	1.034
PN-17							
P05:	24.2	-29.3	-2.5	-2.6	26.7	-26.7	1.016
PN-17							
P00:	-1.8	-15.4	-8.5	-8.7	6.8	-6.8	1.031
PL-17							
P01:	2.2	-16.7	-7.2	-7.3	9.4	-9.4	1.017
PL-17							

TENSIONES							
Barras	TensMax N/mm2	TensMin N/mm2	TensAxMax N/mm2	TensAxMin N/mm2	TensFIMax N/mm2	TensFIMin N/mm2	Coef. Esbeltez
P02: PL-17	-1.7	-15.9	-8.7	-8.9	7.1	-7.1	1.032
P03: PL-17	2.0	-14.5	-6.2	-6.3	8.2	-8.2	1.032
P04: PL-17	5.1	-18.2	-6.5	-6.6	11.6	-11.6	1.043
P05: PL-17	25.1	-30.2	-2.5	-2.6	27.6	-27.6	1.016
P01: PK-17	-1.6	-13.4	-7.4	-7.5	5.9	-5.9	1.017
P02: PK-17	-0.4	-16.9	-8.6	-8.7	8.2	-8.2	1.031
P03: PK-17	2.9	-14.2	-5.6	-5.7	8.5	-8.5	1.021
P04: PK-17	9.8	-19.7	-4.9	-5.0	14.7	-14.7	1.032
P01: PI-17	-4.9	-10.7	-7.8	-7.9	2.8	-2.8	1.018
P02: PI-17	-3.5	-13.8	-8.6	-8.7	5.1	-5.1	1.031
P03: PI-17	-2.2	-8.0	-5.0	-5.1	2.8	-2.8	1.018
P04: PI-17	22.5	-27.6	-2.5	-2.6	25.0	-25.0	1.016
P01: PG-17	3.4	-9.3	-2.9	-3.0	6.3	-6.3	1.007
P02: PG-17	6.1	-12.0	-2.9	-3.0	9.0	-9.0	1.011
P03: PG-17	12.8	-15.7	-1.4	-1.5	14.2	-14.2	1.005

*El Pilar de la Planta Quinta es el que tiene mayor tensión debido a las acciones del viento. P05 PL-17: -30.2 N/mm2. Datos extraídos del programa WINEVA

4.-COMPROBACIONES DEL RESULTADO

Comparación entre los resultados extraídos del programa WINEVA y el predimensionado
Momentos característicos bajo cargas permanentes y sobrecargas; en la jácena de la planta tercera.
MOMENTO GRAVITATORIO

PLANTA	MOMENTO G kNm	MOMENTO Q kNm	MOMENTO G+Q kNm	MOMENTO PREDIMENSIONADO	%
Tercera	155.58	77.3	232.88	199.13	14.5%

Momentos característicos bajo cargas permanentes y sobrecargas; en la jácena de la planta baja.

MOMENTO GRAVITATORIO

PLANTA	MOMENTO G kNm	MOMENTO Q kNm	MOMENTO G+Q kNm	MOMENTO PREDIMENSIONADO	%
Baja	114.06	85.27	199.33	194.06	2.65%

Momentos característicos bajo cargas del viento; de Planta Baja.

MOMENTO VIENTO

PILAR	MOMENTO VIENTO kNm	MOMENTO PREDIMENSIONADO kNm	%
Baja	65.27	106.34	38%

Axiales característicos bajo cargas permanentes y sobrecargas; de Planta Baja

AXIAL

PILAR	AXIAL G kN	AXIAL Q kN	AXIAL G+Q kN	AXIAL PREDIMENSIONADO kN	%
P00: PL-17	1065.34	485.88	1551.22	1272.88	17.95

La comparativa entre ambos métodos de cálculo (WINEVA y manual) muestra resultados interesantes y fiables sabiendo que se ha realizado un cambio en la sección de pilares y jácenas de la planta cuarta y quinta para disminuir la flecha y tener una estructura más conservadora.

- El momento gravitatorio asociado a la jácena tiene un porcentaje muy bajo de error teniendo en cuenta el cambio propuesto.
- El momento gravitatorio asociado al pilar es prácticamente similar por lo que el resultado es fiable.
- El momento del viento es el que más varía, por lo que seleccionamos el momento obtenido por WINEVA debido a tener una mayor precisión
- El axil obtenido por WINEVA es mayor que el predimensionado.

5.-SECCIONES DEFINITIVAS DEL PÓRTICO DEL VOLUMEN E

PILARES	SECCIÓN	JÁCENAS	SECCIÓN
P00: Muro de contención	50x50cm	P00: PN-17/PL-17	45x60cm
P01: PN-17	50x50cm	P01: PN-17/PL-17	40x50cm
P02: PN-17	40x40cm	P01: PL-17/PK-17	40x50cm
P03: PN-17	40x40cm	P01: PK-17/PI-17	40x50cm
P04: PN-17	40x40cm	P01: PI-17/PG-17	40x50cm
P05: PN-17	40x40cm	P02: PN-17/PL-17	40x50cm
P00: Muro de contención	50x50cm	P02: PL-17/PK-17	40x50cm
P01: PL-17	50x50cm	P02: PK-17/PI-17	40x50cm
P02: PL-17	40x40cm	P02: PI-17/PG-17	40x50cm
P03: PL-17	40x40cm	P03: PN-17/PL-17	40x50cm
P04: PL-17	40x40cm	P03: PL-17/PK-17	40x50cm
P05: PL-17	40x40cm	P03: PK-17/PI-17	40x50cm
P01: PK-17	50x50cm	P03: PI-17/PG-17	40x50cm
P02: PK-17	40x40cm	P04: PN-17/PL-17	30x50cm
P03: PK-17	40x40cm	P04: PL-17/PK-17	30x50cm
P04: PK-17	40x40cm	P04: PK-17/PI-17	30x50cm
P01: PI-17	50x50cm	P05: PN-17/PL-17	30x50cm
P02: PI-17	40x40cm		
P03: PI-17	40x40cm		
P04: PI-17	40x40cm		
P01: PG-17	50x50cm		
P02: PG-17	40x40cm		
P03: PG-17	40x40cm		

* El muro de Contención se ha introducido en el pórtico asumiendo una sección de 50cm. Esto favorecerá la inercia térmica.

* Al considerar una estructura prefabricada de hormigón aplicamos un mínimo de 40 x 40 cm de sección de pilar para cumplir con los estándares del sector de la construcción.

6.-ARMADURA DEL FORJADO

6.1.-CÁLCULO DE LA ARMADURA DE REPARTO

La armadura de reparto va colocada en la capa de compresión.
Se separa las armaduras como máximo 35cm y no pueden estar a menos de 5cm de distancia (desde el eje de sus diámetros).

Armado perpendicular a la vigueta

$$A_s = 1.1 \cdot h_o \cdot 100/1000 = 0.55 \text{ cm}^2//\text{m} \rightarrow \emptyset 5\text{mm} = 0.196 \text{ cm}^2/$$

$$A_s/\pi r^2/ = 0.55/0.196 = 2.8 \rightarrow 3\emptyset 5/\text{m}$$

$$s = 1 \text{ m}/3 \text{ redondos} = 33\text{cm} \quad 33\text{cm} < 35\text{cm} \text{ (CUMPLE)}$$

La armadura perpendicular la separaremos 5cm y se separará por tanto **30cm**.

Armado paralelo a la vigueta

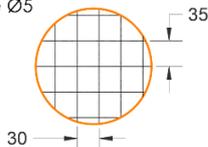
$$A_s = 0.6 \cdot h_o \cdot 100/1000 = 0.30 \text{ cm}^2//\text{m} \rightarrow \emptyset 5\text{mm} = 0.196 \text{ cm}^2/$$

$$A_s/\pi r^2/ = 0.30/0.196 = 1.53 \rightarrow 2\emptyset 5/\text{m}$$

$$s = 1 \text{ m}/2 \text{ redondos} = 50\text{cm} \quad 50\text{cm} > 35\text{cm} \text{ (NO CUMPLE)}$$

La armadura paralela nos da una separación superior a 35cm, por tanto, la separación máxima perpendicular será de **35cm**.

Mallazo de 30 · 35cm redondos de Ø5



6.2.-LONGITUDES DE ARMADURA

Separación entre armaduras de refuerzo (si $S < 0.2 \cdot L$ continuaremos la armadura)

$$S1 = 0.2 \cdot 6.2 = 1.24\text{m} \rightarrow 4.56\text{m} > 1.24\text{m}$$

$$S10 = 0.2 \cdot 4.88 = 0.97\text{m} \rightarrow 0.93\text{m} > 0.97\text{m} \text{ NO CUMPLE}$$

$$S2 = 0.2 \cdot 6.2 = 1.24\text{m} \rightarrow 3.45\text{m} > 1.24\text{m}$$

$$S11 = 0.2 \cdot 6.8 = 1.36\text{m} \rightarrow 3.87\text{m} > 1.24\text{m}$$

$$S3 = 0.2 \cdot 4.88 = 0.97\text{m} \rightarrow 0.93\text{m} > 0.97\text{m} \text{ NO CUMPLE}$$

$$S12 = 0.2 \cdot 6.2 = 1.24\text{m} \rightarrow 3.87\text{m} > 1.24\text{m}$$

$$S4 = 0.2 \cdot 6.8 = 1.36\text{m} \rightarrow 3.87\text{m} > 1.24\text{m}$$

$$S13 = 0.2 \cdot 6.2 = 1.24\text{m} \rightarrow 3.45\text{m} > 1.24\text{m}$$

$$S5 = 0.2 \cdot 6.2 = 1.24\text{m} \rightarrow 3.45\text{m} > 1.24\text{m}$$

$$S14 = 0.2 \cdot 4.88 = 0.97\text{m} \rightarrow 0.93\text{m} > 0.97\text{m} \text{ NO CUMPLE}$$

$$S6 = 0.2 \cdot 4.88 = 0.97\text{m} \rightarrow 0.93\text{m} > 0.97\text{m} \text{ NO CUMPLE}$$

$$S15 = 0.2 \cdot 6.8 = 1.36\text{m} \rightarrow 3.87\text{m} > 1.24\text{m}$$

$$S7 = 0.2 \cdot 6.8 = 1.36\text{m} \rightarrow 3.87\text{m} > 1.24\text{m}$$

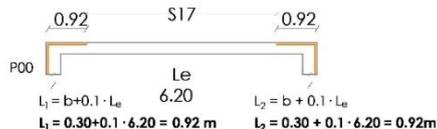
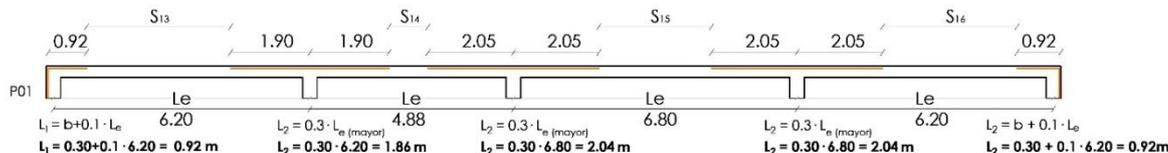
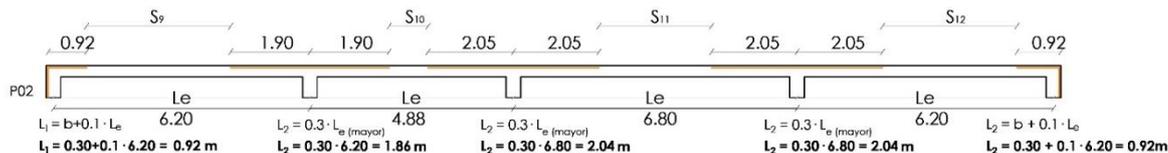
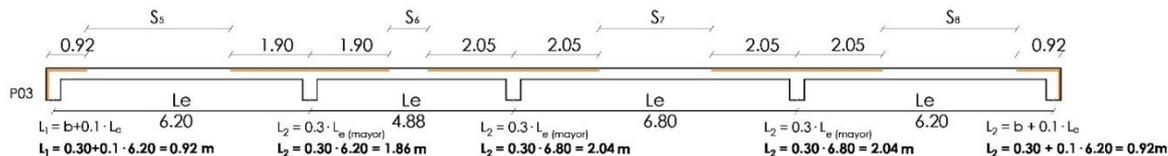
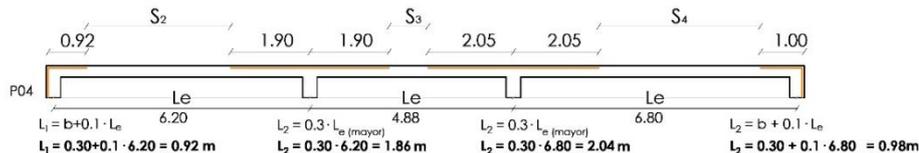
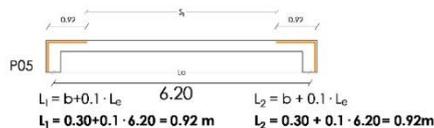
$$S16 = 0.2 \cdot 6.2 = 1.24\text{m} \rightarrow 3.87\text{m} > 1.24\text{m}$$

$$S8 = 0.2 \cdot 6.2 = 1.24\text{m} \rightarrow 3.87\text{m} > 1.24\text{m}$$

$$S17 = 0.2 \cdot 6.2 = 1.24\text{m} \rightarrow 3.45\text{m} > 1.24\text{m}$$

$$S9 = 0.2 \cdot 6.2 = 1.24\text{m} \rightarrow 4.56\text{m} > 1.24\text{m}$$

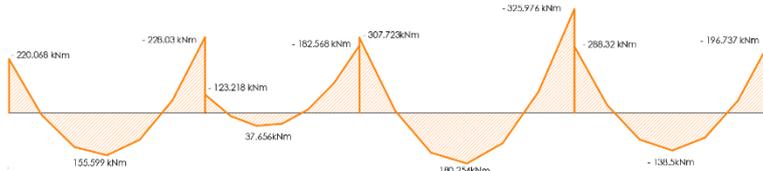
*Los tramos que no cumplen deben continuar la armadura



7.-ARMADURA LONGITUDINAL DE LAS JÁCENAS

7.1.-CÁLCULO DE LA ARMADURA LONGITUDINAL DE LA JÁCENA DE LA PLANTA TERCERA

Momentos Estado Límite Último en Planta Tercera



7.1.1.- CÁLCULO DE LA ARMADURA LONGITUDINAL EN NEGATIVO

$M_d = 325.976 \text{ kNm}$; Sección $40\text{cm} \times 50\text{cm}$

$$\mu = \frac{M_d}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{325.976 \cdot 10^6}{400 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{1.5}} = 0.24 \quad \mu = 0.24 \rightarrow w = 0.2913$$

$$w = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} \rightarrow A_s \cdot f_{yd} = w \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} = 0.2913 \cdot 400 \cdot 450 \cdot \frac{25}{1.5} = \mathbf{873.9 \text{ kN}}$$

Si $A_s \cdot f_{yd} = 873.9 \text{ kN} \rightarrow \mathbf{7\text{Ø}20\text{mm}}$

La capacidad mecánica de $7\text{Ø}20\text{mm}$ es de 956.13 kN ; por tanto, la cuantía real será:

$$w = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{956.13 \cdot 1000}{400 \cdot 450 \cdot \frac{25}{1.5}} = 0.3187 \rightarrow \mu = \mathbf{0.25}$$

El momento realmente resistido:

$$M_{RR} = \mu \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.25 \cdot 400 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{1.5} = \mathbf{337.5 \text{ kNm}}$$

La capacidad mecánica de $6\text{Ø}20\text{mm}$ es de 819.54 kN ; por tanto, la cuantía real será:

$$w = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{819.54 \cdot 1000}{400 \cdot 450 \cdot \frac{25}{1.5}} = 0.2731 \rightarrow \mu = \mathbf{0.23}$$

El momento realmente resistido:

$$M_{RR} = \mu \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.23 \cdot 400 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{1.5} = \mathbf{310.5 \text{ kNm}}$$

La capacidad mecánica de $5\text{Ø}20\text{mm}$ es de 682.95 kN ; por tanto, la cuantía real será:

$$w = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{682.95 \cdot 1000}{400 \cdot 450 \cdot \frac{25}{1.5}} = 0.2276 \rightarrow \mu = \mathbf{0.20}$$

El momento realmente resistido:

$$M_{RR} = \mu \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.20 \cdot 400 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{1.5} = \mathbf{270 \text{ kNm}}$$

ξ	μ	ω	$\omega / f_{yd} \cdot 10^3$	
0,0891	0,03	0,0310		DOMINIO 2
0,1042	0,04	0,0415		
0,1181	0,05	0,0522		
0,1312	0,06	0,0630		
0,1438	0,07	0,0739		
0,1561	0,08	0,0849		
0,1667	0,0886	0,0945		
0,1684	0,09	0,0960		
0,1810	0,10	0,1074		
0,1937	0,11	0,1189		
0,2066	0,12	0,1306		
0,2198	0,13	0,1426		
0,2330	0,14	0,1546		
0,2466	0,15	0,1669		
0,2590	0,1590	0,1782		
0,2608	0,16	0,1795		
0,2796	0,17	0,1924		
0,2988	0,18	0,2056		
0,3183	0,19	0,2190		
0,3383	0,20	0,2328		
0,3587	0,21	0,2468		
0,3796	0,22	0,2612		
0,4012	0,23	0,2761		
0,4234	0,24	0,2913		
0,4461	0,25	0,3069		
0,4696	0,26	0,3232		
0,4939	0,27	0,3398		
0,5188	0,28	0,3570		
0,5450	0,29	0,3750		
0,5721	0,30	0,3937		
0,6006	0,31	0,4133		
0,6283	0,3193	0,4323	0,0994	
0,6305	0,32	0,4338	0,1007	
0,6476	0,3256	0,4456	0,1114	
0,6618	0,33	0,4554	0,1212	
0,6681	0,3319	0,4597	0,1259	
0,6788	0,3352	0,4671	0,1343	
0,6952	0,34	0,4783	0,1484	
0,7310	0,35	0,5030	0,1860	
0,7697	0,36	0,5296	0,2408	
0,7788	0,3623	0,5359	0,2568	
0,7935	0,3658	0,5460	0,2854	
0,8119	0,37		0,3280	
0,8597	0,38		0,4910	
0,9152	0,39		0,9251	
0,9848	0,40		5,9911	
				DOMINIO 3
				DOMINIO 4

7.1.2.- CÁLCULO DE LA ARMADURA LONGITUDINAL EN POSITIVO

Md= 180.254 kNm; Sección 40cm x 50cm

$$\mu = \frac{Md}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{180.254 \cdot 10^6}{400 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{1.5}} = 0.13 \quad \mu = 0.13 \rightarrow w = 0.1426$$

$$w = \frac{As \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} \rightarrow As \cdot f_{yd} = w \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} = 0.1426 \cdot 400 \cdot 450 \cdot \frac{25}{1.5} = 427.8 \text{ kN}$$

Si $As \cdot f_{yd} = 427.8 \text{ kN} \rightarrow 4\emptyset 20 \text{ mm}$

La capacidad mecánica de **4\emptyset 20mm** es de 546.36kN; por tanto, la cuantía real será:

$$w = \frac{As \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{546.36 \cdot 1000}{400 \cdot 450 \cdot \frac{25}{1.5}} = 0.182 \rightarrow \mu = 0.17$$

El momento realmente resistido:

$$M_{RR} = \mu \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.17 \cdot 400 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{1.5} = 229.5 \text{ kNm}$$

La capacidad mecánica de **3\emptyset 20mm** es de 409.77kN; por tanto, la cuantía real será:

$$w = \frac{As \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{409.77 \cdot 1000}{400 \cdot 450 \cdot \frac{25}{1.5}} = 0.137 \rightarrow \mu = 0.13$$

Acero B-500-S para armaduras traccionadas:

φ mm	NÚMERO DE BARRAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	12,29	24,58	36,87	49,16	61,45	73,74	86,03	98,32	110,61	122,90
8	21,85	43,70	65,55	87,40	109,25	131,10	152,95	174,80	196,65	218,50
10	34,15	68,30	102,45	136,60	170,75	204,90	239,05	273,20	307,35	341,50
12	49,17	98,34	147,51	196,68	245,85	295,02	344,19	393,36	442,53	491,70
14	66,93	133,86	200,79	267,72	334,65	401,58	468,51	535,44	602,37	669,30
16	87,42	174,84	262,26	349,68	437,10	524,52	611,94	699,36	786,78	874,20
20	136,59	273,18	409,77	546,36	682,95	819,54	956,13	1092,72	1229,31	1365,90
25	213,42	426,84	640,26	853,68	1067,10	1280,52	1493,94	1707,36	1920,78	2134,20
32	349,67	699,34	1049,01	1398,68	1748,35	2098,02	2447,69	2797,36	3147,03	3496,70
40	546,36	1092,72	1639,08	2185,44	2731,80	3278,16	3824,52	4370,88	4917,24	5463,60

El momento realmente resistido:

$$M_{RR} = \mu \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.13 \cdot 400 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{1.5} = 175.5 \text{ kNm}$$

La capacidad mecánica de **2\emptyset 20mm** es de 273.18kN; por tanto, la cuantía real será:

$$w = \frac{As \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{273.18 \cdot 1000}{400 \cdot 450 \cdot \frac{25}{1.5}} = 0.091 \rightarrow \mu = 0.0886$$

El momento realmente resistido:

$$M_{RR} = \mu \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.0886 \cdot 400 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{1.5} = 119.61 \text{ kNm}$$

La capacidad mecánica de **1\emptyset 20mm** es de 136.59kN; por tanto, la cuantía real será:

$$w = \frac{As \cdot f_{yd}}{b \cdot d \cdot f_{cd}} = \frac{136.59 \cdot 1000}{400 \cdot 450 \cdot \frac{25}{1.5}} = 0.046 \rightarrow \mu = 0.05$$

El momento realmente resistido:

$$M_{RR} = \mu \cdot b \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 0.05 \cdot 400 \cdot 450^2 \cdot \frac{25}{1.5} = 67.5 \text{ kNm}$$

Tabla: Capacidad Mecánica en kN según el número de barras traccionadas acero B 500 S

7.1.3.- CÁLCULO DESPIECE ARMADO LONGITUDINAL

	As-fyd kN	As cm ²	w	μ	Mr m·kN
1 ø 20 mm	136.59	3.14	0.046	0.05	67.5
2 ø 20 mm	273.18	6.28	0.091	0.0886	119.61
3 ø 20 mm	409.77	9.42	0.137	0.13	175.5
4 ø 20 mm	546.36	12.56	0.182	0.17	229.5
5 ø 20 mm	682.95	15.7	0.2276	0.20	270
6 ø 20 mm	819.54	18.84	0.2731	0.23	310.5
7 ø 20 mm	956.13	21.98	0.3187	0.25	337.5

Hormigón	HA= 25	Acero	B500S	Cargas	
f/ck (resist. característica)	25 N/mm ²	f/yk (resist. característica)	500 N/mm ²	Y/G (coef. Majoración G)	1.35
Y/c (coef. minoración)	1.5	Y/s (coef. minoración)	1.15	Y/Q (coef. majoración Q)	1.5
f/cd (resist. cálculo)	16.67 N/mm ²	f/yd (resist. cálculo)	434.7 N/mm ²	Ambiente IIa	Recub: 3.5cm
				Tamaño rápido	2cm

7.1.4.- CÁLCULO DE LA ARMADURA DE ANCLAJE

Hormigón → HA-25

Acero → B500S

ø= 2.00cm

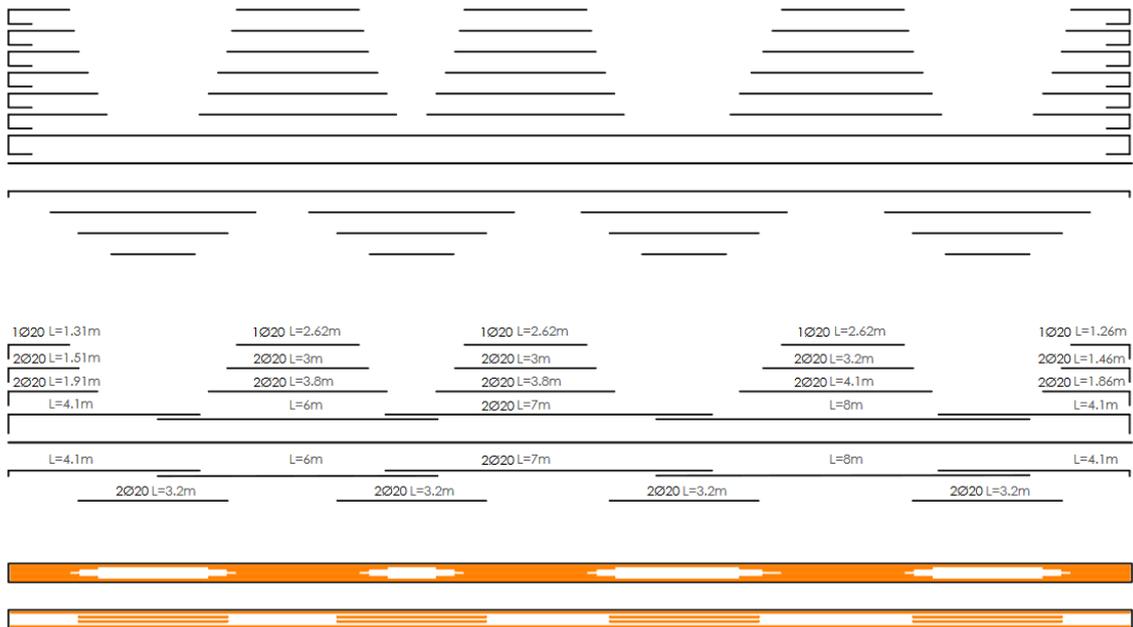
Se considera por normativa m=15

$$lb_{II} = 1.4 \cdot m \cdot \phi^2 = 1.4 \cdot 15 \cdot 2^2 = 84\text{cm}$$

- $\frac{f_{yk} \cdot \phi}{14} \cdot 2\text{cm} = \frac{500 \cdot 2}{14} = 71.42\text{cm}$
- 15cm
- 10 ø = 10 · 2 = 20cm

$$lb_I = 1 \cdot m \cdot \phi^2 = 1 \cdot 15 \cdot 2^2 = 60\text{cm}$$

- $\frac{f_{yk} \cdot \phi}{20} \cdot 2\text{cm} = \frac{400 \cdot 2}{20} = 40\text{cm}$
- 15cm
- 10 ø = 10 · 2 = 20cm



Despiece armado longitudinal

7.2.-ARMADURA TRANSVERSAL DE LAS JÁCENAS

7.2.1.- COMPROBACIÓN QUE EL HORMIGÓN SOPORTA LAS FUERZAS DE COMPRESIÓN

$$V_{u1} = 0.3 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d = 0.3 \cdot \frac{25}{1.5} \cdot 400 \cdot 450 = 900 \text{ kN} \geq V_{rd}$$

Comprobamos que V_{u1} siempre es más grande que los valores máximos de los cortantes.

7.2.2.- CORTANTE QUE ABSORBE EL HORMIGÓN

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1.67 \leq 2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \leq 0.02 \rightarrow \frac{2 \cdot (\pi \cdot 10^2)}{400 \cdot 450} = 0.0035 \leq 0.02 \quad \text{CUMPLE}$$

$$V_{CU \text{ min}} = \frac{0.075}{\gamma_c} \cdot \sqrt[3]{\xi^2} \cdot \sqrt{f_{cd}} \cdot b \cdot d = \frac{0.075}{1.5} \cdot \sqrt[3]{1.67^2} \cdot \sqrt{\frac{25}{1.5}} \cdot 400 \cdot 450 = 51.71 \text{ kN}$$

7.2.3.- CÁLCULO ESTRIBADO MÍNIMO

Dimensión del armado

$$A_{S_{2\emptyset 8}} = n \cdot \pi \cdot r^2 = 2 \cdot \pi \cdot 4^2 = 100.5 \text{ mm}^2$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_Y} = \frac{500}{1.15} = 434.78 > 400. \text{ Por lo tanto } f_{yd} = 400 \text{ N/mm}^2$$

7.2.4.- CONTRIBUCIÓN DEL ACERO

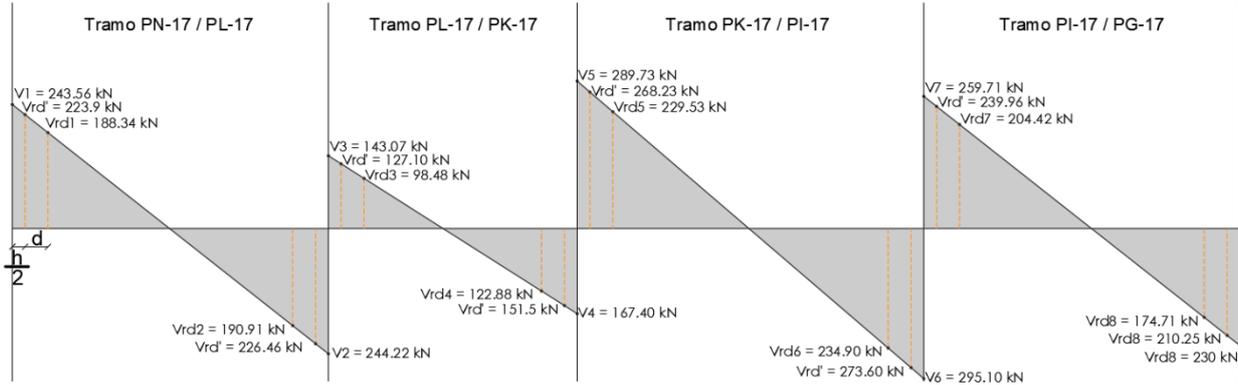


Diagrama de cortantes de la planta tercera extraído del programa WINEVA

7.2.4.1.- Tramo PN-17/PL-17

Estribo mínimo $Vrd2=190.91$ kN

Vrd1

$V1 = 243.56$ Kn
 $Vrd1 = 188.34$ kN

$$V_{u1} = V_{cu} + V_{su} \quad V_{cu} \leq Vrd1 \rightarrow 51.71 \leq 188.34 \text{ kN}$$

$$V_{su} = Vrd1 - V_{cu} = 188.34 - 51.71 = 136.63 \text{ kN}$$

$$S_t = \frac{0.9 \cdot d \cdot A_r \cdot f_y d}{V_{su}} = \frac{0.9 \cdot 450 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 4^2 \cdot 400}{136630} = 119.20 \text{ mm} = 11.9 \text{ cm}$$

Para facilitar la colocación del armado transversal, colocaremos **2Ø8 mm c/ 15cm**

Vrd 2

$V2 = 244.22$ kN
 $Vrd2 = 190.91$ kN

$$V_{u1} = V_{cu} + V_{su} \quad V_{cu} \leq Vrd2 \rightarrow 51.71 \leq 190.91 \text{ kN}$$

$$V_{su} = Vrd2 - V_{cu} = 190.91 - 51.71 = 139.2 \text{ kN}$$

$$S_t = \frac{0.9 \cdot d \cdot A_r \cdot f_y d}{V_{su}} = \frac{0.9 \cdot 450 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 4^2 \cdot 400}{139200} = 117 \text{ mm} = 11.7 \text{ cm}$$

Para facilitar la colocación del armado transversal, colocaremos **2Ø8 mm c/ 15cm**

7.2.4.2.- Tramo PL-17/PK-17

Estribado mínimo Vrd4=167.4 kN

Vrd 3

V3= 289.73 kN

Vrd3= 98.48 kN

$$V_{u1} = V_{cu} + V_{su} \quad V_{cu} \leq Vrd \rightarrow 51.71 \leq 98.48 \text{ kN}$$

$$V_{su} = Vrd3 - V_{cu} = 98.48 - 51.71 = 46.77 \text{ kN}$$

$$S_t = \frac{0.9 \cdot d \cdot A_r \cdot f_y d}{V_{su}} = \frac{0.9 \cdot 450 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 4^2 \cdot 400}{46770} = 348.2 \text{ mm} = 3.48 \text{ cm}$$

Para facilitar la colocación del armado transversal, colocaremos **4Ø8 mm c/ 30cm**

7.2.4.3.- Tramo PK-17/PI-17

Estribado mínimo Vrd6=295.10 kN

Vrd 5

V5= 143.07 kN

Vrd5= 229.53 kN

$$V_{u1} = V_{cu} + V_{su} \quad V_{cu} \leq Vrd \rightarrow 51.71 \leq 229.53 \text{ kN}$$

$$V_{su} = Vrd5 - V_{cu} = 229.53 - 51.71 = 177.82 \text{ kN}$$

$$S_t = \frac{0.9 \cdot d \cdot A_r \cdot f_y d}{V_{su}} = \frac{0.9 \cdot 450 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 4^2 \cdot 400}{177820} = 91.58 \text{ mm} = 9.2 \text{ cm}$$

Para facilitar la colocación del armado transversal, colocaremos **2Ø8 mm c/ 10cm**

7.2.4.4.- Tramo PK-17/PI-17

Estribado mínimo Vrd6=295.10 kN

Vrd 7

V7= 259.71 kN

Vrd7= 204.42 kN

$$V_{u1} = V_{cu} + V_{su} \quad V_{cu} \leq Vrd \rightarrow 51.71 \leq 204.42 \text{ kN}$$

$$V_{su} = Vrd7 - V_{cu} = 204.42 - 51.71 = 152.71 \text{ kN}$$

$$S_t = \frac{0.9 \cdot d \cdot A_r \cdot f_y d}{V_{su}} = \frac{0.9 \cdot 450 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 4^2 \cdot 400}{152710} = 106.64 \text{ mm} = 10.66 \text{ cm}$$

Para facilitar la colocación del armado transversal, colocaremos **2Ø8 mm c/ 15cm**

Vrd 4

V4= 167.4 kN

Vrd4= 122.88 kN

$$V_{u1} = V_{cu} + V_{su} \quad V_{cu} \leq Vrd4 \rightarrow 51.71 \leq 122.88 \text{ kN}$$

$$V_{su} = Vrd4 - V_{cu} = 122.88 - 51.71 = 71.17 \text{ kN}$$

$$S_t = \frac{0.9 \cdot d \cdot A_r \cdot f_y d}{V_{su}} = \frac{0.9 \cdot 450 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 4^2 \cdot 400}{71170} = 228 \text{ mm} = 22.8 \text{ cm}$$

Para facilitar la colocación del armado transversal, colocaremos **3Ø8 mm c/ 20cm**

Vrd 6

V6= 295.10 kN

Vrd6= 273.6 kN

$$V_{u1} = V_{cu} + V_{su} \quad V_{cu} \leq Vrd4 \rightarrow 51.71 \leq 273.6 \text{ kN}$$

$$V_{su} = Vrd6 - V_{cu} = 273.6 - 51.71 = 221.89 \text{ kN}$$

$$S_t = \frac{0.9 \cdot d \cdot A_r \cdot f_y d}{V_{su}} = \frac{0.9 \cdot 450 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 4^2 \cdot 400}{221890} = 73.39 \text{ mm} = 7.33 \text{ cm}$$

Para facilitar la colocación del armado transversal, colocaremos **2Ø8 mm c/ 10cm**

Vrd 8

V8= 230 kN

Vrd= 174.71 kN

$$V_{u1} = V_{cu} + V_{su} \quad V_{cu} \leq Vrd4 \rightarrow 51.71 \leq 174.71 \text{ kN}$$

$$V_{su} = Vrd6 - V_{cu} = 174.71 - 51.71 = 123 \text{ kN}$$

$$S_t = \frac{0.9 \cdot d \cdot A_r \cdot f_y d}{V_{su}} = \frac{0.9 \cdot 450 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 4^2 \cdot 400}{123000} = 132.40 \text{ mm} = 13.24 \text{ cm}$$

Para facilitar la colocación del armado transversal, colocaremos **2Ø8 mm c/ 15cm**

8.- GEOTÉCNICO

El estudio geotécnico realizado por “Centre Català Geotècnia” se sitúa en el recinto de Mercabarna, en la zona Franca de Barcelona. Se ha seleccionado este estudio geotécnico como referencia para analizar la cimentación del proyecto atendiendo a valores y características reales, sabiendo que el proyecto no se sitúa en el área indicada. El Proyecto Final de Carrera se sitúa en la cara norte de Montjuïc y se necesitaría de un estudio preciso del lugar.

8.1.-CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS

Nivel Base:

Se constituye por gravas gruesas y arenas. Las gravas son de guijarros muy rodados heterométricos de pizarra y cuarzo en la base, y roca carbonatada y granito por encima. Tiene una potencia homogénea de 13-16m.

Nivel Medio:

Limos de color gris, con arcillas de color gris verdoso y marrón oscuro con un notable contenido orgánico. En la parte alta presenta intercalaciones de arenas. El grosor es variable en forma de mandíbula con un grueso máximo de 25m a la costa y desaparece unos 4km tierra adentro.

Nivel Superior:

Arenas de grano medio con gravas de guijarros redondeados heterométricos, formados por roca calcárea y pizarra. Superficialmente existen depósitos de relleno coluvial y otros de aportación humana.

8.2.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

En el caso que nos ocupa, en los sondeos realizados distinguimos los siguientes niveles geotécnicos:

CAPA R1:

Esta capa se encuentra en superficie a todos los sondeos y tiene un grueso total, en la zona de perforaciones, de entre 0.60m a 1.00m, incluyendo los pavimentos. Está formado por unas tierras de relleno constituidas por arenas poligénicas marrones de origen silicio, heterométricas, todo y que predomina la medida de grano medio con alguna grava fina dispersa. La matriz es de tipo “no plástico”

Se detectan restos de raíces penetrativas dentro de estos materiales, dado la proximidad de vegetación en la zona. El conjunto de la capa R1 se considera de naturaleza granular de matriz “no plástica”, semicompactados.



Arenas de la Capa R1 recuperadas en un ensayo de SPT

De este nivel se han ensayado dos muestras con los siguientes resultados:

Características Geotécnicas		
Muestra ensayada:		m-1 i m-4
Composición:		Arenas Heterométricas
Clasificación suelos según U.S.C.S / H.R.B		SM y A-2-4
Límites de Atterberg	Límite Líquido	-
	Límite Plástico	-
	Índice Plasticidad (Ip)	No plástico
Granulometría	Hasta $\Phi \leq 0.08\text{mm}$	29.9%
	Sales solubles	0.17%
Ensayos químicos	Yeso	0.10%
	Materia Orgánica	0.61%

Según la norma PG-3 para terreno terraplenados descrita en el artículo 330.3.3, publicado por el BOE nº139 (junio 2.002), estos materiales de la capa R1, se clasifican como **suelos tolerables**.

En el ensayo SPT se ha obtenido un valor N_{SPT} de 23, “falseado” por la presencia de alguna grava aislada. Los ensayos penetrométricos obtienen valores de N_p muy variados, entre 15 y 30.

Capa R2:

Esta capa se sitúa por debajo de los materiales anteriores, a una profundidad de entre 0.6 y 0.9 m, respecto a las muestras de perforación. Su grueso oscila entre 0.60m y 1.00m. Está formado por otro nivel de relleno constituido por arcillas de coloración marrón con tonalidades rojizas, muy localmente de color marrón oscuro con pequeños puntos de carbón.

En el conjunto de la capa hay una abundante presencia de grava poligénica, de calcárea, cuarzo y pizarra además de pequeñas zonas carbonatadas. Entre estos materiales se observan pequeñas zonas particularmente arenosas y algunos fragmentos de arcilla de color rojizo aislado.



Arenas de la Capa R2 recuperadas en un ensayo de SPT

De este nivel se han ensayado dos muestras con los siguientes resultados:

Características Geotécnicas		
Muestra ensayada:		m-2
Composición:		Arcillas con arenas y grava
Clasificación suelos según U.S.C.S / H.R.B		CL (SC)
Límites de Atterberg	Límite Líquido	33.2
	Límite Plástico	17.9
	Índice Plasticidad (Ip)	15.3
Granulometría	Hasta $\Phi \leq 0.08\text{mm}$	51.6%
	Sales solubles	0.24%
Ensayos químicos	Materia Orgánica	1.08%

Según la norma PG-3 para terreno terraplenados descrita en el artículo 330.3.3, publicado por el BOE nº139 (junio 2.002), estos materiales de la capa A, se clasifican como **suelos tolerables**.

En el ensayo SPT se ha obtenido un valor N_{SPT} de 9, mientras que en los ensayos penetrométricos la media obtiene valores N_p entre 5 y 7.

8.3.- NIVEL FREÁTICO

En la fecha que se ha analizado el terreno (30-03-2023) no se ha encontrado nivel de agua en ninguno de los sondeos realizados.

Por estudios realizados por la zona se tiene constancia de que el nivel freático se encuentra a 5 metros por debajo de la cota 0 del proyecto.

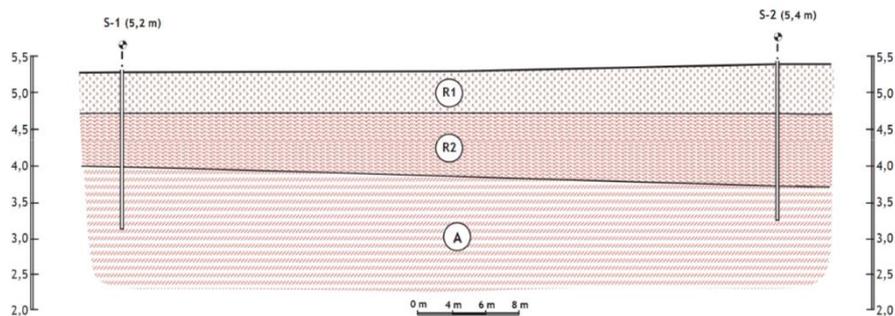
8.4.-RECOMENDACIÓN FINAL

En base a los sondeos y catas realizadas y a la interpretación de ellas mismas, suponiendo una relación geológica normal se han diferenciado 3 capas llamadas R1, R2 y A.

La **capa R1** son tierras de relleno arenosas con un grosor de 0.60 y 0.90 metros. Se trata de materiales granulares con una matriz "no plástica", poco consolidada y de resistencia baja.

La **capa R2** está formada por un paquete de 0.70 a 1.00 metros de grosor de arcillas marrones rojizas con arenas y grava en abundancia. Son materiales cohesivos – granulares, poco consolidados y de resistencia baja

La **capa A** son limos arcillosos marrones con arena y un grosor mínimo de 1.5 metros. Son materiales cohesivos, poco consolidados y de resistencia baja.



	Capa R1: Paviment i reblert de sorres heteromètriques marrons amb graveta dispersa i algunes restes d'arrels.
	Capa R2: Reblert d'argiles de color marró vermellós amb sorra i grava, carbonats i alguns punts de carbó..
	Capa A: Llïms argil·losos marrons amb sorra, graveta dispersa i restes de fragments de closques de gasteròpodes, humits i poc consolidats.

Se plantea conocer las características de la subbase del pavimento actual para caracterizar el tipo de explanada de acuerdo con la norma PG-3.

Según la norma PG-3, para terrenos terraplenados descritos en el artículo 330.3.3, publicado por el BOE nº 139 (junio 2.002), los materiales de las capas R1, R2, A se consideran suelos tolerables.

Según las gráficas de la instrucción de carreteras para firmes flexibles, Norma 6.1 IC, se podrán efectuar las siguientes mejoras:

Para conseguir una explanada **tipo E1** sobre materiales tolerables, se tendrá que coronar con una de las siguientes soluciones:

- Añadir materiales “seleccionados” (símbolo “2” según el artículo 330 del PG-3), con un grosor mínimo de 45cm.
- Añadir materiales “adecuados” (símbolo “1” según el artículo 330 del PG-3), con un grosor mínimo de 60cm.
- Añadir un suelo estabilizante “in situ” con cal o cemento (símbolo “S-EST-1” según el artículo 512 del PG-3), con un grosor mínimo de 25cm.
- En todos los casos se habrá de realizar una compactación suficiente para conseguir una $E_{v2} \geq 60MPa$ en un ensayo de placa de carga.

Para conseguir una explanada **tipo E2** con estos materiales tolerables, se habrá de coronar la explanada con las siguientes soluciones:

- Añadir materiales “seleccionados” (símbolo “2” según el artículo 330 del PG-3), con un grosor mínimo de 75cm.
- Añadir materiales “adecuados” (símbolo “1” según el artículo 330 del PG-3), con un grosor mínimo de 50cm. Posteriormente añadir 40 cm de suelo “seleccionado” (símbolo 2)
- Añadir un suelo estabilizante “in situ” con cal o cemento (símbolo “S-EST-1” según el artículo 512 del PG-3), con un grosor mínimo de 25cm. Posteriormente añadir 25cm más de otro suelo estabilizante “in situ” con cal o cemento (símbolo “S-EST-2”)
- Añadir un suelo estabilizante “in situ” con cal o cemento (símbolo “S-EST-1” según el artículo 512 del PG-3), con un grosor mínimo de 25cm. Posteriormente añadir un suelo “seleccionado” con un índice CBR superior a 20 (símbolo “3”) con un grosor mínimo de 25cm.
- En todos los casos se habrá de realizar una compactación suficiente para conseguir una $E_{v2} \geq 120MPa$ en un ensayo de placa de carga.

Para conseguir una explanada **tipo E3** con estos materiales tolerables, se habrá de coronar la explanada con las siguientes soluciones:

- Añadir 30 cm de material “seleccionados” (símbolo “2” según el artículo 330 del PG-3) y por encima, 30 cm más de suelo estabilizado “in situ” con cal o cemento (símbolo “S-EST-3” según el artículo 512 del PG-3)
- Añadir materiales “adecuados” (símbolo “1” según el artículo 330 del PG-3), con un grosor mínimo de 50cm. Posteriormente añadir 30 cm de suelo estabilizado “in situ” con cal o cemento (símbolo “S-EST-3” según el artículo 512 del PG-3).
- En todos los casos se habrá de realizar una compactación suficiente para conseguir una $E_{v2} \geq 300MPa$ en un ensayo de placa de carga.

Terraplenado

En caso de que el grosor de la explanada y el de la sección firme sean insuficientes para llegar a la cota prevista de proyecto, se realizará un terraplenado previo según las siguientes indicaciones:

- 1) El terreno se extenderá en tongadas de 30cm de grosor y se compactará con máquina vibradora, regándolo convenientemente.
- 2) Al realizar el pliego de condiciones técnicas, se exigirá a la empresa que realiza la compactación, que llegue a una densidad igual o superior al 95% de la densidad máxima que se obtiene, con este mismo material, en el ensayo Proctor Modificado.
- 3) Durante la ejecución de la compactación, se llevará un control para comprobar y corregir el cumplimiento del párrafo anterior.

Se deja a la Dirección Técnica la elección del tipo de explanada más indicada en función de la categoría de tránsito calculada en el proyecto.

Para el cálculo de los esfuerzos de las tierras se cogerán los siguientes parámetros geotécnicos:

Parámetros	Capa R1	Capa R2	Capa A
Cohesión aparente Kg/cm ²	0.04	0.12	0.18
Densidad media T/m ³	1.75	1.99	2.01
Ángulo de rozamiento interno	22°	28°	27°
Permeabilidad cm/seg	10 ⁻⁴	5·10 ⁻⁴	3·10 ⁻⁴

*Estudio Geotécnico realizado por Teodoro González del Centre Català Geotècnia y utilizado por Jorge Bennassar Oliver en su Proyecto Final de Carrera como referencia y análisis.

9.-BAJADA DE CARGAS

9.1.-PREDIMENSIONADO DE LA ZAPATA A PARTIR DEL AXIAL DEL PILAR

Para la resolución de este ejercicio se ha considerado la tensión admisible de **2.50 kg/cm²** que se especifica en el geotécnico en el nivel 3 para zapatas inferiores a 2.50 x 2.50 metros en planta. Los esfuerzos que llegan a la base del pilar en estructuras reticuladas son los axiales, los momentos flectores y los cortantes. Los esfuerzos axiales suelen ser los más importantes a la hora de predimensionar la zapata. Los momentos flectores que llegan a la base del pilar podemos considerarlos insignificantes por lo que en el caso de este proyecto final de carrera no se tendrán en cuenta.

En primer lugar, será necesario calcular las áreas tributarias que se encuentran en cada uno de los pilares en cada planta. Las áreas tributarias se determinan a partir de los ejes entre pilares considerando los núcleos verticales como vacíos y las escaleras como llenos.

Pilar num	Crujía A PK-17/PI-17 m	Crujía B PI-17/PG-17 m	Crujía C PI-17/PI-16 m	L1 (A/2 + B/2)	L1 (C/2)	Área Tributaria m ²
P01:PI-17	6.80	6.20	6.20	6.50	3.10	20.15
P02:PI-17	6.80	6.20	6.20	6.50	3.10	20.15
P03:PI-17	6.80	6.20	6.20	6.50	3.10	20.15
P04:PI-17	6.80	0	6.20	3.4	3.10	10.54

Pilar PI-17	Área Tributaria	CPP+PP	Subtotal Permanentes	Sobrecarga de uso	Subtotal Variables	Total
Planta Primera	20.15	5.3 kN/m ²	106.8kN	5kN/m ²	100.75kN	207.55kN
Planta Segunda	20.15	5.3 kN/m ²	106.8kN	3kN/m ²	60.45kN	167.25kN
Planta Tercera	20.15	5.3 kN/m ²	106.8kN	3kN/m ²	60.45kN	167.25kN
Planta Cuarta	10.54	5.3 kN/m ²	55.86kN	3kN/m ²	31.62kN	87.48kN
			376.26		253.27kN	629.53kN

Pilar	Cargas Permanentes +Peso Propio	Cargas Variables	TOTAL (kN)	Coef. Hiperestatismo	TOTAL (Nk,hip)
	Superficiales	Subtotal			
	kN	kN	kN	kN	kN
PI-17	376.26	253.27	629.53	1.1	692.48

A partir de las cargas obtenidas, podemos calcular el predimensionado de una de las zapatas centrales y realizar un dibujo aproximado de ella. Para hacer dicho predimensionado utilizaremos el pilar PI-17.

$$\frac{Nk_{tot}}{B^2} \leq \sigma_{adm} \quad B = \sqrt{\frac{69248}{2.5}} = 166.43 \text{ cm} \quad 170 \times 170 \text{ cm}$$

9.2.-COMPROBACIÓN E.L.U. DIMENSIONADO DEFINITIVO

Dimensionado definitivo de la zapata, sumando el peso propio de la zapata según la geometría obtenida en el predimensionado al axil característico, afectado por el coeficiente de hiperestatismo.

Se supone un canto mínimo constructivo de 60 cm

Se considera la utilización de Hormigón HA-25 con una densidad de 25 kN/m³.

$$N_{k,tot} = N_{k,hip} + N_{pp} = 692.48 \text{ kN} + 1.7\text{m} \cdot 1.7\text{m} \cdot 0.6\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 = \mathbf{735.83 \text{ kN}}$$

Calculamos la tensión máxima de la zapata, que tendrá que ser inferior a la tensión admisible del terreno:

$$\sigma_{max} = \frac{N_{k,tot}}{B^2} \leq \sigma_{adm} \rightarrow \sigma_{max} = \frac{73583}{170^2} = \mathbf{2.54 \text{ kg / cm}^2} \rightarrow \mathbf{NO CUMPLE}$$

Ampliamos la zapata a 1.80 m x 1.80 m y repetimos la comprobación:

$$N_{k,tot} = N_{k,hip} + N_{pp} = 692.48 \text{ kN} + 1.8\text{m} \cdot 1.8\text{m} \cdot 0.6\text{m} \cdot 25\text{kN/m}^3 = \mathbf{741.08 \text{ kN}}$$

$$\sigma_{max} = \frac{N_{k,tot}}{B^2} \leq \sigma_{adm} \rightarrow \sigma_{real} = \frac{74108}{180^2} = \mathbf{2.28 \text{ kg / cm}^2} \rightarrow \mathbf{CUMPLE}$$

Cálculo del canto de la zapata teniendo en cuenta las dimensiones de 180cm x 180 cm de la zapata y 50 cm x 50 cm de pilar.

$$h \geq \frac{v}{2} = \frac{90-25}{2} = 32.5 \text{ cm}$$

El resultado al ser un canto inferior a lo mínimo exigido a nivel constructivo la zapata tendrá un canto de 60 cm

Las dimensiones definitivas de la zapata centrada serán 180 x 180 x 60 cm

9.3.-COMPROBACIÓN E.L.S. ASENTAMIENTO

Se comprueba el asentamiento que experimentará la zapata a partir de la expresión clásica del asentamiento de una zapata en un medio elástico semi-infinito:

$$S_i = q \cdot B \cdot \frac{1-\nu^2}{E} \cdot I_p$$

Teniendo en cuenta que:

q: tensión aplicada a la base de la zapata

B: anchura inferior de la zapata

ν : Coeficiente de Poisson

E: Módulo Elástico del terreno

I_p : Índice de forma

Considerando el terreno en el cual estamos cimentando y bibliografía, se define:

$\nu=0.3$ según bibliografía

E= Mínimo 60MPa – Máximo 300 MPa (según estudio Geotécnico)

$I_p=0.56$ según ábaco

La determinación del módulo elástico en suelos es muy compleja y tiene poca precisión. Es por ello por lo que los estudios geotécnicos tienden a dar un rango de cumplimiento muy amplio, como es este caso. Se contempla el escenario más conservador y los que lo son menos para comprobar en función de los valores del módulo elástico que determina el estudio geotécnico. De esta manera, el asentamiento máximo que puede tener la zapata será de:

Máximo (E= 60MPa)

$$S_i = q \cdot B \cdot \frac{1-\nu^2}{E} \cdot I_p = 0.25 \text{ MPa} \cdot 1800 \text{ mm} \cdot \frac{1-0.3^2}{60 \text{ MPa}} \cdot 0.56 = \mathbf{3.82 \text{ mm}}$$

Mínimo (E= 300 MPa)

$$S_i = q \cdot B \cdot \frac{1-\nu^2}{E} \cdot I_p = 0.25 \text{ MPa} \cdot 1800 \text{ mm} \cdot \frac{1-0.3^2}{300 \text{ MPa}} \cdot 0.56 = \mathbf{0.76 \text{ mm}}$$

Los dos casos son asentamientos admisibles debido a que son inferiores a una pulgada, 2.54cm.

9.4.-CÁLCULO DEL ARMADO DE LA ZAPATA

Para finalizar calcularemos la armadura de la zapata utilizando los esfuerzos mayorados a pie de pilar.

Como la zapata se ha diseñado rígida, se utilizará el método de bielas y tirantes para determinar el armado. Para hacerlo, se plantea un equilibrio de fuerzas que permite calcular la cantidad de armadura que se dispone en el tirante ficticio de la base de la zapata. De esta manera se puede calcular la cantidad de acero a través de la siguiente expresión:

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0.85 \cdot d} \cdot (x_1 - 0.25 \cdot a) = A_s \cdot f_{yd}$$

Siendo T_d el tirante a tracción a la base de la zapata, equivalente a la capacidad mecánica del área de la armadura (es decir, el área de acero multiplicado por su capacidad máxima – con un límite de 400MPa)

Cálculo de la fuerza resultante en la base R_{1d} , a partir de la tensión media y el área de influencia (media zapata):

$$R_{1d} = (\sigma_{real}) \cdot \left(\frac{B}{2}\right) \cdot B = (2.28 \text{ kg/cm}^2) \cdot \left(\frac{180}{2}\right) \cdot 180 = 36936 \text{ kg} \rightarrow 369.36 \text{ kN}$$

Cálculo del porcentaje entre cargas permanentes y variables:

$$F = \frac{N_{cp}}{N_{cp} + N_{sc}} = \frac{376.26}{376.26 + 253.27} = 0.60 \rightarrow 60\%$$

Por lo tanto, el coeficiente global es de:

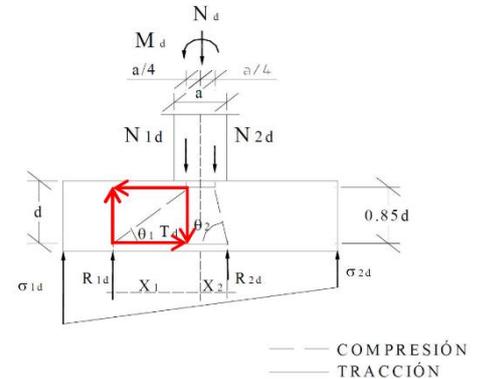
$$F.S. = 0.60 \cdot 1.35 + 0.40 \cdot 1.50 = 1.41$$

Se aproxima la distancia x_1 (punto de paso de la resultante de la base) en una cuarta parte de la anchura de la zapata ya que no hay afectación de los momentos flectores y por lo tanto las resultantes son centradas.

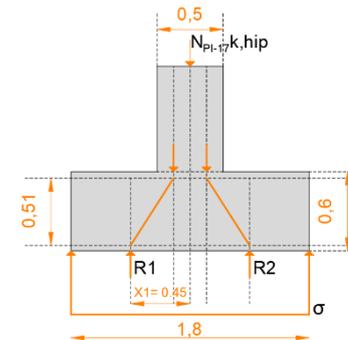
$$X_1 = 0.25 \cdot B = 0.25 \cdot 180 \text{ cm} = 45 \text{ cm}$$

$$T_d = A_s \cdot f_{yd} = \frac{369360 \text{ N} \cdot 1.41}{0.85 \cdot 530 \text{ mm}} \cdot (450 \text{ mm} - 0.25 \cdot 500 \text{ mm}) = 375714.13 \text{ N} = 375.71 \text{ kN}$$

$$A_s = \frac{375714.13 \text{ N}}{400 \text{ MPa}} = 939.28 \text{ mm}^2 = 9.39 \text{ cm}^2 \rightarrow 9 \text{ barras del } \phi 12 (1.13 \text{ cm}^2 \text{ cada barra})$$



Esquema de las fuerzas que actúan en la zapata. Extraído del temario de Estructuras IV de la ETSAB.



Se limita la tensión f_{yd} del acero a 400MPa en este caso, sabiendo que es un acero B500S, por una cuestión de compatibilidad de deformación entre el acero y el hormigón en el método de bielas y tirantes. En la otra dirección se aplica la misma cantidad de acero (**9 barras del ϕ 12**) al ser un pilar de sección cuadrada.

Se comprueba finalmente el armado mínimo. El armado mínimo en zapatas es el 0.9 por mil de la sección en cada dirección:

$$A_{min} = 0.0009 \cdot A_s = 0.0009 \cdot 1800\text{mm} \cdot 600\text{mm} = 972 \text{ mm}^2 \rightarrow \mathbf{4 \text{ barras del } \phi 20 (3.14 \text{ mm}^2 \text{ barra})}$$

Por tanto, es evidente que el armado de 9 barras del ϕ 12 en cada cara es superior al mínimo que es de 4 barras del ϕ 20.

Para determinar el anclaje se utilizará la tabla de longitudes de anclaje básico L_b de barras de hormigón en Posición I (buen hormigonado, porque están en la cara inferior y abocamos el hormigón por encima). La longitud básica L_b por una barra de B500S en Hormigón HA-25 es de 48.4 cm.

Longitud de Anclaje L_b (cm) - B500S

Diámetro ϕ	HA-25		HA-30	
	Posición I	Posición II	Posición I	Posición II
6	24.2	34.6	21.4	30.6
8	32.3	46.1	28.6	40.9
10	40.4	57.7	35.7	51.1
12	48.4	69.2	42.9	61.3
16	64.6	92.3	57.2	81.7
20	80.7	115.3	71.5	102.1
25	100.9	144.2	89.4	127.7

A partir de aquí, como no existe la longitud necesaria entre la reacción R_1 (que es hasta donde necesitamos la armadura) hasta la cara exterior de la zapata (38cm << 48.4 cm), excluyendo el recubrimiento lateral de 7cm, se ha de plantear un gancho de acuerdo con el siguiente esquema:

A partir de aquí se especifica el detalle de la zapata con el posicionamiento de las armaduras según todas las especificaciones:

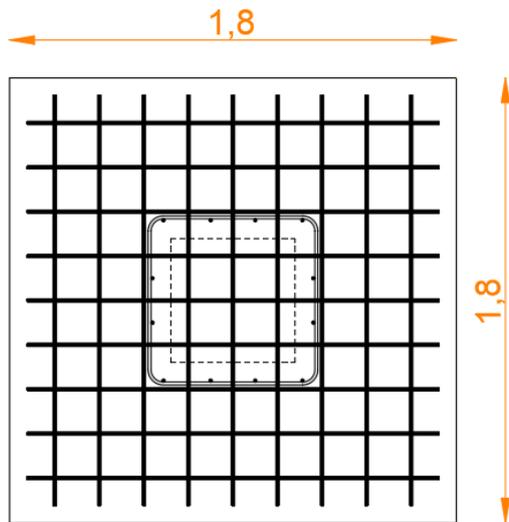
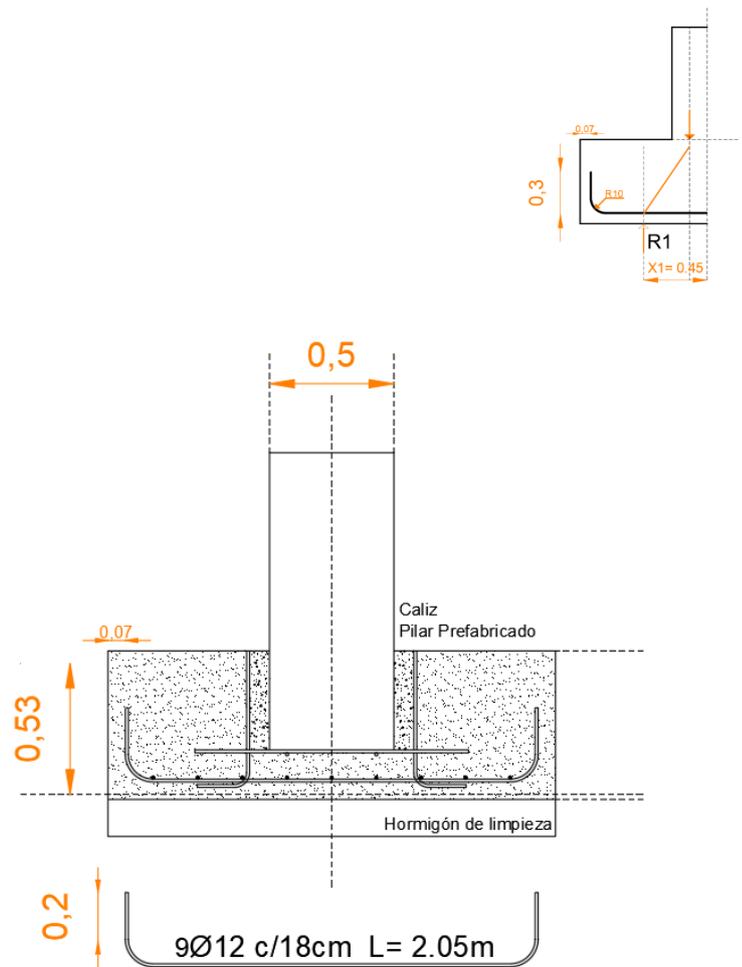
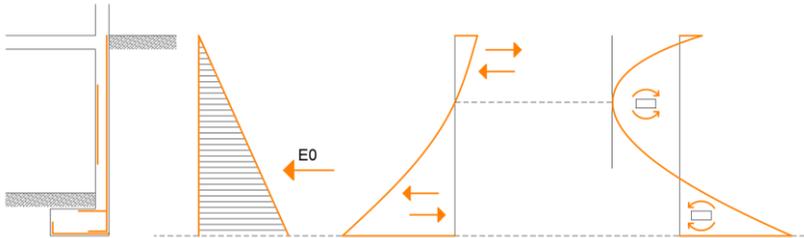


Imagen 46: Detalle de la zapata con cáliz. Documento generado por el autor.



10.- DISEÑO Y ARMADO DEL MURO DE CONTENCIÓN

Para diseñar y comprobar el armado del muro de contención que sustenta el Volumen E del proyecto se precisará de los axiales que llegan a través de los pilares que caen sobre dicho muro. En el caso de este muro de contención no funciona como muro en ménsula sino como una losa en sentido vertical más o menos encastada en la coronación (Forjado superior de la Planta Segunda) y totalmente encastada en la cimentación (zapata corrida del muro). Cabe recordar que el empuje que se considera es el empuje a reposo.

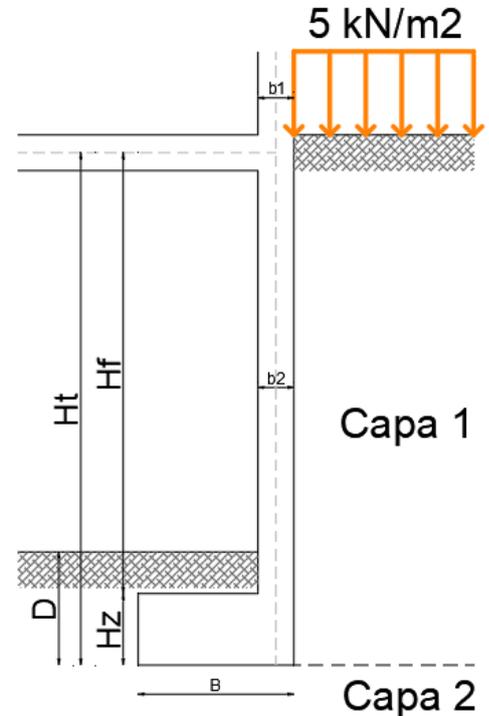


El forjado y la solera impiden el deslizamiento y el giro. Empujes, Cortantes y Momentos Flectores.

Se considera un muro de contención con un fuste de 40 cm de canto, y una altura de Planta Primera a Planta Segunda de 3.20 m.

10.1.- CÁLCULO DEL AXIAL POR METRO LINEAL DE MURO

Cabe determinar la carga repartida por metro lineal que los pilares cargan sobre el muro. En este caso analizamos el tramo de muro que comprende entre los pilares PK-17 y PG-17 de la Planta Primera. Esto se puede hacer dividiendo el sumatorio total de la carga axial que baja los pilares a la fachada correspondiente en el tramo PK-17/PG-17, por la longitud de este.



Pilar PI-17	Área Tributaria	CPP+PP	Subtotal Permanentes	Sobrecarga de uso	Subtotal Variables	Total	Nhip
P-Primera	20.15	5.3 kN/m2	106.8kN	5kN/m2	100.75kN	207.55kN	
P-Segunda	20.15	5.3 kN/m2	106.8kN	3kN/m2	60.45kN	167.25kN	
P-Tercera	20.15	5.3 kN/m2	106.8kN	3kN/m2	60.45kN	167.25kN	
P-Cuarta	10.54	5.3 kN/m2	55.86kN	3kN/m2	31.62kN	87.48kN	
			376.26		253.27kN	629.53kN	566.57kN
Pilar PK-17	Área Tributaria	CPP+PP	Subtotal Permanentes	Sobrecarga de uso	Subtotal Variables	Total	Nhip
P-Primera	20.15	5.3 kN/m2	106.8kN	5kN/m2	100.75kN	207.55kN	
P-Segunda	20.15	5.3 kN/m2	106.8kN	3kN/m2	60.45kN	167.25kN	
P-Tercera	20.15	5.3 kN/m2	106.8kN	3kN/m2	60.45kN	167.25kN	
P-Cuarta	20.15	5.3 kN/m2	106.8kN	3kN/m2	60.45kN	167.25kN	
			427.2 kN		282.1kN	709.3kN	638.37kN
Pilar PG-17	Área Tributaria	CPP+PP	Subtotal Permanentes	Sobrecarga de uso	Subtotal Variables	Total	Nhip
P-Primera	20.15	5.3 kN/m2	106.8kN	5kN/m2	100.75kN	207.55kN	
P-Segunda	20.15	5.3 kN/m2	106.8kN	3kN/m2	60.45kN	167.25kN	
P-Tercera	10.54	5.3 kN/m2	55.86kN	3kN/m2	31.62kN	87.48kN	
			269.46kN		192.82kN	462.28kN	416.05kN

$$N_{hip,PK-17 PG-17,max} = \frac{\sum N_{hip}}{L(PK-17,PG-17)} = \frac{566.57kN + 638.37kN + 416.05kN}{13mL} = 124.69 \text{ kN/mL}$$

Esta carga queda afectada por el coeficiente de seguridad global del edificio que se obtiene calculando la proporción entre cargas variables y permanentes y es 1.41. Valor extraído del apartado 9.

$$N_{d,hip,PK-17 PG-17} = 124.69 \cdot 1.41 = 175.81 \text{ kN/ ml}$$

Este es el valor de la carga axial máxima procedente de los pilares que pueden aceptar el muro (permanentes y variables). Considerando que la hipótesis de carga axial máxima tiende a estabilizar el muro de contención, se necesitará saber cuál es la carga axial mínima (en la hipótesis que solo están las cargas permanentes). Esta hipótesis será normalmente más desfavorable a nivel de estabilización del conjunto, que cuando se asuma la carga axial máxima.

$$N_{hip,PK-17 PG-17,min} = 124.69 \cdot 0.60 = 74.81 \text{ kN/ ml}$$

- El 60 % de las cargas son cargas permanentes

Si se considerase la fase del estado de obra, la carga axial todavía sería menor porque no tendría ningún pilar sobrecargando. En este caso se considera el muro en estado de servicio.

10.2.- DETERMINACIÓN DE LA DIMENSIÓN DE LA ZAPATA DEL MURO DE CONTENCIÓN

Para determinar la anchura “B” de la zapata, se considera que la totalidad de la carga de los tres pilares (axial máximo – caso más desfavorable) se distribuye uniformemente por la base, asumiendo que la excentricidad debida a la geometría es absorbida por la biga centradora.

Cálculo de 1.00 mL:

$$\text{Área}_{1\text{mL muro}} = \frac{N_{\text{hip,PK-17 PG-17,max}}}{\text{oad}} = \frac{12469\text{kg}}{2.5\text{kg/cm}^2} = 4987.6 \text{ cm}^2/\text{mL} \rightarrow \mathbf{100 \text{ cm} \times 49.88 \text{ cm}}$$

Sabiendo que con 50 cm soportaría las cargas que provienen de los pilares consideraremos 60 cm como anchura de la zapata para facilitar el proceso constructivo, incluyendo en esta dimensión el fuste del muro.

10.3.- DETERMINACIÓN DE FUERZAS Y MOMENTOS ESTABILIZANTES Y EXCENTRICIDADES GENERADAS EN LA BASE

Se determina que otras fuerzas verticales (pesos propios) ayudan a estabilizar el muro de contención, a parte de la carga procedente de los axiles de los pilares.

	Canto	Altura/Longitud	Densidad	Peso
Fuste	0.40 m	3.20 m	25 kN/m ³	32 kN/mL
Zapata	0.60 m	0.60 m	25 kN/m ³	9 kN/mL
Tierras Puntera	0.20 m	0.60-0.40=0.20 m	20 kN/m ³	0.80 kN/mL

Cada uno de estos pesos generan un momento estabilizador que ayuda a neutralizar los momentos generados por el empuje de tierras. Los momentos estabilizadores respecto a la base de la zapata se calcula a partir del producto entre cada una de las fuerzas anteriores por la distancia de cada una de ellas al centro de gravedad de la zapata:

	Peso	Distancia	Momento
Fuste	32 kN/mL	0.40 - 0.20 = 0.20m	6.4 kNm/mL
Zapata	9 kN/mL	0	0
Tierras Puntera	0.80 kN/mL	0.40 - 0.20 = 0.20m	0.16 kNm/mL

Así el sumatorio de fuerzas verticales totales en las hipótesis de carga máxima y mínima, son:

$$\sum N_{\text{hi,PK-17 PG-17,max}} = 32 \text{ kN/mL} + 9 \text{ kN/mL} + 0.80 \text{ kN/mL} + 124.69 \text{ kN/mL} = \mathbf{166.49 \text{ kN/mL}}$$

$$\sum N_{\text{hi,PK-17 PG-17,min}} = 32 \text{ kN/mL} + 9 \text{ kN/mL} + 0.80 \text{ kN/mL} + 74.81 \text{ kN/mL} = \mathbf{116.61 \text{ kN/mL}}$$

Los momentos estabilizadores generados por la carga axial de los pilares máxima y mínima, son:

$$M_{\text{hi,PK-17 PG-17,max}} = 124.69 \text{ kN/mL} \cdot 0.20\text{m} = \mathbf{24.93 \text{ kNm /mL}}$$

$$M_{\text{hi,PK-17 PG-17,min}} = 74.81 \text{ kN/mL} \cdot 0.20\text{m} = \mathbf{14.96 \text{ kNm /mL}}$$

El sumatorio de momentos estabilizantes en las hipótesis de carga máxima y mínima son las siguientes:

$$\sum M_{\text{hip,PK-17 PG-17,max}} = 6.4 \text{ kNm/mL} + 0.16 \text{ kNm/mL} + 24.93 \text{ kNm/mL} = \mathbf{31.49 \text{ kNm/mL}}$$

$$M_{\text{hip,PK-17 PG-17,min}} = 6.4 \text{ kNm/mL} + 0.16 \text{ kNm/mL} + 14.96 \text{ kNm/mL} = \mathbf{21.52 \text{ kNm/mL}}$$

Así, la excentricidad total del conjunto generada a la base de la zapata en las dos suposiciones es:

$$e_{\text{max}} = \frac{M_{\text{hip,PK-17 PG-17,max}}}{N_{\text{hi,PK-17 PG-17,max}}} = \frac{6.4+0.16+24.93}{32+9+0.8+124.69} = \mathbf{0.189\text{m}}$$

$$e_{\text{min}} = \frac{M_{\text{hip,PK-17 PG-17,min}}}{N_{\text{hi,PK-17 PG-17,min}}} = \frac{6.4+0.16+14.96}{32+9+0.8+74.81} = \mathbf{-0.184 \text{ m}}$$

10.4.- DETERMINACIÓN DE LOS EMPUJES DE TIERRAS (FUERZAS DESESTABILIZANTES) QUE ACTUAN SOBRE EL MURO

A continuación, será necesario determinar y calcular los empujes que actúan sobre el muro. Se considera que el empuje lo genera el estrato del nivel 2 que en el estudio geotécnico queda definido de esta manera:

Para muros de contención con estructura vertical encima, se admite simplificar el empuje triangular generado por las tierras y el empuje rectangular generado por la sobrecarga con un rectángulo equivalente de mayor dimensión. En este caso, se considera una sobrecarga de 5kN/m2 para tener en cuenta el posible efecto provocado por cimentaciones vecinas.

$$E_0 = E_r = \frac{2}{3} \cdot K_0 \cdot (\gamma \cdot Ht + q_{sc}) \cdot Ht$$

Considerando que el coeficiente de empuje a reposo K_0 puede calcularse como:

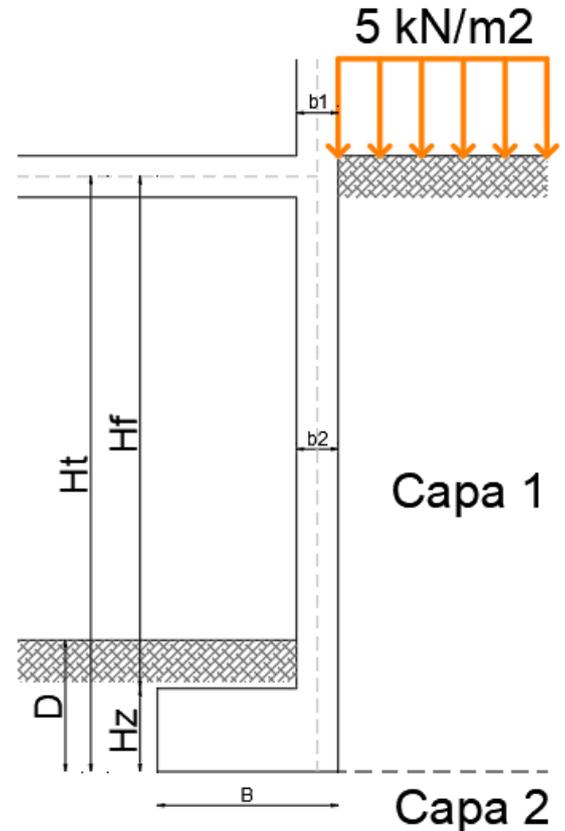
$$K_0 = 1 - \sin\varphi = 1 - \sin 28 = \mathbf{0.53}$$

* φ = Ángulo de fricción interna

Entonces el empuje resultante simplificado es:

$$E_0 = E_r = \frac{2}{3} \cdot K_0 \cdot (\gamma \cdot Ht + q_{sc}) \cdot Ht = 0.67 \cdot 0.53 \cdot (20 \cdot 4 + 5) \cdot 4 = \mathbf{120.73 \text{ kN/mL}}$$

Los muros que quedan encastados entre dos elementos (Planta segunda y viga centradora en Planta Primera) no es necesario el cálculo a vuelco.



10.5.- CÁLCULO DE LAS FUERZAS GENERADAS A VIGA Y FORJADO POR TAL DE EQUILIBRAR LA EXCENRICIDAD GENERADA.

El momento resultante queda equilibrado por dos fuerzas T1 (sobre forjado) y T2 (sobre viga centradora). Estas dos fuerzas pueden expresarse como la suma de dos componentes (R que equilibra el empuje y T que equilibra las fuerzas verticales respecto al centro de gravedad de la zapata). Así el equilibrio que se plantea sigue el siguiente esquema:

Se establece las ecuaciones de equilibrio de fuerzas verticales y horizontales y el sumatorio de momentos respecto al centro de gravedad de la zapata:

$$T = (\sum N \cdot e) / H_t$$

En esta última descomposición nos habla del estado tensional del conjunto:

- Si $T1 > 0$ (positivo), el muro se apoya en el forjado (compresión)
- Si $T1 < 0$ (negativo), el muro tracciona el forjado (tracción)

Evidentemente el interés no está en ningún momento en que el forjado quede traccionado porque reduciría la seguridad de la estructura. En el caso de estar comprimido será necesario comprobar que el forjado resiste bien las compresiones. Se calcula finalmente si los valores "T" y "T1" quedan traccionados o comprimidos:

El componente "T" en la suposición de máxima carga axial (**HIPOTESIS A**)

$$T_{max} = (\sum N \cdot e) / H_t = 166.49 \cdot 0.18 / 4 = \mathbf{7.49 \text{ kN}}$$

El componente "T" en la suposición de mínima carga axial (**HIPOTESIS B**)

$$T_{min} = (\sum N \cdot e) / H_t = 116.61 \cdot 0.18 / 4 = \mathbf{5.24 \text{ kN}}$$

A partir del cual se puede determinar la compresión a la viga centradora y la tracción al forjado:

HIPÓTESIS A (Axil máximo, empuje máximo)

$$T1 = R - T_{max} = Er/2 - 7.49 = 120.73/2 - 7.49 = \mathbf{52.87 \text{ kN}}$$

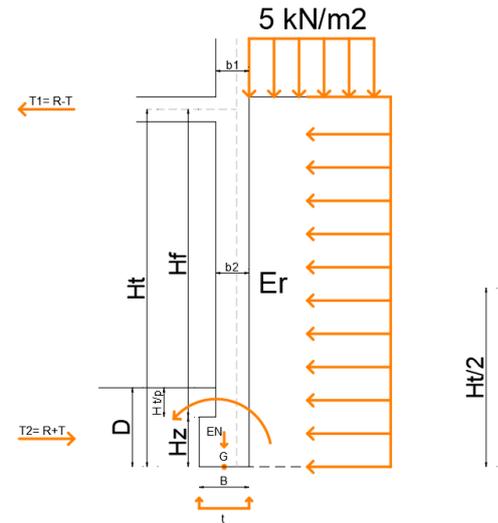
$$T2 = R + T_{max} = Er/2 + 7.49 = 120.73/2 + 7.49 = \mathbf{67.85 \text{ kN}}$$

HIPÓTESIS B (Axil mínimo, empuje mínimo)

$$T1 = R - T_{min} = Er/2 - 5.24 = 120.73/2 - 5.24 = \mathbf{55.12 \text{ kN}}$$

$$T2 = R + T_{min} = Er/2 + 5.24 = 120.73/2 + 5.24 = \mathbf{65.60 \text{ kN}}$$

Todas las fuerzas son de compresión. Finalmente se necesitará saber si las cargas de compresión T1 son admisibles para las vigas del forjado, y de la misma forma, si la viga centradora es capaz de resistir la compresión T2.



10.6.- ARMADO DEL MURO

Finalmente será necesario determinar y diseñar los armados del muro de contención. Para hacerlo se plantean los momentos flectores simplificados según el siguiente esquema:

Para calcularlos será necesario coger el empuje final E_r y afectarlo por el coeficiente de mayoración de cargas permanentes. Recálculo del empuje para una altura de 3.20m (solo el fuste):

$$E_r = \frac{2}{3} \cdot K_0 \cdot (y \cdot Ht + q_{sc}) \cdot Ht = 0.67 \cdot 0.53 \cdot (20 \cdot 3.2 + 5) = \mathbf{24.50 \text{ kN/mL}}$$

$$q = e_r \cdot 1.35 = 24.5 \cdot 1.35 = \mathbf{33.07 \text{ kN/mL}}$$

Por consecuencia, los momentos flectores del fuste son:

$$M_1 = \frac{q \cdot L^2}{24} = \frac{33.07 \cdot 3.2^2}{24} = \mathbf{14.1 \text{ kNm}}$$

$$M_2 = \frac{q \cdot L^2}{10} = \frac{33.07 \cdot 3.2^2}{10} = \mathbf{33.86 \text{ kNm}}$$

$$M_3 = \frac{q \cdot L^2}{12} = \frac{33.07 \cdot 3.2^2}{12} = \mathbf{28.22 \text{ kNm}}$$

El momento flector de la zapata, puede aproximarse como si se tratase de un voladizo invertido. La tensión real sobre la zapata es de:

$$\sigma = \frac{12469 \text{ kg}}{100 \times 60 \text{ cm}} = 2.07 \text{ kg/cm}^2 = \mathbf{207 \text{ kN/m}^2}$$

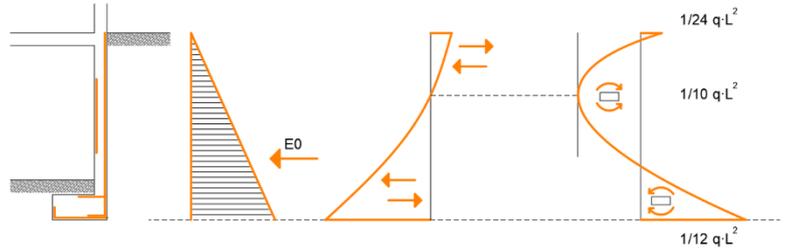
Y el momento flector mayorado es:

$$M_4 = \frac{\sigma \cdot 1.35 \cdot (B-b)^2}{2} = \frac{207 \text{ kN/m}^2 \cdot 1.35 \cdot (0.6 \text{ m} - 0.4 \text{ m})^2}{2} = \mathbf{5.58 \text{ kNm/mL}}$$

A partir de estos momentos flectores, se determina los armados verticales del fuste:

$$A_{s, \text{vertical, cara exterior}} = \frac{M_3}{0.8 \cdot b \cdot f_{yd}} = \frac{28.22 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{0.8 \cdot 400 \cdot \frac{500}{1.15}} = \mathbf{202.83 \text{ mm}^2} \rightarrow \mathbf{1 \text{ } \varnothing 8 \text{ c/20cm}}$$

$$A_{s, \text{vertical, cara interior}} = \frac{M_2}{0.8 \cdot b \cdot f_{yd}} = \frac{33.86 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{0.8 \cdot 400 \cdot \frac{500}{1.15}} = \mathbf{243.37 \text{ mm}^2} \rightarrow \mathbf{1 \text{ } \varnothing 8 \text{ c/20cm}}$$



Para determinar los armados horizontales, que se colocan únicamente por retracción, se calculan a partir de una cuantía geométrica del 3.2 por mil, distribuido en las dos caras (2/3 a la cara vista, 1/3 a la cara que toca las tierras).

$$A_{s, \text{horizontal, cara interior}} = \frac{2}{3} \cdot 0.0032 \cdot 400 \cdot 3200 = 2730.66 \text{ mm}^2 \rightarrow \mathbf{1 \text{ } \varnothing 10 \text{ c/10cm}}$$

$$A_{s, \text{horizontal, cara exterior}} = \frac{1}{3} \cdot 0.0032 \cdot 400 \cdot 3200 = 1365.33 \text{ mm}^2 \rightarrow \mathbf{1 \text{ } \varnothing 10 \text{ c/20cm}}$$

Cálculo del armado de la zapata:

$$A_{s, \text{inferior zapata}} = \frac{5.58 \cdot 10^6}{0.8 \cdot 600 \cdot 434} = \mathbf{26.78 \text{ mm}^2} \rightarrow \text{Cuantía mínima}$$

La cuantía geométrica mínima en zapatas es de 1.8 por mil repartida en dos direcciones, por eso se acaba colocando el 0.9 por mil longitudinal y transversalmente.

$$A_{s, \text{min}} = 0.0009 \cdot 600 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm} = 540 \text{ mm}^2 \rightarrow \mathbf{2 \text{ barras de } \varnothing 12 \text{ c/mL}} \\ \mathbf{3 \text{ barras de } \varnothing 16 \text{ c/mL}}$$

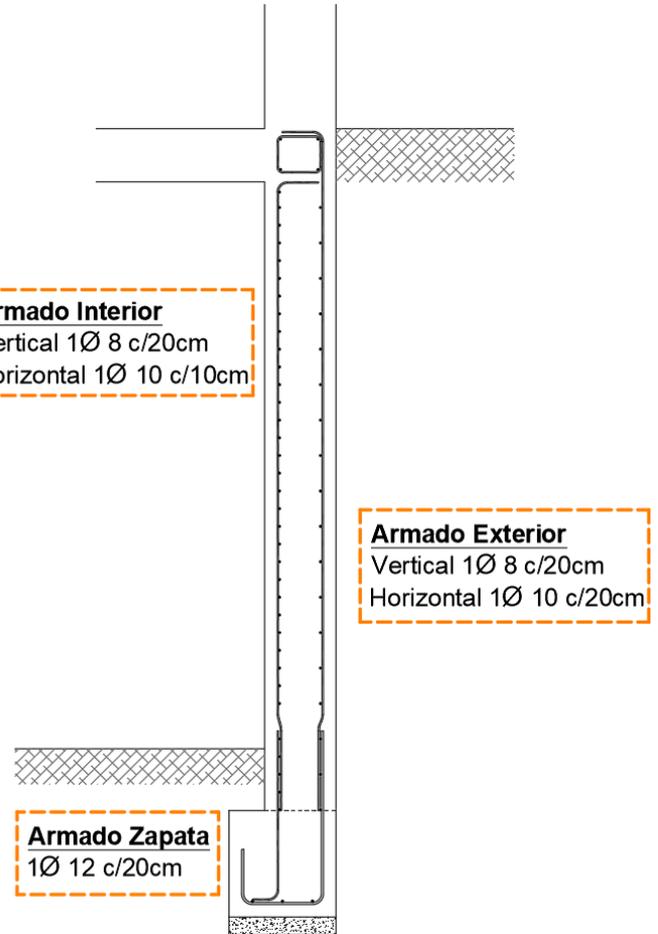


Imagen 47: Detalle del muro de contención de tierras con se respectivo armado.
Documento generado por el autor

N
M
L
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A



Imagen 48: Techo Planta Baja Estructural.
Documento generado por el autor.

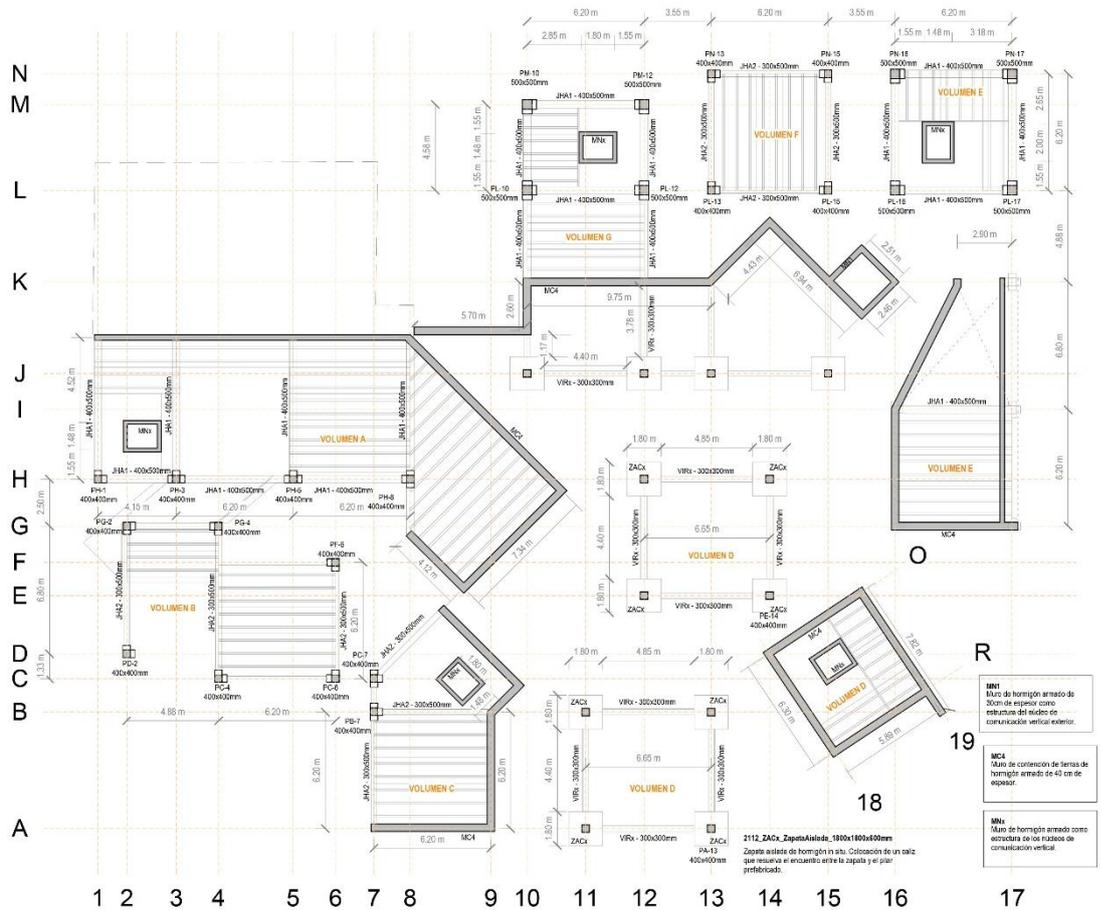


Imagen 49: Techo Planta Primera Estructural.
Documento generado por el autor.

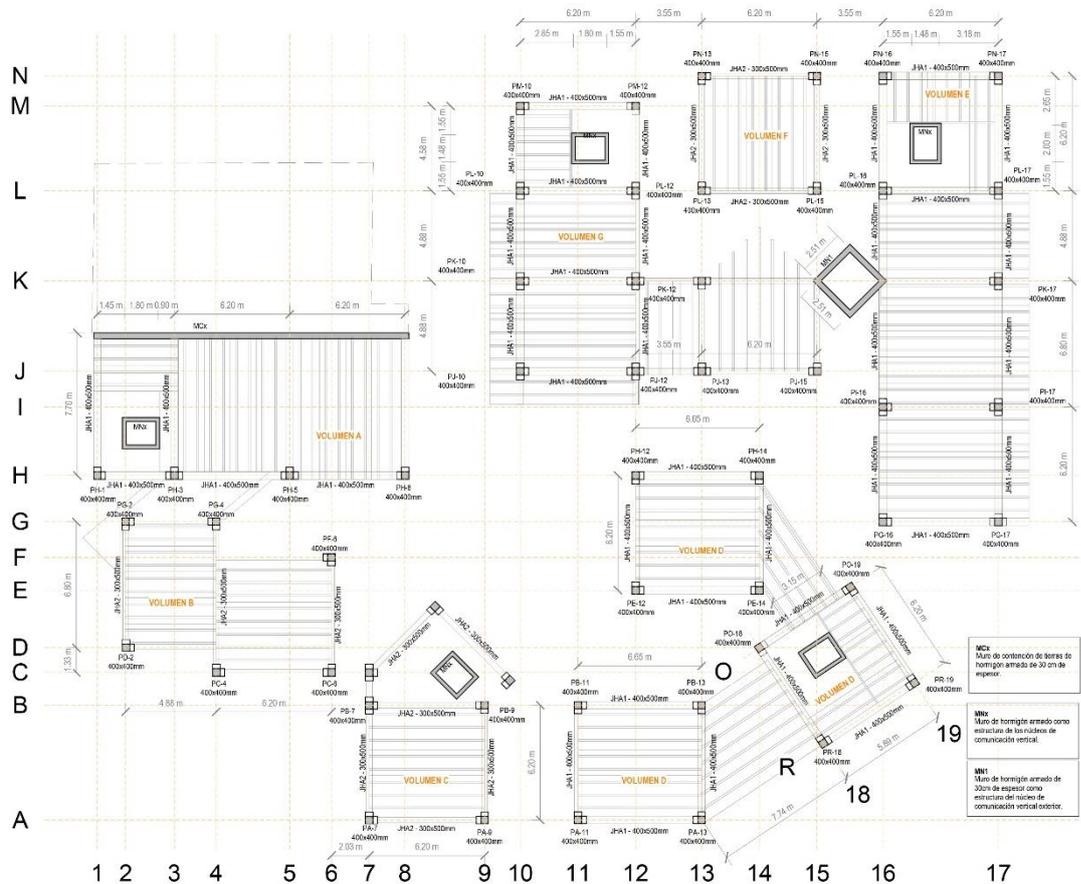


Imagen 50: Techo Planta Segunda Estructural.
Documento generado por el autor.

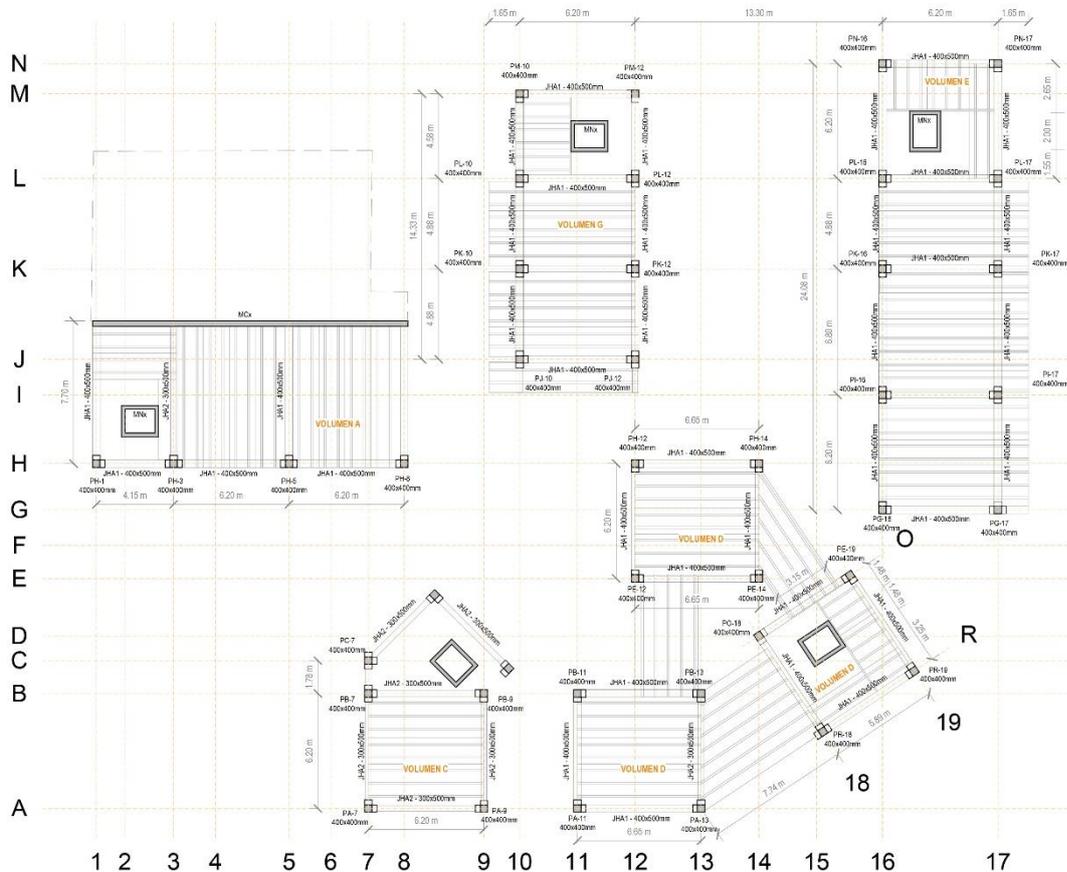


Imagen 51: Techo Planta Tercera Estructural.
Documento generado por el autor

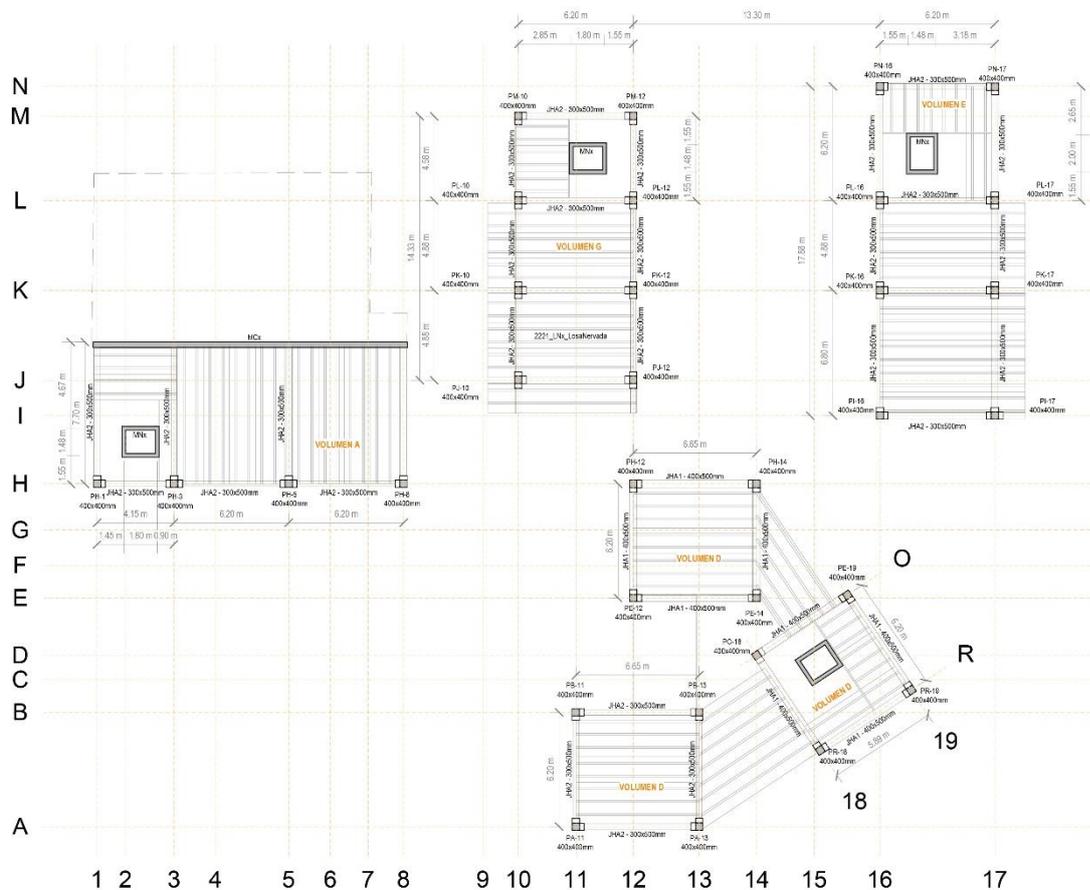


Imagen 52: Techo Planta Cuarta Estructural.
Documento generado por el autor

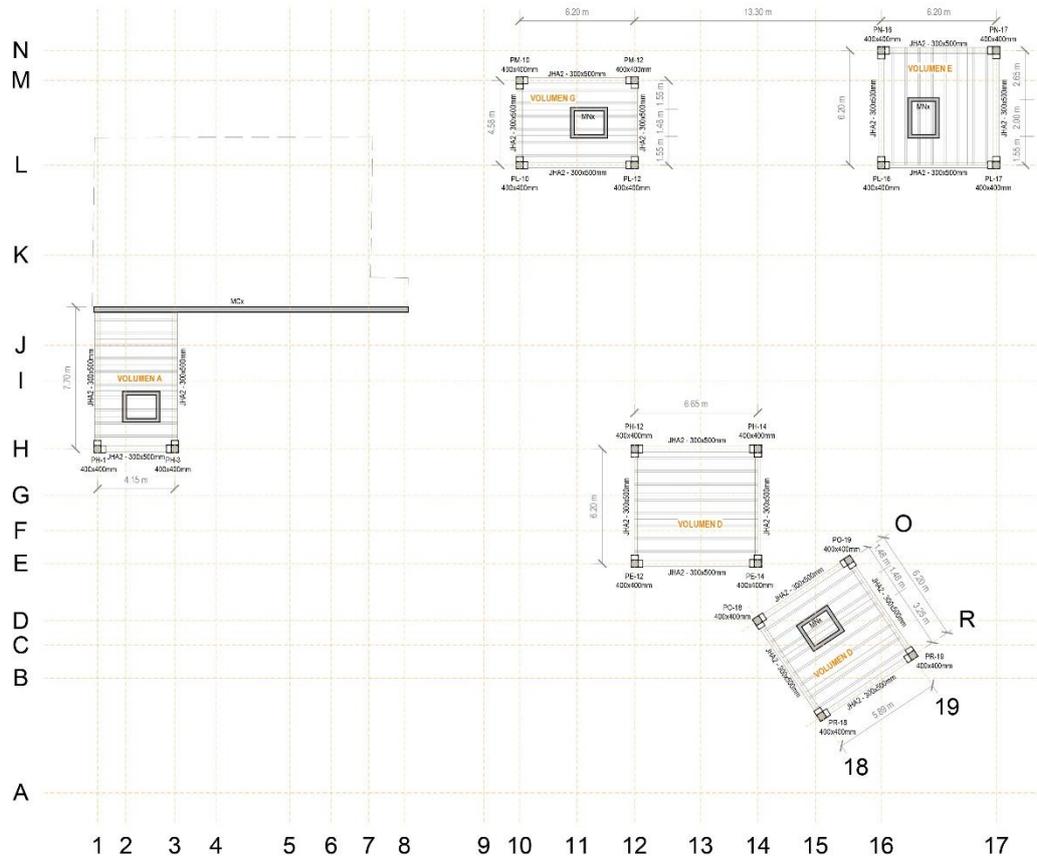


Imagen 53: Techo Planta Quinta Estructural.
Documento generado por el autor

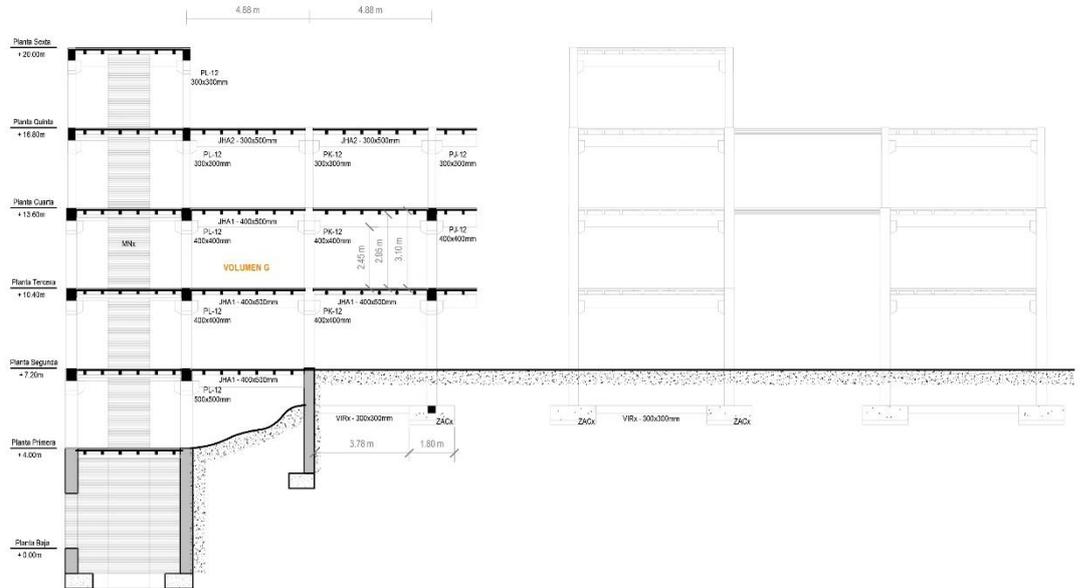


Imagen 54: Sección Longitudinal A-A'
Estructural.
Documento generado por el autor

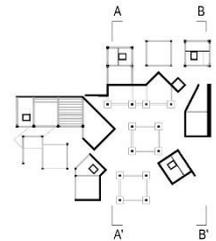
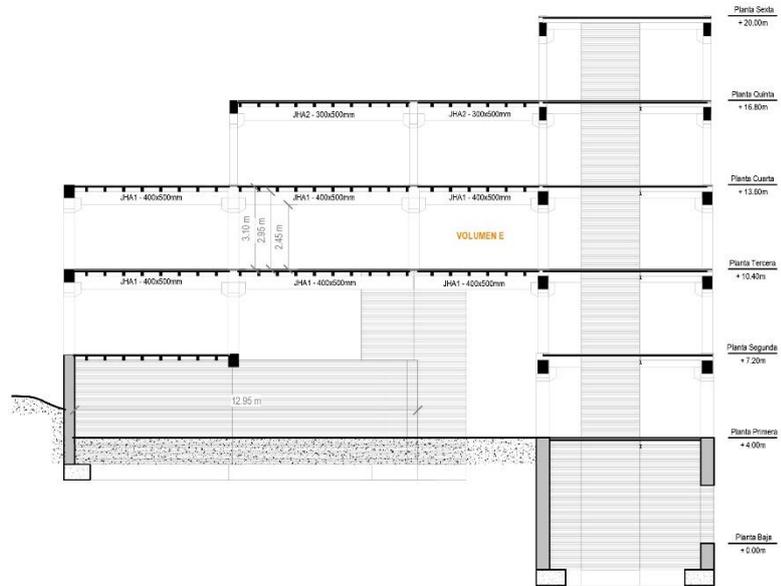


Imagen 55: Sección Longitudinal B-B' Estructural.
Documento generado por el autor.

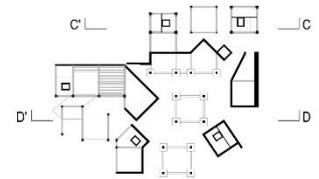
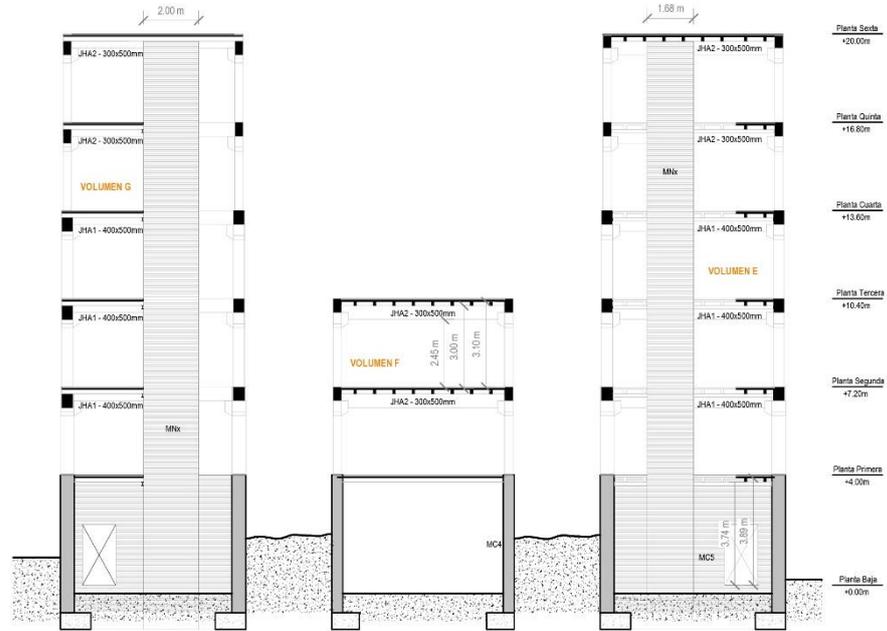


Imagen 56: Sección Transversal C-C' Estructural.
Documento generado por el autor

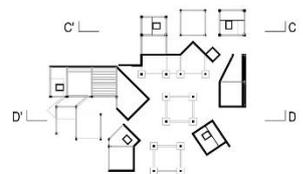
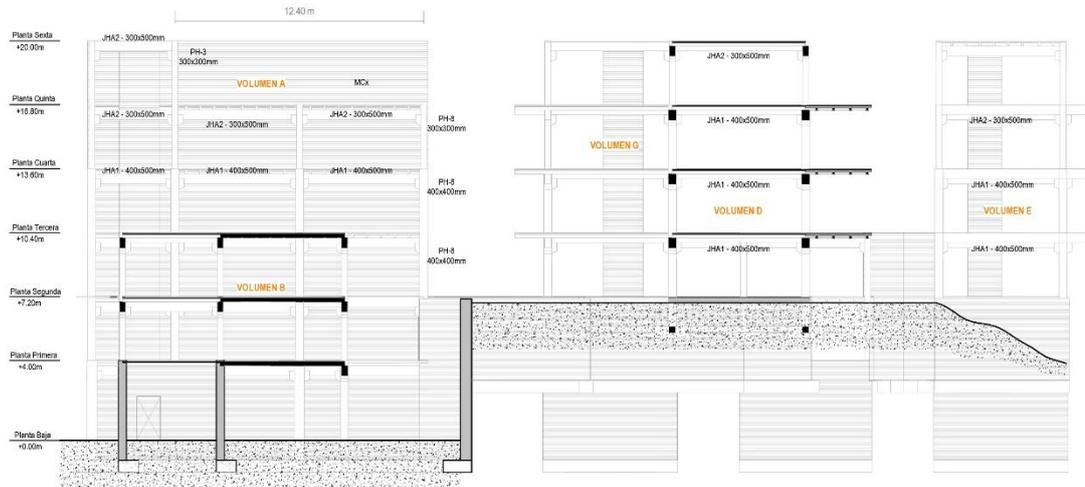


Imagen 57: Sección Transversal D-D' Estructural.
Documento generado por el autor

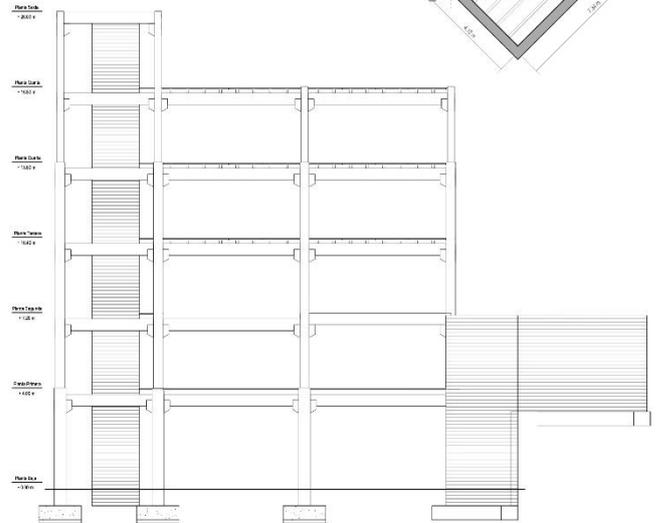
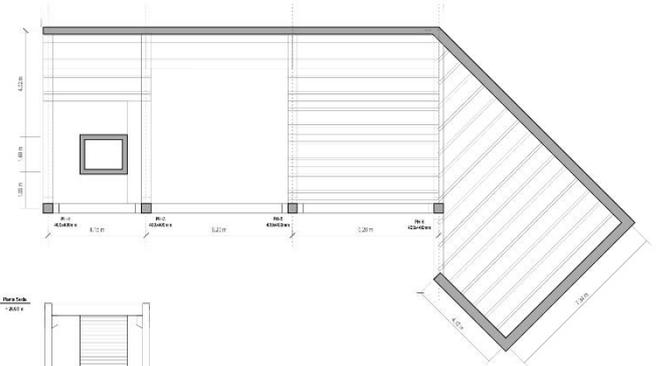
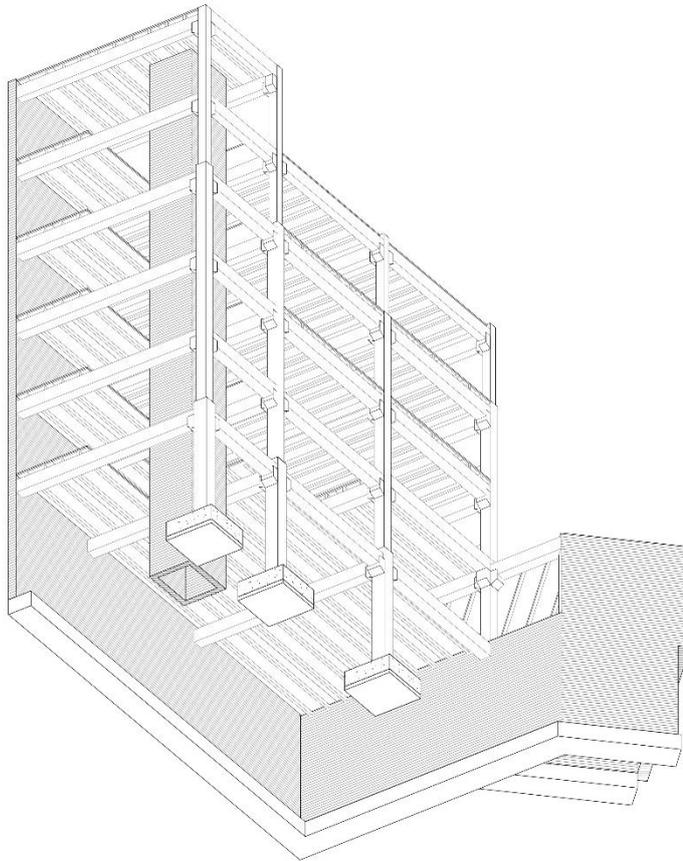
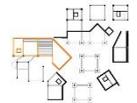


Imagen 58: Axonometría Estructural - Techo Planta Primera - Alzado Sur
Volumen A



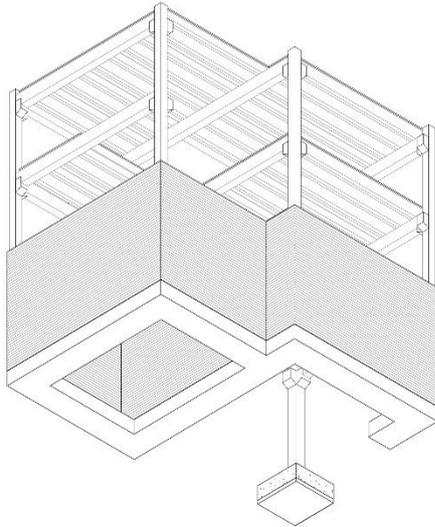
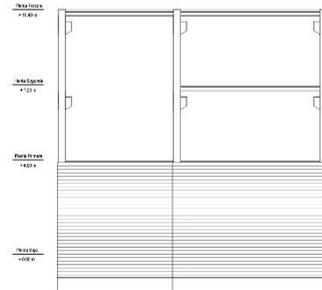
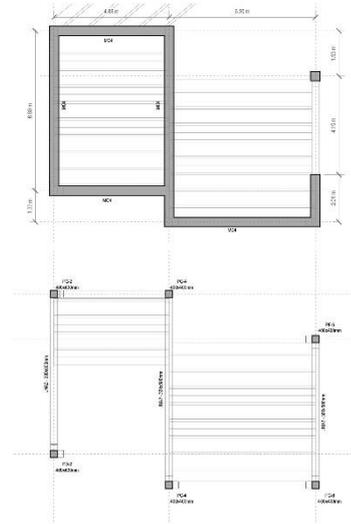


Imagen 59: Axonometría Estructural - Techo Planta Baja y Primera - Alzado Sur
Volumen B



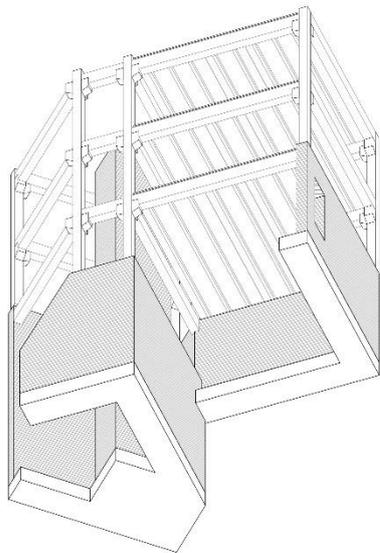
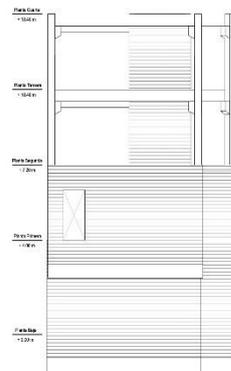
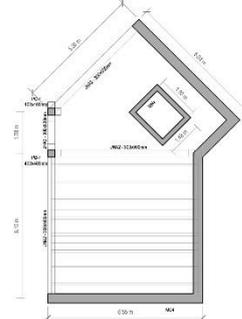
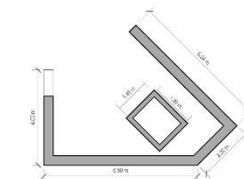


Imagen 60: Axonometría Estructural - Techo Planta Baja y Primera - Alzado Sur



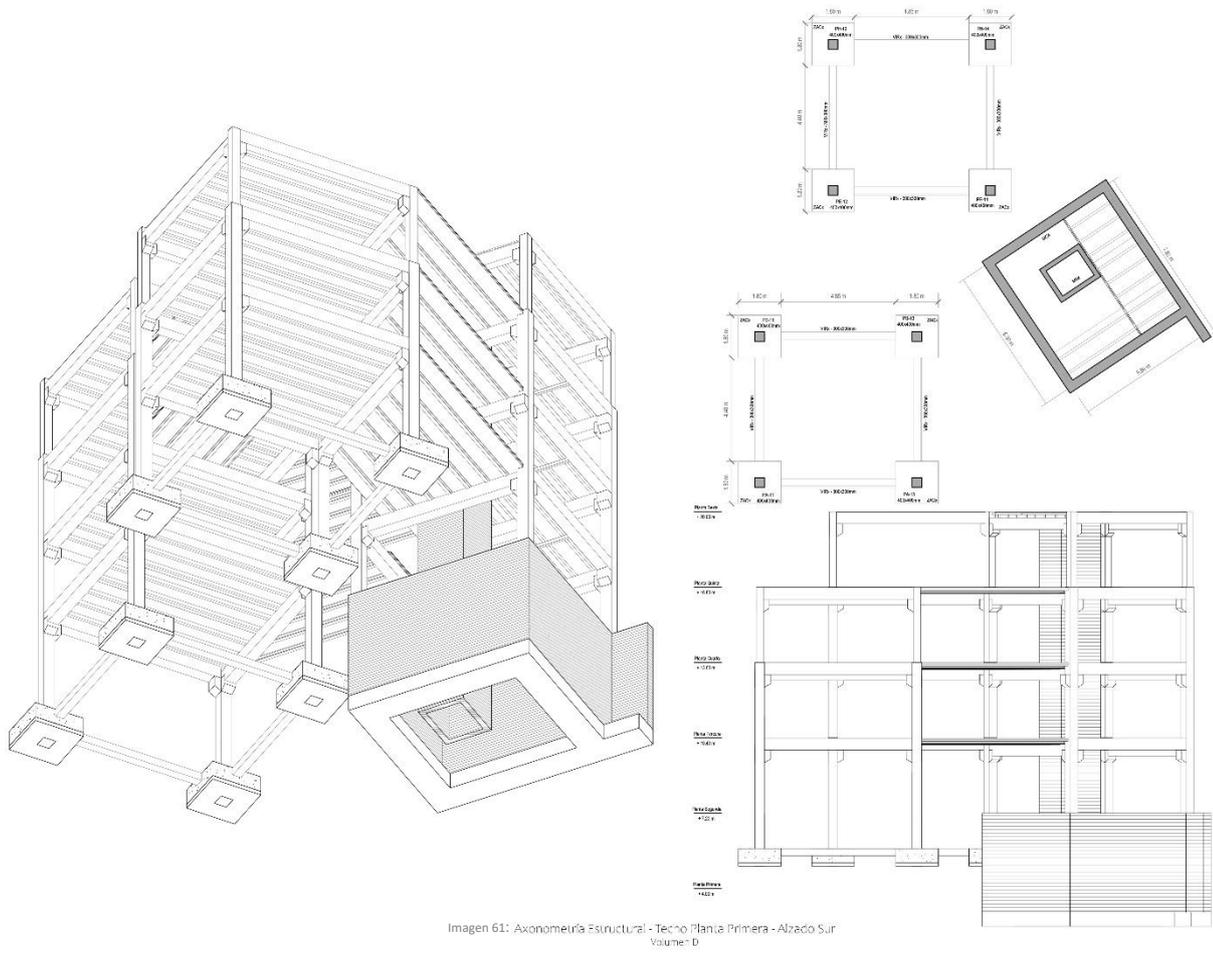


Imagen 61: Axonometría Estructural - Techo Plana Primera - Alzado Sur
 Volumen D

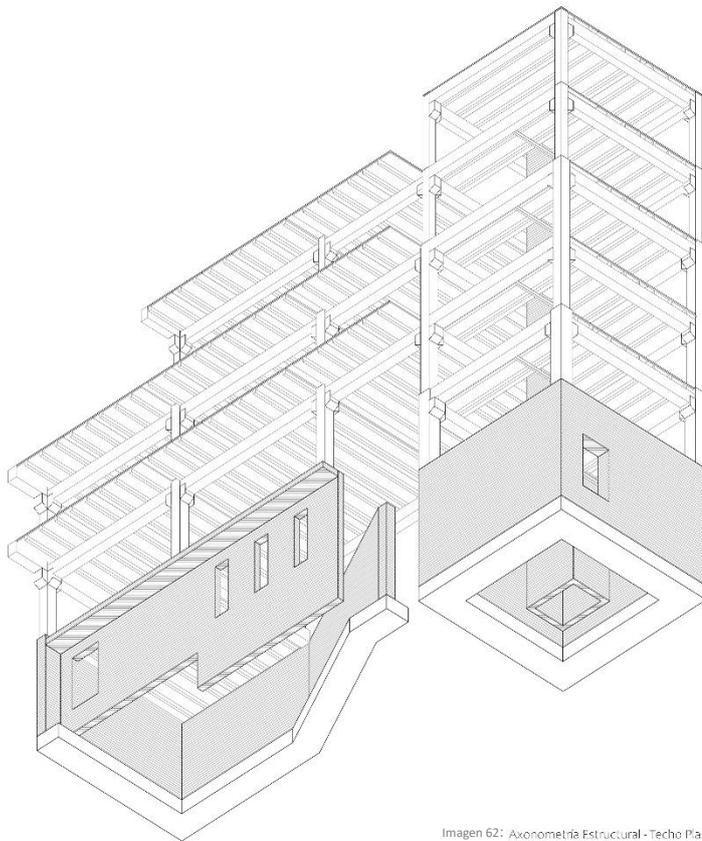
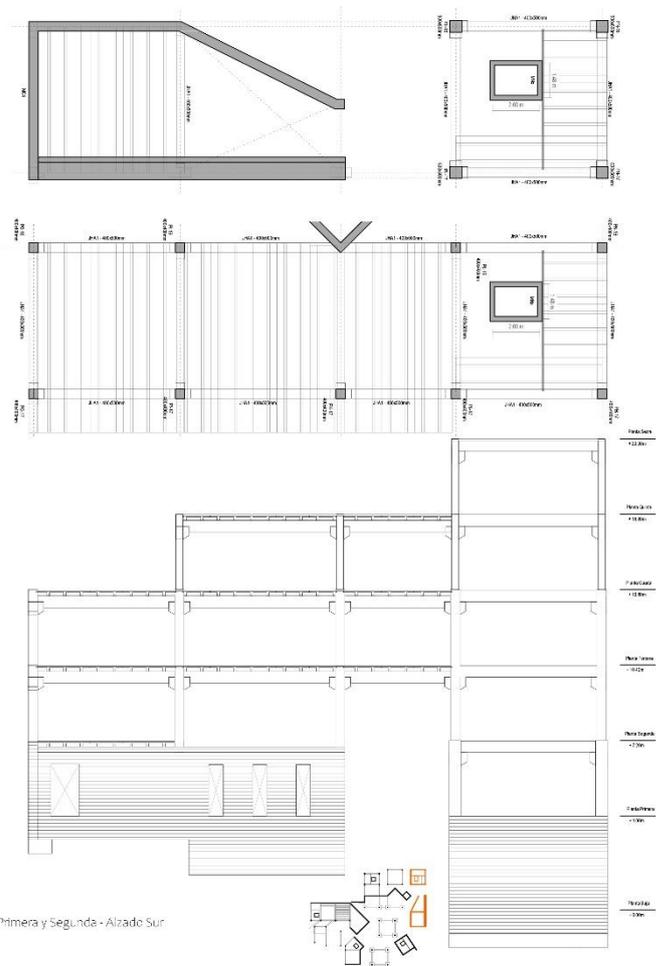


Imagen 62: Axonometría Estructural - Techo Planta Primera y Segunda - Alzado Sur
 Volumen E



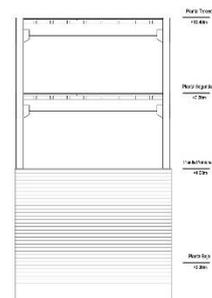
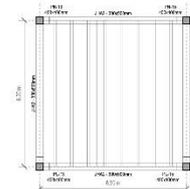
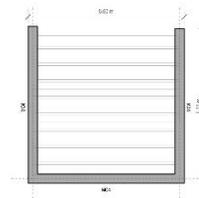
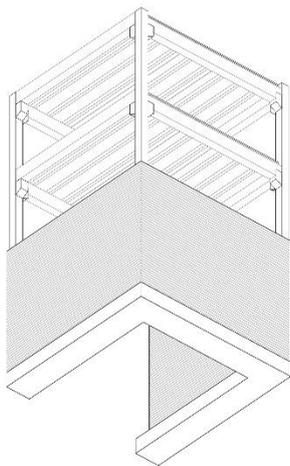


Imagen 63: Axorometría Estructural - Techo, Planta Baja y Primera - Alzado Sur
Volumen F



5.ANEJOS

COORDINACIÓN BIM

Documentación y Gestión

COORDINACIÓN BIM: DOCUMENTACIÓN Y GESTIÓN

Máster Habilitante de Arquitectura, Línea de Emergencia Ambiental

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, ETSAB.

Proyecto Final de Carrera (PFC): **RINCONES**

Profesores:

- Jaume Valor
- Jaime Blanco
- Roger Méndez
- Cristian González
- Jorge Blasco
- Jordi Pagès
- Rafael García

Profesores de la Optativa “Técnicas en el modelado y producción digital orientadas al desarrollo de soluciones constructivas”:

- Isidro Navarro
- Javier González

*Profesores que me han ayudado en la elaboración de este documento que procede a continuación.

Estudiante:

- Jorge Bennassar Oliver

ÍNDICE:

1.- Información General del Proyecto

- 1.1.- Datos Generales del Contrato
- 1.2.- Antecedentes y Descripción del Contrato
- 1.3.- Agentes Implicados en el Contrato
- 1.4.- Responsabilidades sobre el Flujo de Información

2.- Estrategia BIM

- 2.1.- Objetivo y Acciones BIM
- 2.2.- Definición de Usos BIM
- 2.3.- Entregables

3.- Operativa de Generación y Gestión del Modelo

- 3.1.- Segregación del Modelo
- 3.2.- Coordenadas de Referencia
- 3.3.- Definición de los niveles del Modelo
- 3.4.- Contenido Geométrico del Modelo
- 3.5.- Contenido Paramétrico del Modelo
 - 3.5.1.- Parámetros de Identificación de los Elementos
 - 3.5.2.- Parámetros de Localización de Elementos
 - 3.5.3.- Parámetros de Identificación de Espacios
 - 3.5.4.- Parámetros de Localización de Espacios
 - 3.5.5.- Parámetros Adicionales
 - 3.5.6.- Nomenclatura de niveles
 - 3.5.7.- Nomenclatura de vistas
- 3.6.- Gestión e Intercambio de Información
 - 3.6.1.- Parámetros Adicionales
- 3.7.- Aseguramiento de la Calidad de la Información

4.- Informe de Colisiones

- 4.1.- Objeto
- 4.2.- Coordinación de modelos
 - 4.2.1.- Modelos BIM
 - 4.2.2.- Sets de control y tolerancias
 - 4.2.3.- Detección de interferencias
- 4.3.- Auditoría del modelo de coordinación

1.- INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO

OBJETO DEL CONTRATO		
Clave del Contrato 1	Contrato de servicios de asistencia técnica	Entidad Adjudicataria
PFC (Proyecto Final de Carrera)	Desarrollo de un modelo digital del Proyecto Final de Carrera del Máster Habilitante de la ETSAB en la Línea de Emergencia Ambiental.	Jorge Bennassar Oliver

1.2.- ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL CONTRATO

Las características de la infraestructura sobre la que aplicará el [Plan de Ejecución BIM](#) son las siguientes:

Objeto de Proyecto	Proyecto Final de Carrera del Máster Habilitante en la ETSAB. Línea de Emergencia Ambiental.
Infraestructura	El proyecto desarrolla la conexión entre una Residencia de Artistas y un Cohousing Senior.
Fase del Documento	Desarrollo de un proyecto escogido del “Taller Temàtic II: Vivienda Colectiva Contemporànea”, curso 2021-2022 junto a Jaime Coll, Cristina Gamboa y Cristina Jover como profesores.
Cliente	ETSAB
Alcance de la Actuación	Desarrollo de un modelo BIM que permita comprender y profundizar mediante documentación gráfica y la extracción de datos paramétricos el proyecto escogido.
Superficie Construida	2571 m2 +/- 1000 m2 de espacio verde exterior.
Alturas	La altura máxima de los volúmenes es de PB + 5, siendo la Planta Baja de 4 m de altura libre y el resto de las plantas de 3.20 m.

1.3.- AGENTES IMPLICADOS EN EL CONTRATO

La tabla siguiente identifica a los representantes de las entidades que participan en el contrato con responsabilidad sobre la información a introducir en el modelo BIM y en la gestión.

AGENTES CONTRACTUALES					
ROL	ENTIDAD	REPRESENTANTE	ROL	ENTIDAD	REPRESENTANTE
Gestor del Contrato	ETSAB	ETSAB	Coordinador BIM del Contrato	Optativa: “Técnicas en el modelado y producción digital orientadas al desarrollo de soluciones constructivas”:	Isidro Navarro Javier González
Gestor BIM del Contrato	ETSAB	ETSAB	Responsable de disciplina (ARQ)	Equipo redactor ARQ	Jorge Bennassar Oliver
Responsable del Contrato	Máster Habilitante: Línea de Emergencia Ambiental	Jaume Valor, Jaime Blanco, Roger Méndez, Cristian González, Jorge Blasco, Jordi Pagès, Rafael García	Responsable de disciplina (EST)	Consultoría Estructuras	Jorge Bennassar Oliver
Autor del Proyecto	Jorge Bennassar Oliver	Jorge Bennassar Oliver	Responsable de disciplina (MEP)	Consultoría Instalaciones	Jorge Bennassar Oliver
Coordinador del Contrato	Máster Habilitante: Línea de Emergencia Ambiental	Jaume Valor, Jaime Blanco, Roger Méndez, Cristian González, Jorge Blasco, Jordi Pagès, Rafael García			

1.4.- RESPONSABILIDADES SOBRE EL FLUJO DE INFORMACIÓN

Las responsabilidades de los agentes contractuales en referencia a la información generada y a los entregables extraídos del modelo BIM queden definidos en la siguiente matriz.

La matriz, por ser plenamente operativa debe referirse a los siguientes campos:

- **Gestión:** Plan de Ejecución BIM
- **Producción:** Cada uno de los Entregables comprometidos
- **QC y mejora continua:** Control de calidad de los modelos (QC) y procesos de mejora continua

En la matriz se utilizarán los acrónimos correspondientes al rango de responsabilidades (y en su caso al protocolo de firmas) que debe acompañar al flujo de información del contrato, según el siguiente esquema:

- **EXE.** TAREAS DE EJECUCIÓN. Elaboración de documentos escritos o gráficos de cualquier tipo, y la generación, gestión y manipulación de modelos BIM y de su información asociada.
- **REV.** TAREAS DE REVISIÓN. Proceso de revista de la información contenida en documentos, escritos o gráficos, de cualquier tipo, o en modelos BIM y su información asociada, se ajusta a los requisitos del contrato.
- **APR.** TAREAS DE APROBACIÓN. Garantía de que la información contenida en documentos escritos o gráficos de cualquier tipo, o en modelos BIM y su información asociada, es correcta, y se da por buena expresando conformidad.
- **VER.** TAREAS DE VERIFICACIÓN. Garantía de que la información contenida en documentos escritos o gráficos de cualquier tipo, o en modelos BIM y su información asociada, se ajusta a los requisitos del contrato.
- **VAL.** TAREAS DE VALIDACIÓN. Aceptación y visto bueno de documentos escritos o gráficos de cualquier tipo, o de modelos BIM y de su Información asociada.

		GESTIÓN		PRODUCCIÓN DE ENTREGABLES Y ACCIONES BIM				QC+MC	
		PLAN EJECUCIÓN BIM	MÓDULO 1	MÓDULO 2	MÓDULO 3	MÓDULO 4	ENTRGA FINAL JULIO	AUDITORÍA DEL PROYECTO	INDICADORES
CLIENTE C O N T R A T O 1	Gestor del contrato	VAL						VAL	
	Gestor BIM del contrato	VER						VER	VAL
	Responsable del contrato	VAL	VAL	VAL	VAL	VAL	VAL	APR	VAL
	Autor del Proyecto	APR	VER	VER	VER	VER	VER	REV	
	Coordinador del contrato	REV	APR	APR	APR	APR	APR	REV	
	Coordinador BIM del contrato	EXE	REV	REV	REV	REV	REV	EXE	EXE
	Responsable de disciplina (ARQ)	REV	REV	REV	REV	REV	REV	EXE	
	Responsable de disciplina (EST)	REV			REV	REV	REV	EXE	
	Responsable de disciplina (MEP)	REV			REV	REV	REV	EXE	

2.- ESTRATEGIA BIM

La estrategia BIM define la manera en que el equipo utilizará el modelo para mejorar el rendimiento en la fase de proyecto, mitigando riesgos y aprovechando las oportunidades que ofrecen las competencias del equipo y las circunstancias del encargo.

La metodología BIM servirá en este proyecto para poner en práctica nuevos flujos de trabajo dentro del proceso de diseño. Esto generará nuevas oportunidades tales como la obtención de datos masivos del proyecto, elaboración de planos con sus respectivas anotaciones de manera rápida y eficaz, coordinación de las distintas disciplinas para evitar en obra encuentros no deseados que encarecen el presupuesto final de la obra.

No obstante, hay que tener en cuenta que esta metodología de trabajo deberá desarrollarse con mayor esfuerzo en las etapas iniciales del proyecto para poder establecer unas bases sólidas en el modelo.

Por otro lado, es nuestra obligación como futuros profesionales del sector de la construcción reducir las emisiones CO2 y los residuos ocasionados por la obra. Es cierto que la metodología BIM no lo resuelve todo, pero sí que es un primer paso para mejorar y controlar el activo desde una etapa inicial.

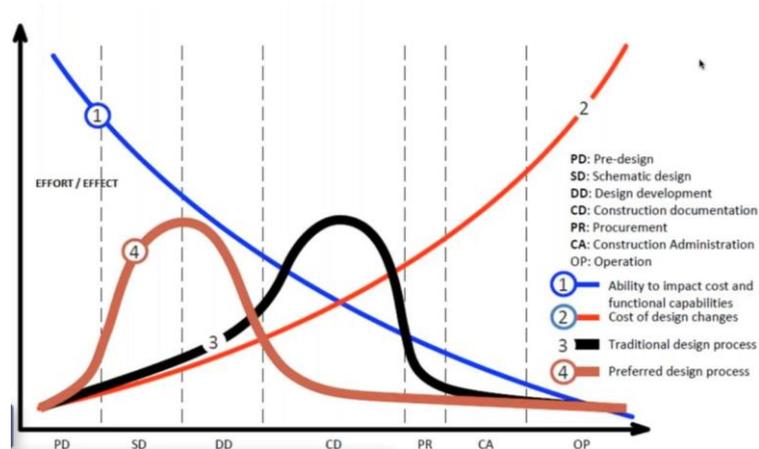


Imagen 01: La curva de MacLeamy. Gráfica realizada por Patrick MacLeamy

Según el último informe realizado por la Alianza Global para los Edificios y la Construcción (GlobalABC) del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma), y difundido en la 27ª Cumbre del Clima en Sharm el Sheij (Egipto), indica que las emisiones de efecto invernadero produjeron un nuevo máximo alcanzando el 34% de las emisiones globales anuales. Sumado a esto, los residuos generados por el sector de la construcción ascienden a **20.000 millones de toneladas** según el Instituto Nacional de Estadística en 2017.

Son datos claros y evidentes que debemos, como proyectistas de una futura sociedad, mitigar y reducir. Es por ello por lo que la metodología de BIM, según la consultora americana Oliver Wyman y su último informe titulado *“Digitalización en el sector de la construcción: la revolución en marcha”*, puede llegar a reducir los costes y, por ende, los residuos en un **25%**.

El modelo prestará atención a las siguientes áreas:

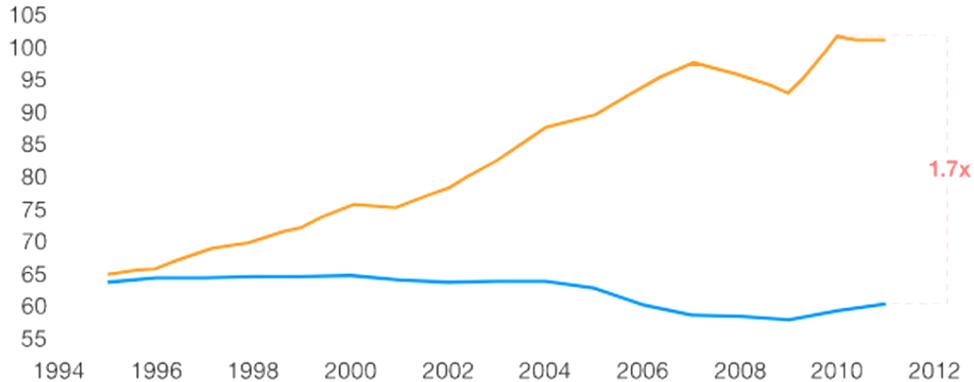
- **GENERACIÓN DE INFORMACIÓN**
Incidencia de los modelos en la generación y extracción de información de todo tipo para la definición de la propuesta.
- **COORDINACIÓN DE SISTEMAS**
Incidencia del modelo en la coordinación y resolución de conflictos entre disciplinas o sistemas del edificio.
- **SEGUIMIENTO**
Incidencia del modelo en las tareas de seguimiento y control del desarrollo del proyecto.

Overview of productivity improvement over time

Productivity (value added per worker), real, \$ 2005

— Manufacturing
— Construction

\$ thousand per worker



La metodología de trabajo debe asimilarse a la producción en fábrica de productos industriales para optimizar tiempo, costes y recursos.

2.1.- OBJETIVO Y ACCIONES BIM

El equipo de proyecto debe identificar los objetivos y las acciones BIM que se llevarán a cabo sobre el modelo para garantizar la consecución de los compromisos BIM adquiridos contractualmente, y las ofertas de cada uno de los adjudicatarios. El conjunto de objetivos, acciones, usos y entregables BIM quedará recogido en este documento.

Visualizar la solución para facilitar la interpretación y comunicación del proyecto		
ACCIÓN BIM	CONDICIÓN DE SATISFACCIÓN	POSIBLES USOS DEL MODELO
Generar planos más coherentes	Disposición de planos extraídos del modelo de las principales partes del edificio, plenamente consistentes, aumentando la calidad de la información, su trazabilidad y reduciendo errores.	Documentación de planos 2D Registro y anotación de los planos
Analizar los puntos críticos del proyecto	Monitorizar visualmente a lo largo del proyecto los aspectos que muestren mayor riesgo para la correcta resolución técnica.	Visualización 3D Registro de los puntos críticos
Mejora la integración con el entorno	Monitorizar a lo largo de todo el proyecto el encaje e implantación de los volúmenes dentro de la parcela (accesos, medios auxiliares).	Visualización 3D
Análisis visual de la propuesta	Monitorizar visualmente la propuesta del proyecto para comprobar y verificar la intervención antes de llevarla a cabo en obra.	Visualización 3D
Análisis del programa funcional	Monitorizar y evidenciar el ajuste de la propuesta al programa funcional seleccionado (superficies, equipamientos, prestaciones, alturas)	Registro del programa funcional Visualización 3D
Identificar y Ubicar los elementos del edificio	Informar de los elementos del edificio de forma sistemática por tal de disponer de una base de datos	Seleccionar y especificar elementos

2.2.- DEFINICIÓN DE USOS BIM

El equipo de proyecto debe definir los Usos BIM del modelo necesarios para el desarrollo de las acciones BIM definidas en el apartado anterior.

ASPECTO	DESCRIPCIÓN
Denominación del USO BIM	Modelo de diseño
Descripción del USO BIM	Un proceso en el que se desarrolla un modelo tridimensional de información del proyecto basado en los criterios de diseño del proyecto. Los modelos se subdividen por disciplina, funcionalidad y ubicación.
Acciones BIM asociadas	Las comentadas en el apartado 2.1
Entregables a obtener	Módulo 1 / Módulo 2 / Módulo 3 / Módulo 4
Criterios de aceptación del entregable	Contenido mínimo mínimo del entregable definido por el cliente
Bases de información	Relación de la información necesaria para poner en marcha y desarrollar la operativa de trabajo del modelo BIM, agrupada en tres apartados: <ul style="list-style-type: none">• Información geométrica: Los elementos y familias externas serán identificados según el código GUBIMCLASS• Información paramétrica: Los parámetros añadidos al modelo para poder interpretar la información son los del apartado 3.5• Otros documentos: El modelo deberá tener en cuenta el documento ANÁLISIS ESTRUCTURAL y la MEMORIA AMBIENTAL.
Software	Revit y Navisworks

2.3.- ENTREGABLES

Los entregables a hacer efectivos durante el transcurso del contrato, resultado de la aplicación de los usos BIM sobre el modelo, serán los definidos en este punto.

- **MÓDULO 1: Condicionantes externos y requerimientos internos (anteproyecto)**
 - **Emplazamiento y programa funcional** propuestos por cada estudiante: análisis de aspectos positivos y negativos tanto externos como internos (DAFO) previos al proyecto.
 - **Condicionantes del entorno:** realidad física (clima, topografía, subsuelo, preexistencias...) y perceptiva, contexto formal y cultural, normativa urbana y asociada al uso, etc.
 - **Workshop_M1:** Evaluación ambiental del proyecto (herramienta HADES-GBCe)
- **MÓDULO 2: Objetivos y estrategias proyectuales (proyecto básico)**
 - **Objetivos y estrategias ambientales:** condicionantes negativos externos e internos (según DAFO) a corregir o mitigar. Estrategias ambientales pasivas.
 - **Objetivos y estrategias programáticos:** programa definitivo detallado.
 - **Objetivos y estrategias formales-tecnológicas:** volumetría y piel, relación con el entorno, carácter del edificio, etc.

- **Workshop_M2:** Presentación intermedia del proyecto.

- **MÓDULO 3: Soluciones y valoración (Proyecto de ejecución)**

- **Soluciones tecnológicas:** investigación de un sistema o material esencial del proyecto.

- **Soluciones clima:** definición de sistemas activos y pasivos, espacios intermedios, etc.

- **Impacto ambiental:** comparación de opciones en sistemas constructivos y de climatización.

- **Workshop_M3:** Valoración económica y ambiental del proyecto.

- **MÓDULO 4: Comunicación y oficios del arquitecto**

- **Comunicación:** el proyecto como narración, criterios compositivos, narrativa y guion.

- **Oficio:** opciones profesionales existentes y preferencias personales (fortalezas y carencias)

- **Workshop_M4:** Comunicación del proyecto

3.- OPERATIVA DE GENERACIÓN Y GESTIÓN DEL MODELO

3.1.- SEGREGACIÓN DEL MODELO

Antes de iniciar el proceso de moldeado, el equipo debe acordar la segregación del modelo BIM en varios archivos, diferenciando las disciplinas implicadas y detallando las relaciones, que, en su caso, puedan existir entre los mismos. La nomenclatura de estos archivos debe seguir un patrón claro.

NOMENCLATURA DE ARCHIVOS

Criterios:

- No se utilicen símbolos de puntuación, acentos, espacios en blanco ni caracteres especiales.
- Campos separados por un guijón bajo “_”.
- Utilización de XXX cuando el campo no este definido.
- Utilización de YYY cuando el campo agrupe varias disciplinas, subdisciplinas, niveles, localizaciones o partes.
- Utilización de ZZZ cuando el campo agrupe todas las disciplinas, subdisciplinas, niveles, localizaciones o partes.

Archivos:

PFC_JBO_M3D_ARQ_ZZZ_ZZZ_.rvt (Proyecto Final de Carrera, Jorge Bennassar Oliver, modelo de geometría 3D de Arquitectura, General, General)

PFC_JBO_M3D_EST_ZZZ_ZZZ_.rvt (Proyecto Final de Carrera, Jorge Bennassar Oliver, modelo de geometría 3D de Estructura, General, General)

PFC_JBO_M3D_MEP_ZZZ_ZZZ_.rvt (Proyecto Final de Carrera, Jorge Bennassar Oliver, modelo de geometría 3D de Instalaciones, General, General)

3.2.- COORDENADAS DE REFERENCIA

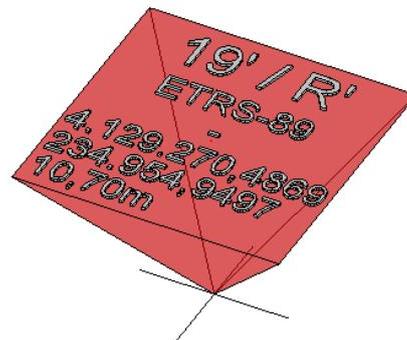
El equipo tiene que definir, mediante el posicionamiento en el modelo de objetos específicos como hitos de referencia, las coordenadas a utilizar en los archivos nativos y sus exportaciones.

Al ser un Proyecto Académico hemos utilizado las coordenadas generales de Barcelona para establecer, posteriormente, un análisis lumínico del proyecto.

Longitud: 2.1589900

Altitud: 41. 3887900

Normalmente colocaremos una pirámide invertida en los diferentes archivos para comprobar la correcta posición y evitar errores en la ejecución del modelo. Además, se establecerán tres puntos claves en el proyecto que deben respetarse en los diferentes modelos para encajar adecuadamente.



3.3.- DEFINICIÓN DE LOS NIVELES DEL MODELO

El equipo acordará la definición de los niveles a utilizar en todos los archivos, nativos y exportados, especificados en el punto 3.1. La definición de los niveles y su nomenclatura deberá seguir un patón claro y estándar.

DENOMINACIÓN	REFERENCIA	COTA ABSOLUTA	COTA RELATIVA
N00_P00	Planta Baja	+ 31.36 m	+ 0.00 m
N01_P01	Planta Primera	+ 35.36 m	+ 4.00 m
N02_P02	Planta Segunda	+ 38.56 m	+ 7.20 m
N03_P03	Planta Tercera	+ 41.76 m	+ 10.40 m
N04_P04	Planta Cuarta	+ 44.96 m	+ 13.60 m
N05_P05	Planta Quinta	+ 48.16 m	+ 16.80 m
N06_P06	Planta Cubierta	+ 51.36 m	+ 20.00 m

3.4.- CONTENIDO GEOMÉTRICO DEL MODELO

El equipo acordará qué elementos habrá que modelar, en qué modelos de disciplina se moldearán estos elementos y cuál será su nivel de detalle geométrico. Esta definición se recogerá en una tabla específica basada sobre la clasificación GUBIMCLASS en la que los datos referentes al modelado de los elementos, en qué modelo quedan asignados y su nivel de detalle geométrico, queden definidos de manera precisa en cada una de sus filas.

Nivel de clasificación				Modelado en proyecto		Arquitectura		Estructura		Instalaciones	
1	2	3	4			LOD	RESP	LOD	RESP	LOD	RESP
00	Trabajos previos y replanteo general					300	X				
00	10			X	Elementos auxiliares de replanteo del modelo	300	X				
00	10	10		X	Origen de Coordenadas	300	X				
00	10	20		X	Elementos de alineación	300	X				
00	10	30		X	Ejes	300	X				
00	10	40		X	Niveles	300	X				
00	20			X	Preexistencias	200	X				
00	20	10		X	Edificios Colindantes preexistentes	200	X				
00	20	20		X	Elementos de entorno urbano preexistente	200	X				
00	20	30			Servicios Urbanos preexistentes						
00	30				Ensayos Previos						
00	30	10			Ensayo en el terreno						
00	30	10	10		Sondeo						
00	30	10	20		Penetrómetro						
00	30	10	30		Piezómetro						
00	30	20			Ensayo en elementos estructurales						
00	30	20	10	X	Ensayo sobre elemento de Hormigón			200	X		
00	30	20	20		Ensayo sobre estructura de acero						
00	30	20	30		Ensayo sobre estructura de fábrica						
10	Adecuación del terreno y sustentación del edificio					300	X				
10	10				Actuaciones para reducir y controlar las afectaciones a edificios vecinos, servicios y otros elementos						
10	10	10			Apuntalamientos y arriostramientos						
10	10	10	10		Puntales metálicos						
10	10	10	20		Anclajes temporales						
10	10	20			Otras actuaciones para controlar afectaciones						

10	20			X	Movimiento de tierras	300	X				
10	20	10		X	Topografía	300	X				
10	20	20		X	Excavaciones	300	X				
10	20	20	10	X	Excavación general	300	X				
10	20	20	20	X	Excavación de cimentación	200	X				
10	20	30		X	Rellenos	300	X				
10	20	30	10	X	Terraplenado	200	X				
10	20	30	20	X	Mejora del terreno	200	X				
10	20	30	30	X	Relleno trasdós del muro	200	X				
10	30				Rebaje del nivel freático						
10	30	10			Elementos generales de agotamiento del nivel freático						
10	30	10	10		Decantador						
10	30	10	20		Tubería para agotamientos						
10	30	10	30		Contador para agotamientos						
10	30	20			Agotamiento con sistema de bombeo						
10	30	20	10		Pozo de bombeo						
10	30	30			Agotamiento con sistema Wellpoint						
10	30	30	10		Lanza de succión						

20	Sistema Estructural						300	X			
20	10			X	Cimientos y contención de tierras		300	X			
20	10	10		X	Elementos superficiales		300	X			
20	10	10	10	X	Vigas Riostra		300	X			
20	10	10	20	X	Zapatas		300	X			
20	10	10	30	X	Encepados		300	X			
20	10	10	40	X	Losas de Cimentación		300	X			
20	10	10	50	X	Hormigón de Limpieza		300	X			
20	10	10	60		Pozos de Cimentación						
20	10	20			Elementos Profundos						
20	10	20	10		Pantallas de cimentación						
20	10	20	20		Pilotes de cimentación						
20	10	20	30		Micropilotes						
20	10	20	40		Jet-Grouting						

20	10	30		X	Elementos de contención			300	X		
20	10	30	10	X	Muros de contención			300	X		
20	10	30	15		Muro gutinado						
20	10	30	20		Pantallas de contención						
20	10	30	30		Pilones de contención						
20	10	30	40		Muros de micropilotes						
20	10	30	50		Muros de jet-grouting						
20	10	30	60		Muros de tablestacas						
20	10	30	70		Sistemas de anclaje y apuntalamiento de elementos de contención definitivos						
20	10	40		X	Bases			300	X		
20	10	40	10	X	Soleras			300	X		
20	10	40	20	X	Rampas			300	X		
20	10	40	30	X	Subbases			300	X		
20	20			X	Estructura			300	X		
20	20	10		X	Estructura vertical			300	X		
20	20	10	10	X	Pilares			300	X		
20	20	10	20	X	Ménsulas			300	X		
20	20	10	30	X	Muros Estructurales			300	X		
20	20	10	40	X	Escaleras de estructura			300	X		
20	20	10	50		Rampas de estructura						
20	20	10	60		Tensores verticales						
20	20	20		X	Estructura Horizontal			300	X		
20	20	20	10	X	Forjados			300	X		
20	20	20	20	X	Jácnas			300	X		
20	20	20	30		Cerchas						
20	20	20	40	X	Viguetas			300	X		
20	20	20	50		Tensores horizontales						
20	20	30			Estructura Tridimensional						
20	20	30	10		Bóveda						
20	20	30	20		Arco						
20	20	30	30		Cúpula						
20	20	30	40		Malla espacial						

30	Sistema de envolvente y de acabados exteriores								
30	10			X	Envolvente Vertical	300	X		
30	10	10		X	Fachadas	300	X		
30	10	10	10		Fachadas in situ				
30	10	10	20	X	Fachadas prefabricadas	300	X		
30	10	10	30	X	Sistemas especiales de fachadas	300	X		
30	10	10	40	X	Acabados de fachada	300	X		
30	10	10	50	X	Remates de fachada	300	X		
30	10	20		X	Carpintería de fachada	300	X		
30	10	20	10	X	Ventanas de fachada	300	X		
30	10	20	20	X	Puertas de fachada	300	X		
30	10	20	30		Protecciones solares de fachadas				
30	10	20	40		Protecciones de seguridad de fachadas				
30	20			X	Envolvente horizontal superior	300	X		
30	20	10		X	Cubiertas				
30	20	10	10	X	Cubiertas in-situ	300	X		
30	20	10	20		Cubiertas prefabricadas				
30	20	10	30		Sistemas especiales de fachadas				
30	20	10	40	X	Acabados de fachadas	300	X		
30	20	10	50	X	Remates de fachadas	300	X		
30	20	20			Carpinterías de cubiertas				
30	20	20	10		Ventanas de cubiertas				
30	20	20	20		Puertas de cubiertas				
30	20	20	30		Protecciones solares de cubiertas				
30	20	20	40		Protecciones seguridad de cubiertas				
30	30				Envolvente horizontal inferior				
30	30	10			Compartimentación exterior horizontal				
30	30	10	10		Falsos techos exteriores				
30	30	10	20		Remates compartimentación exterior horizontal				
30	30	20		X	Acabados envolvente horizontal inferior	300	X		
30	30	20	10	X	Revestimientos continuos de envolvente inferior	300	X		
30	30	20	20	X	Remates envolvente inferior	300	X		

30	40			X	Escaleras y rampas exteriores	300	X				
30	40	10		X	Escalonado exterior	300	X				
30	40	10	10	X	Escalones exteriores	300	X				
30	40	10	20	X	Recrecido de escalones exteriores	300	X				
30	40	20			Acabados de escalonado y rampas exteriores						
30	40	20	10		Acabado tramo exterior						
30	40	20	20		Acabado rellano exterior						

40	Sistemas de compartimentación y de acabados interiores										
40	10			X	Compartimentación y acabados interiores verticales	300	X				
40	10	10		X	Compartimentación interior vertical	300	X				
40	10	10	10	X	Tabiques	300	X				
40	10	10	20		Mamparas						
40	10	10	30	X	Trasdosados	300	X				
40	10	10	40	X	Carpintería interior	300	X				
40	10	10	50		Protecciones interiores						
40	10	20			Acabados interiores verticales						
40	10	20	10	X	Revestimientos discontinuos	300	X				
40	10	20	20	X	Revestimientos continuos	300	X				
40	10	20	30		Remates interiores						
40	10	20	40		Pinturas y vinilos						
40	20			X	Sistemas de compartimentación y de acabados interiores	300	X				
40	20	10		X	Compartimentación interior horizontal	300	X				
40	20	10	10	X	Falsos Techos interiores	300	X				
40	20	10	20		Suelos técnicos						
40	20	10	30	X	Recrecidos	300	X				
40	20	20		X	Acabados interiores horizontales	300	X				
40	20	20	10	X	Revestimientos techos	300	X				
40	20	20	20	X	Pavimentos	300	X				

40	30			X	Escaleras y rampas interiores	300	X				
40	30	10		X	Escalonado interior	300	X				
40	30	10	10	X	Escalonado interiores	300	X				
40	30	20	20		Recrecido de escalones interiores						
40	30	20		X	Acabados de escalonado y rampas interiores	300	X				
40	30	20	10	X	Acabado tramo interior	300	X				
40	30	20	20	X	Acabado rellano interior	300	X				
40	40				Elementos especiales de acabados interiores						
40	40	10			Elementos de señalización						
40	40	10	10		Señalización de techo						
40	40	10	20		Señalización mural						
40	40	10	30		Señalización de suelos						
40	40	20			Otros elementos especiales de acabados interiores						

50	Sistemas de acondicionamiento, instalaciones y servicios										
50	10			X	Fontanería					300	X
50	10	10		X	Equipos principales de fontanería					300	X
50	10	10	10		Equipos de medida y control de fontanería						
50	10	10	20		Grupos de presión de fontanería						
50	10	10	30	X	Depósitos, acumuladores y calentadores					300	X
50	10	20		X	Red de distribución de Fontanerías					300	X
50	10	20	10	X	Válvulas e instrumentos de medida y control de flujo de fontanería					300	X
50	10	20	20	X	Dispositivos de fontanería					300	X
50	10	20	30	X	Canalizaciones de agua sanitaria					300	X
50	10	20	40		Canalizaciones de agua tratada						
50	10	20	50		Arquetas y pozos de fontanería						
50	10	20	60	X	Terminales de fontanería					300	X

50	20				Evacuación de Aguas							
50	20	10			Equipos principales de evacuación de aguas							
50	20	10	10		Equipos de medida y control de evacuación de aguas							
50	20	10	20		Grupos de presión de evacuación de aguas							
50	20	10	30		Depósitos de evacuación de aguas							
50	20	10	40		Dispositivos de evacuación de aguas							
50	20	20			Red de recogida							
50	20	20	10		Canalizaciones de aguas pluviales							
50	20	20	20		Canalizaciones de aguas residuales							
50	20	20	30		Canalizaciones de aguas grises							
50	20	20	40		Canalizaciones para ventilación saneamiento							
50	20	20	50		Arquetas y pozos de evacuación de aguas							
50	20	20	60		Terminales de drenaje							
50	30			X	Instalaciones térmicas y de ventilación					300		X
50	30	10		X	Equipos de producción de instalaciones térmicas					300		X
50	30	10	10	X	Torres de refrigeración					300		X
50	30	10	20		Unidades exteriores de instalaciones térmicas							
50	30	10	30	X	Unidades interiores de instalaciones térmicas					300		X
50	30	10	40		Calderas							
50	30	10	50		Termo acumuladores							
50	30	10	60		Geotermia							
50	30	10	70		Captadores solares térmicos							
50	30	10	80		Ventiladores							
50	30	10	90	X	Recuperadores					300		X
50	30	20			Equipos secundarios de instalaciones térmicas							

50	30	20	10		Equipos de bombeo de instalaciones térmicas						
50	30	20	20		Silenciadores						
50	30	20	30		Compuertas						
50	30	20	40		Reguladores						
50	30	20	50		Condensadores						
50	30	20	60		Válvulas e instrumentos de medida y control de flujo de climatización						
50	30	30			Circuitos de distribución de fluidos frío/calor						
50	30	30	10		Líneas frigoríficas						
50	30	30	20		Líneas hidráulicas						
50	30	40		X	Conductos de distribución de aire					300	X
50	30	40	10	X	Aportación de aire primario					300	X
50	30	40	20	X	Extracción de aire primario					300	X
50	30	40	30	X	Impulsión de aire tratado					300	X
50	30	40	40	X	Retorno de aire tratado					300	X
50	30	40	50	X	Extracción de humos					300	X
50	30	50			Terminales y difusores						
50	30	50	10		Radiadores						
50	30	50	20		Difusores						
50	30	50	30		Suelo Radiante						
50	30	50	40		Forjados Radiantes						
50	30	50	50	X	Rejillas					300	X
50	30	60			Dispositivos de maniobra y control						
50	30	60	10		Cableado/BUS de climatización						
50	30	60	20		Detectores de CO2						
50	40				Suministro de combustibles						
50	40	10			Equipos principales de suministro de combustibles						
50	40	10	10		Equipos de medida, regulación y control de combustibles						
50	40	10	20		Depósitos de combustible						
50	40	10	30		Grupos de presión de combustible						

50	40	20			Equipos secundarios de suministro de combustibles						
50	40	20	10		Válvulas e instrumentos de medida y control de flujo de combustibles						
50	40	20	20		Dispositivos de suministro de combustibles						
50	40	30			Red de distribución de suministro de combustibles						
50	40	30	10		Canalizaciones de suministro de combustibles						
50	40	30	20		Arquetas y pozos de suministro de combustibles						

60	Equipamientos y mobiliario										
60	10				Equipamientos						
60	10	10			Cuartos húmedos / sanitarios						
60	10	10	10	X	Inodoros			300		X	
60	10	10	20		Urinarios						
60	10	10	30		Bidés						
60	10	10	40	X	Platos de ducha			300		X	
60	10	10	50	X	Bañeras			300		X	
60	10	10	60	X	Lavamanos			300		X	
60	10	10	70	X	Fregaderos			300		X	
60	10	10	80		Accesorios para cuartos húmedos						
60	10	10	90		Lavaderos						
60	10	10	100		Vertedero						
60	10	20			Otros equipamientos						
60	10	20	10		Equipamientos para circulación de vehículos						
60	10	20	20		Equipamientos comerciales						
60	10	20	10		Equipamientos institucionales						
60	10	20	10		Equipamientos recreativos						
60	10	20	10		Equipamientos asistenciales						
60	10	20	10		Electrodomésticos						
60	10	20	10		Aparatos informáticos						

60	20				Mobiliario	300	X				
60	20	10			Mobiliario fijo	300	X				
60	20	10	10		Encimeras	300	X				
60	20	10	20		Estantes	300	X				
60	20	10	30		Espejos						
60	20	10	40		Mostradores						
60	20	10	50		Muebles de obra						
60	20	10	60		Armarios empotrados	300	X				
60	20	10	70		Bancadas						
60	20	10	80		Otros mobiliarios fijos	300	X				
60	20	20			Mobiliario móvil	300	X				
60	20	20	10		Mesas	300	X				
60	20	20	20		Sillas y sofás	300	X				
60	20	20	30		Taburetes						
60	20	20	40		Bancos						
60	20	20	50		Camas	300	X				
60	20	20	60		Armarios, cajoneras y archivadores	300	X				
60	20	20	70		Otros mobiliarios móviles	300	X				
60	30				Sistemas de transporte						
60	30	10			Transporte vertical						
60	30	10	10		Ascensores						
60	30	10	20		Montacargas						
60	30	10	30		Escaleras mecánicas						
60	30	20			Transporte horizontal						
60	30	20	10		Pasarelas transportadoras						
60	30	20	20		Otros sistemas de transporte						
60	30	30			Manipulación de elementos						
60	30	30	10		Grúas						
60	30	30	20		Polipasto						
60	30	30	30		Cintas transportadoras						
60	30	30	40		Sistemas neumáticos						
60	30	30	50		Otros sistemas de manipulación						

3.5.- CONTENIDO PARAMÉTRICO DEL MODELO

El equipo deberá definir los parámetros y grupos de parámetros que constituirán el contenido paramétrico del modelo BIM. Su definición responderá a los Usos BIM definidos en el BEP y los requisitos mínimos definidos por el equipo.

Los grupos de parámetros mínimos según dicho manual son:

- **Para los elementos del modelo:**
 - Parámetros de Identificación
 - Parámetros de Localización
- **Para los espacios:**
 - Parámetros de identificación
 - Parámetros de Localización

3.5.1.- PARÁMETRO DE IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS

Corresponden a los parámetros básicos para la correcta definición de cualquier elemento de los modelos del contrato. Hay que informarlos en todos los elementos de todos los modelos. Son los siguientes:

- **Clasificación:** El parámetro asocia el objeto a una función específica, por lo que facilita su vinculación en el proceso de diseño y posteriormente a las actividades de puesta en obra, contratación, medición y operaciones. Se trata en realidad de dos parámetros, un código de clasificación y su descripción de clasificación, ambos se obtendrán de la tabla de clasificación de acuerdo con la clasificación GUBIMCLASS.
- **Denominación de tipo:** Permite una identificación clara del objeto de acuerdo con una taxonomía definida según los criterios establecidos por el equipo. Todas las descripciones deberán escribirse en Calibri (Body) para evitar errores tipográficos.

NOMENCLATURA DE FAMILIAS Y TIPOS

Criterios:

- Uso del UpperCamelCase (A-Z, a-z, 0-9).
- No se utilizan símbolos de puntuación, acentos, espacios en blanco ni caracteres especiales.
- Campos separados por un guión bajo “_”.

Nomenclatura de las Familias: ID_Descripción

ID: se usa la categoría de GuBIMclass al cuarto nivel abreviada (sin puntos, ni 0).

Descripción: Descripción de la familia en UpperCamelCase.

Clasificación Marca Tipo

*La x hace referencia al número de elementos, desde el 1 en ascendente.

Acrónimos y Descripción:

MCx: Muro Cimentación x

MNx: Muro Núcleo x

Nomenclatura de los Tipos: ID_MarcaTipo_Descripción_Característica

ID: se usa la categoría de GuBIMclass al cuarto nivel abreviada (sin puntos, ni 0).

Marca Tipo: se usa la Marca de Tipo establecida para ese elemento.

Descripción: descripción de la familia en UpperCamelCase.

Característica: especificación.

Ejemplos:

2122_MC1_PantallaCimentacion_450mm

2122_MC2_PantallaCimentacion_600mm

2122_MC3_PantallaCimentacion_725mm

2213_MN1_MuroNucleo_50mm

2213_MN2_MuroNucleo_75mm

2213_MN3_MuroNucleo_100mm

- **Estatus de obra:** Permite identificar entre elementos nuevos, elementos preexistentes o elementos temporales. Todas las descripciones deberán escribirse en Calibri (Body) para evitar errores tipográficos.

3.5.2.- PARÁMETRO DE LOCALIZACIÓN DE ELEMENTOS

Todos los elementos de los modelos del contrato deberán disponer de información relativa a su posición dentro del edificio de manera que permitan la correcta localización del elemento en el modelo.

Los parámetros de Localización asocian un objeto a una, zona, nivel, sector o espacio dentro del edificio. Se trata de una pareja de parámetros **Código de Localización y Descripción Localización**. El código informará la zona, nivel, sector o espacio en el que se ubica el elemento, de acuerdo con las necesidades de la infraestructura. La descripción fijará la denominación del área o el espacio de acuerdo con el programa funcional. Las especificaciones de los códigos y su descripción pueden cambia a lo largo del desarrollo del proyecto, al estar vinculadas, en parte, a su programa funcional.

Nivel de localización			Modelado	Medición sup	Descripción de la Localización
VOLUMEN	NIVEL	ESPACIO			
A	N00_P00	NU	X	22.14 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen A en Planta Baja
A	N00_P00	BA	X	8.61 m2	Baño del Volumen A en Planta Baja
A	N00_P00	VE	X	12.57 m2	Vestíbulo del Volumen A en Planta Baja
A	N00_P00	ES	X	71.44 m2	Espacio de Trabajo del Volumen A en Planta Baja
B	N00_P00	TA	X	28.64 m2	Taller de cerámica del Volumen B en Planta Baja
B	N00_P00	ES	X	35.69 m2	Espacio de Trabajo del Volumen B en Planta Baja
C	N00_P00	NU	X	17.40 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen C en Planta Baja con posible ascensor
E	N00_P00	NU	X	32.49 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen E en Planta Baja
F	N00_P00	TA	X	34.80 m2	Taller del Volumen F en Planta Baja
G	N00_P00	NU	X	23.23 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen G en Planta Baja
A	N01_P01	CO	X	106.28 m2	Comedor común del Volumen A en la Planta Primera
A	N01_P01	BA	X	7.06 m2	Baño del Volumen A en Planta Primera
A	N01_P01	NU	X	14.90 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen A en Planta Primera
A	N01_P01	LA	X	38.96 m2	Lavandería en el Volumen A en la Planta Primera
B	N01_P01	BA	X	3.07 m2	Baño del Volumen B en Planta Primera
B	N01_P01	HA	X	11.37 m2	Habitación Individual del Volumen B en Planta Primera
B	N01_P01	HA	X	11.37 m2	Habitación Individual del Volumen B en Planta Primera

B	N01_P01	CC	X	45.61 m2	Cocina común del Volumen B en la Planta Primera
B	N01_P01	CI	X	9.54 m2	Circulaciones del Volumen B en la Planta Primera
C	N01_P01	BA	X	4.27 m2	Baño del Volumen C en Planta Primera
C	N01_P01	NU	X	20.33 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen C en Planta Primera con posible ascensor
C	N01_P01	SC	X	30.43 m2	Salón-Comedor del Volumen C en Planta Primera
D	N01_P01	NU	X	32.43 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen D en Planta Primera
E	N01_P01	NU	X	39.33 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen E en Planta Primera
E	N01_P01	BJ	X	43.35 m2	Bar de jazz en el Volumen E en Planta Primera
E	N01_P01	BA	X	2.77 m2	Baño del Volumen E en Planta Primera
E	N01_P01	VE	X	6.62 m2	Vestíbulo del Bar de Jazz del Volumen E en Planta Primera
E	N01_P01	BA	X	2.49 m2	Baño del Volumen E en Planta Primera
E	N01_P01	BA	X	3.30 m2	Entrada del Baño de Volumen E en Planta Primera
F	N01_P01	SC	X	37.17 m2	Salón Comedor Cocina del Volumen F en Planta Primera
G	N01_P01	NU	X	28.67 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen G en Planta Primera
A	N02_P02	HA	X	14.18 m2	Habitación Individual del Volumen A en Planta Segunda
A	N02_P02	BA	X	7.06 m2	Baño del Volumen A en Planta Segunda
A	N02_P02	NU	X	14.78 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen A en Planta Segunda
A	N02_P02	CI	X	66.85 m2	Circulaciones del Volumen A en la Planta Segunda
A	N02_P02	HA	X	14.18 m2	Habitación Individual del Volumen A en Planta Segunda
B	N02_P02	BA	X	2.82 m2	Baño del Volumen B en Planta Segunda
B	N02_P02	HA	X	11.37 m2	Habitación Individual del Volumen B en Planta Segunda
B	N02_P02	CI	X	31.07 m2	Circulaciones del Volumen B en la Planta Segunda
B	N02_P02	HA	X	11.37 m2	Habitación Individual del Volumen B en Planta Segunda
B	N02_P02	CI	X	9.54 m2	Circulaciones del Volumen B en la Planta Segunda
C	N02_P02	BA	X	4.21 m2	Baño del Volumen C en Planta Segunda

C	N02_P02	HA	X	10.01 m2	Habitación Individual del Volumen C en Planta Segunda
C	N02_P02	HA	X	10.01 m2	Habitación Individual del Volumen C en Planta Segunda
C	N02_P02	NU	X	31.49 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen C en Planta Segunda con posible ascensor
D	N02_P02	BA	X	4.12 m2	Baño del Volumen D en Planta Segunda
D	N02_P02	CD	X	40.86 m2	Centro de día del cohousing senior en el volumen D en Planta Segunda
D	N02_P02	BA	X	4.12 m2	Baño del Volumen D en Planta Segunda
D	N02_P02	CD	X	40.86 m2	Centro de día del cohousing senior en el volumen D en Planta Segunda
D	N02_P02	NU	X	36.40 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen D en Planta Segunda
E	N02_P02	SB	X	39.30 m2	Sala polivalente con opción a ser una sala de baile en el Volumen E en la Planta Segunda
E	N02_P02	NU	X	38.28 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen E en Planta Segunda
F	N02_P02	HD	X	10.59 m2	Habitación Doble del Volumen F en Planta Segunda
F	N02_P02	HA	X	7.89 m2	Habitación Individual del Volumen F en Planta Segunda
F	N02_P02	BA	X	3.87 m2	Baño del Volumen F en Planta Segunda
F	N02_P02	CI	X	13.98 m2	Circulaciones del Volumen F en la Planta Segunda
G	N02_P02	NU	X	27.98 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen G en Planta Segunda
G	N02_P02	HA	X	10.82 m2	Habitación Individual del Volumen G en Planta Segunda
G	N02_P02	HA	X	10.64 m2	Habitación Individual del Volumen G en Planta Segunda
G	N02_P02	BA	X	7.23 m2	Baño del Volumen G en Planta Segunda
G	N02_P02	CI	X	10.03 m2	Circulaciones del Volumen G en la Planta Segunda
G	N02_P02	CC	X	17.74 m2	Cocina común del Volumen G en la Planta Primera
G	N02_P02	CO	X	38.70 m2	Comedor común del Volumen G en la Planta Primera
A	N03_P03	HA	X	11.71 m2	Habitación Individual del Volumen A en Planta Tercera
A	N03_P03	HA	X	12.32 m2	Habitación Individual del Volumen A en Planta Tercera

A	N03_P03	HA	X	14.12 m2	Habitación Individual del Volumen A en Planta Tercera
A	N03_P03	HA	X	14.49 m2	Habitación Individual del Volumen A en Planta Tercera
A	N03_P03	CI	X	32.27 m2	Circulaciones del Volumen A en la Planta Tercera
A	N03_P03	NU	X	22.80 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen A en Planta Tercera
A	N03_P03	BA	X	7.06 m2	Baño del Volumen A en Planta Tercera
C	N03_P03	HA	X	10.92 m2	Habitación Individual del Volumen C en Planta Tercera
C	N03_P03	HA	X	10.92 m2	Habitación Individual del Volumen C en Planta Tercera
C	N03_P03	NU	X	36.96 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen C en Planta Tercera con posible ascensor
D	N03_P03	HA	X	11.94 m2	Habitación Individual del Volumen D en Planta Tercera
D	N03_P03	BA	X	5.11 m2	Baño del Volumen D en Planta Tercera
D	N03_P03	HA	X	11.49 m2	Habitación Individual del Volumen D en Planta Tercera
D	N03_P03	HA	X	11.49 m2	Habitación Individual del Volumen D en Planta Tercera
D	N03_P03	BA	X	5.11 m2	Baño del Volumen D en Planta Tercera
D	N03_P03	HA	X	11.94 m2	Habitación Individual del Volumen D en Planta Tercera
D	N03_P03	CO	X	42.40 m2	Comedor común del Volumen D en la Planta Tercera
D	N03_P03	NU	X	36.40 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen D en Planta Tercera
D	N03_P03	EP	X	24.69 m2	Espacio Polivalente del Volumen D en Planta Tercera
E	N03_P03	HA	X	10.60 m2	Habitación Individual del Volumen E en Planta Tercera
E	N03_P03	HA	X	10.52 m2	Habitación Individual del Volumen E en Planta Tercera
E	N03_P03	HA	X	10.60 m2	Habitación Individual del Volumen E en Planta Tercera
E	N03_P03	HA	X	11.16 m2	Habitación Individual del Volumen E en Planta Tercera
E	N03_P03	AM	X	6.01 m2	Pequeño Almacén del Volumen E en Planta Tercera
E	N03_P03	BA	X	5.80 m2	Baño del Volumen E en Planta Tercera
E	N03_P03	BA	X	1.91 m2	Baño del Volumen E en Planta Tercera
E	N03_P03	NU	X	37.85 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen E en Planta Tercera
E	N03_P03	CI	X	23.23 m2	Circulaciones del Volumen E en la Planta Tercera

E	N03_P03	TE	X	26.43 m2	Terraza del Volumen E en la Planta Tercera
E	N03_P03	CO	X	15.98 m2	Comedor Cocina del Volumen E en la Planta Tercera
E	N03_P03	BA	X	2.46 m2	Baño del Volumen E en Planta Tercera
E	N03_P03	BA	X	1.90 m2	Baño del Volumen E en Planta Tercera
G	N03_P03	HA	X	11.37 m2	Habitación Individual del Volumen G en Planta Tercera
G	N03_P03	HA	X	11.37 m2	Habitación Individual del Volumen G en Planta Tercera
G	N03_P03	CI	X	23.43 m2	Circulaciones del Volumen G en la Planta Tercera
G	N03_P03	NU	X	27.77 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen G en Planta Tercera
G	N03_P03	TE	X	16.93 m2	Terraza del Volumen G en la Planta Tercera
G	N03_P03	BA	X	8.89 m2	Baño del Volumen G en Planta Tercera
G	N03_P03	HA	X	10.97 m2	Habitación Individual del Volumen G en Planta Tercera
A	N04_P04	CI	X	36.17 m2	Circulaciones del Volumen A en la Planta Cuarta
A	N04_P04	HA	X	13.20 m2	Habitación Individual del Volumen A en Planta Cuarta
A	N04_P04	BA	X	6.95 m2	Baño del Volumen A en Planta Cuarta
A	N04_P04	NU	X	10.83 m2	Habitación Individual del Volumen A en Planta Cuarta
A	N04_P04	HA	X	11.42 m2	Habitación Individual del Volumen A en Planta Cuarta
A	N04_P04	HA	X	13.09 m2	Habitación Individual del Volumen A en Planta Cuarta
A	N04_P04	HA	X	10.43 m2	Habitación Individual del Volumen A en Planta Cuarta
D	N04_P04	HA	X	10.43 m2	Habitación Individual del Volumen D en Planta Cuarta
D	N04_P04	BA	X	5.10 m2	Baño del Volumen D en Planta Cuarta
D	N04_P04	HA	X	11.94 m2	Habitación Individual del Volumen D en Planta Cuarta
D	N04_P04	HA	X	11.94 m2	Habitación Individual del Volumen D en Planta Cuarta
D	N04_P04	BA	X	5.11 m2	Baño del Volumen D en Planta Cuarta
D	N04_P04	EP	X	24.65 m2	Espacio Polivalente en el Volumen D en Planta Cuarta
D	N04_P04	AD	X	20.34 m2	Área de Descanso en el Volumen D en Planta Cuarta
D	N04_P04	EP	X	42.10 m2	Espacio Polivalente en el Volumen D en Planta Cuarta
D	N04_P04	NU	X	36.40 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen D en Planta Cuarta

D	N04_P04	HA	X	11.83 m2	Habitación Individual del Volumen D en Planta Cuarta
E	N04_P04	NU	X	37.02 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen E en Planta Cuarta
E	N04_P04	BA	X	6.54 m2	Baño del Volumen E en Planta Cuarta
E	N04_P04	HA	X	10.66 m2	Habitación Individual del Volumen E en Planta Cuarta
E	N04_P04	HA	X	10.67 m2	Habitación Individual del Volumen E en Planta Cuarta
E	N04_P04	TE	X	68.30 m2	Terraza del Volumen E en la Planta Cuarta
E	N04_P04	CI	X	11.07 m2	Circulaciones del Volumen E en la Planta Cuarta
E	N04_P04	CC	X	24.67 m2	Cocina común del Volumen E en la Planta Cuarta
G	N04_P04	NU	X	26.96 m2	Núcleo de comunicación vertical del Volumen G en Planta Cuarta
G	N04_P04	BA	X	9.66 m2	Baño del Volumen G en Planta Cuarta
G	N04_P04	HA	X	10.59 m2	Habitación Individual del Volumen G en Planta Cuarta
G	N04_P04	CI	X	23.62 m2	Circulaciones del Volumen G en la Planta Cuarta
G	N04_P04	TE	X	17.78 m2	Terraza del Volumen G en la Planta Cuarta
G	N04_P04	HA	X	10.48 m2	Habitación Individual del Volumen G en Planta Cuarta
G	N04_P04	HA	X	10.46 m2	Habitación Individual del Volumen G en Planta Cuarta

* El Código de Localización debe salir de la concatenación de la nomenclatura del Volumen/Nivel/Espacio separados por una barra baja (_) entre ellos.

Ejemplo:

G_N04_P04_TE (Terraza del Volumen G en la Planta Cuarta)

A_N03_P03_BA (Baño del Volumen A en Planta Tercera)

C_N01_P01_SC (Salón-Comedor del Volumen C en Planta Primera)

3.5.3.- PARÁMETRO DE IDENTIFICACIÓN DE ESPACIOS

Todos los espacios presentes en los modelos del contrato deberán disponer de una identificación, según las especificaciones de este BEP.

- **Número:** Permite una identificación única del espacio de acuerdo con una taxonomía definida según los criterios establecidos por el quipo, asignando un código alfanumérico.
- **Nombre:** El parámetro asocia al espacio una denominación de acuerdo con el programa funcional de la infraestructura.

3.5.4.- PARÁMETRO DE LOCALIZACIÓN DE ESPACIOS

- Todos los espacios contenidos en los modelos del contrato deberán disponer de información relativa a su posición dentro de la infraestructura de manera que permitan la correcta localización del elemento al modelo. Los criterios son idénticos a los expuestos en el punto 3.5.2.

3.5.5.- PARÁMETROS ADICIONALES

En función de los requisitos del cliente y de los usos a implementar fijados en los puntos anteriores se definirán los criterios de aplicación y codificación de posibles parámetros adicionales.

3.5.6.- NOMENCLATURA DE NIVELES

Criterios:

- No se utilizan símbolos de puntuación, acentos, espacios en blanco ni caracteres especiales.
- Uso de mayúsculas.
- Campos separados por un guión bajo “_”.

Nomenclatura de Niveles: Nivel_Descripción

Nivel: uso la abreviación N seguida por el número correspondiente, desde el 00 en ascendiente.

Descripción: uso de la abreviación P para hacer referencia a la planta, seguido por codificación según planta.

Para plantas sótano, uso de la abreviación S.

Para planta cubierta, uso de la abreviación COB.

Para plantas tipo, uso del número correspondiente, desde el 0 en planta rasante en ascendiente.

Niveles:

N00_P0	N04_P4
N01_P1	N05_P5
N02_P2	N06_P6
N03_P3	N07_P7

3.5.7.- NOMENCLATURA DE VISTAS

Criterios:

- No se utilizan símbolos de puntuación, acentos, espacios en blanco ni caracteres especiales.
- Uso de mayúsculas.
- Campos separados por un guión bajo “_”.

Nomenclatura de Vistas: Nivel_Descripción_Capítulo

Nivel: uso la abreviación N seguida por el número correspondiente, desde el 00 en ascendiente.

Descripción: uso de la abreviación P para hacer referencia a la planta, seguido por codificación según planta.

Para plantas sótano, uso de la abreviación S.

Para planta cubierta, uso de la abreviación COB.

Para plantas tipo, uso del número correspondiente, desde el 0 en planta rasante en ascendiente.

Capítulo: uso la abreviación especificada a continuación para cada Capítulo.

Acrónimos y Descripción de Capítulos:

Acrónimo	Descripción	Acrónimo	Descripción
EMP	Emplazamiento	3D	Vista 3D
D	Plantas Acotadas	SI	Sector Incendios
PA	Plantas Acotadas	U	Usos
A	Alzados	HS	Locales Húmedo/Seco
S	Secciones	PP	Espacios Público/Privado
SC	Superficie Construida	SU	Superficie Útil

Ejemplos Vistas:

N02_PO_D

N02_PO_PA

ORGANIZACIÓN DEL MODELO

Crterios:

- No se utilizan símbolos de puntuación.
- Uso de mayúsculas.

MODELO DE ARQUITECTURA

NAVEGADOR DE VISTAS		TABLAS/CUANTIFICACIÓN		PORTFOLIO/PLANOS
Estado		Estado		Estado
01_WIP		01_WIP		01_WIP
02_CTR		02_CTR		02_CTR
03_ENT		03_ENT		03_ENT
Capítulo		Capítulo		Capítulo
01_EMPLAZAMIENTO	07_SECTOR_INCENDIOS	01_ELEMENTOS VERTICALES		01_DOSSIER
02_DISTRIBUCION	08_USOS	02_ELEMENTOS HORIZONTALES		02_PANELES
03_PLANTAS_ACOTADAS	09_LOCALES_HUMEDO/SECO	03_CARPINTERIA		
04_ALZADOS	10_ESPACIOS_PUBLICO/PRIVADO	04_MOBILIARIO		
05_SECCIONES	11_SUPERFICIE_CONSTRUIDA	05_GESTIÓN GRÁFICA		
06_3D				
Subcapítulo		Subcapítulo		Subcapítulo
01_GENERAL	05_REVESTIMIENTOS	01_GENERAL	05_REVESTIMIENTOS	
02_FACHADAS	06_PAVIMENTOS	02_FACHADAS	06_PAVIMENTOS	
03_DIVISORIAS	07_FALSOS TECHOS	03_DIVISORIAS	07_FALSOS TECHOS	
04_CARPINTERÍA	08_MOBILIARIO	04_CARPINTERÍA	08_MOBILIARIO	

MODELO DE ESTRUCTURA

NAVEGADOR DE VISTAS		TABLAS/CUANTIFICACIÓN		PORTFOLIO/PLANOS	
Estado		Estado		Estado	
01_WIP		01_WIP		01_WIP	
02_CTR		02_CTR		02_CTR	
03_ENT		03_ENT		03_ENT	
Capítulo		Capítulo		Capítulo	
01_PLANTAS		01_CANTIDADES		01_PLANTAS	
02_SECCIONES		02_SECTOR INCENDIOS		02_SECCIONES	
03_3D		03_VISTAS		03_3D	
		04_LAMINAS		04_MODELO ANALÍTICO	
Subcapítulo		Subcapítulo		Subcapítulo	
01_GENERAL	05_COORDINACIÓN	01_GENERAL		01_GENERAL	
02_DETALLES_CONSTRUCTIVOS				02_SECTOR INCENDIOS	
03_SECTOR INCENDIOS					
04_MODELO ANALÍTICO					

MODELO INSTALACIONES

Organización del Navegador de Vistas a partir de Parámetros Compartidos.

Acrónimos y Descripción:

Acrónimo	Descripción	Acrónimo	Descripción
IM	Instalaciones mecánicas	EX	Instalaciones Extinción
IP	Instalaciones de potencia	SA	Instalaciones Saneamiento
IE	Instalaciones eléctricas	IL	Instalaciones Alumbrado
CL	Instalaciones de clima-ventilación, Conductos de Aire	DT	Instalaciones Detección
CLT	Instalaciones de clima, tuberías de agua, gas, etc.	NO...x	Nivel sobre rasante o Planta baja
FT	Instalaciones de fontanería	S1...x	Nivel bajo rasante

NAVEGADOR DE VISTAS	TABLAS/CUANTIFICACIÓN	PORTFOLIO/PLANOS
Estado	Estado	Estado
01_WIP	01_WIP	01_WIP
02_CTR	02_CTR	02_CTR
03_ENT	03_ENT	03_ENT
Capítulo	Capítulo	Capítulo
01_ARQUITECTURA	01_CANTIDADES	01_PLANTAS
02_ELÉCTRICA	02_CAUDALES	02_SECCIONES
03_MECÁNICA	03_VISTAS	03_3D
04_PLOMERÍA	04_LAMINAS	04_MODELO ANALÍTICO
Subcapítulo	Subcapítulo	Subcapítulo
01_ILUMINACIÓN	01_GENERAL	01_GENERAL
02_POTENCIA		
03_CLIMATIZACIÓN		
04_FONTANERÍA		

3.6.- GESTIÓN E INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

El equipo definirá el repositorio de información del contrato donde cada uno de los agentes volcará la información generada y tendrá acceso a la información generada por las otras partes. Este repositorio debe garantizar un acceso seguro a la información vigente en cada momento. La estructura de este repositorio debe responder a las etapas de generación de información sobre los modelos BIM según el siguiente esquema:

1. Trabajo en proceso

Área de trabajo privada, controlada por el responsable de disciplina, con acceso exclusivo para el equipo responsable de su desarrollo. En esta área se generan los modelos de disciplina específicos de cada una de las fases del contrato. El material generado a partir de los modelos BIM de esta área será de uso interno.

2. Información compartida

Área de trabajo controlada por el responsable del contrato, con acceso limitado a aquellos agentes implicados en el contrato y que tengan alguna responsabilidad en el proceso de validación de los modelos. La documentación generada a partir de los modelos BIM de esta área será de uso compartido para toma de decisiones del equipo.

3. Información publicada

Área de gestión de documentación controlada por el responsable del contrato en la que se archivan los entregables vigentes, en el formato que corresponda, aprobados y validados, como información cierta y accesible por la totalidad del equipo.

4. Información archivada

Área de gestión de documentación controlada por el responsable del contrato en la que se almacenarán las versiones obsoletas de los entregables publicados. El acceso a esta área de gestión estará restringido a los agentes que el equipo estime oportuno.

3.6.1.- MARCO DE TRABAJO COLABORATIVO

Para desarrollar el contrato aplicando la metodología BIM habrá que definir un marco de trabajo colaborativo para la gestión de documentación y de coordinación del contrato con los correspondientes protocolos de accesibilidad, un entorno tecnológico que apoye este marco de trabajo y un espacio virtual y real con los medios adecuados. El equipo deberá definir el entorno tecnológico que corresponda y que deberá ser compatible con los aspectos de la gestión e intercambio de la información definidos en el punto anterior.

En el caso de este Proyecto Final de Carrera se desarrollará en un servidor local a la hora de trabajar el modelo. Los entregables se subirán al portal web Atenea de la ETSAB (Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona)

3.7.- ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN

Para garantizar la calidad de la información introducida en el modelo y unos entregables con información fiable, se realizarán las siguientes acciones:

- 1. Organización y segregación de los archivos del modelo BIM.** Revisión de la estructura de archivos, nomenclaturas, relaciones y volumen de los archivos.
- 2. Acceso al modelo.** Análisis del acceso a la información del modelo asegurando de que se dispone de formatos adecuados definidos en el BEP.
- 3. Geolocalización del modelo.** Comprobación de la correcta definición y la identidad entre las coordenadas de referencia de los diferentes modelos.
- 4. Definición de niveles.** Verificación de la identidad entre los niveles de los diferentes modelos y validación del criterio de definición.
- 5. Control de ejes.** Verificación de la compatibilidad entre las rejillas de ejes de los diferentes modelos e identificación de posibles desajustes entre ejes de referencia.
- 6. Clasificación de elementos.** Identificación los elementos según el criterio definido en el BEP y verificación estadística su implementación.
- 7. Tipificación de elementos.** Identificación y validación de las tipologías de los elementos según el criterio definido en el BEP y verificación estadística de su implementación.
- 8. Localización de elementos.** Localización de todos los elementos del modelo ajustados a la división de áreas aprobada y verificación de su implementación.
- 9. Nivel de detalle geométrico de los elementos.** Revisión visual del nivel de detalle de los elementos del modelo y validación estadística de su aplicación.
- 10. Nivel de detalle paramétrico de los elementos.** Verificación estadística de la correcta aplicación de los niveles de detalle definidos en el BEP
- 11. Exportación IFC.** Verificación de la asignación de los parámetros en el estándar IFC y los conjuntos de propiedades definidos en el BEP.

4.- INFORME DE COLISIONES

4.1.- OBJETO

Este informe tiene la finalidad de minimizar y reducir los problemas a futuro del propio proyecto.

Realizando el proyecto de la manera tradicional, y entendemos como tradicional, proyecto de ejecución en planos 2D y desarrollo y ejecución de la obra con impresión de planos 2D ocasiona continuos problemas y retrasos debido a incoherencias entre los diferentes planos.

Este informe pretende visualizar el potencial de trabajar en un **entorno BIM**. El flujo de trabajo consiste en la detección de colisiones y duplicados que minimicen los errores o posibles incoherencias que encarecen la obra. Eficiencia, control y seguridad son claves para ejecutar una buena obra y garantizar al cliente la entrega del producto en los tiempos y calidades estipuladas.

En este caso, y siendo un ejemplo académico, procedemos a realizar un informe de colisiones de los modelos de **Arquitectura, Estructura e Instalaciones** genérico.

4.2.- COORDINACIÓN DE MODELOS

4.2.1.- Modelos BIM

A continuación, se indican los modelos BIM sujetos a coordinación 3D y que se encuentran federados en el modelo.

TÍTULO DEL ARCHIVO	CÓDIGO DEL ARCHIVO	REVISIÓN
PFC_JBO_M3D_ARQ_ZZZ_ZZZ	Proyecto Final de Carrera, Jorge Bennassar Oliver, modelo de geometría 3D de Arquitectura, General, General	SI
PFC_JBO_M3D_EST_ZZZ_ZZZ	Proyecto Final de Carrera, Jorge Bennassar Oliver, modelo de geometría 3D de Estructura, General, General	SI
PFC_JBO_M3D_MEP_ZZZ_ZZZ	Proyecto Final de Carrera, Jorge Bennassar Oliver, modelo de geometría 3D de Instalaciones, General, General	SI

Tabla 1. Modelos BIM sujetos a coordinación 3D

4.2.2.- Sets de control y tolerancias

Para llevar a cabo el control de colisiones en el software Navisworks, se han definido los siguientes ensayos que garantizan la coordinación del diseño y la construcción:

NOMBRE DEL ENSAYO	TIPO DE ENSAYO	TOLERANCIA
Pavimento vs Tabique	ARQ vs ARQ	0.02m
Estructura vs Tabique	EST vs ARQ	0.02m
Pilares vs Vigas	EST vs EST	0.02m
Pavimentos y Tabiques vs MEP	ARQ vs MEP	0.02m
Vigas y forjado vs MEP	EST vs MEP	0.02m

Tabla 2. Sets de control y tolerancias

4.2.3.- Detección de Colisiones

Este informe es complementario a la exportación de los resultados del software de coordinación (archivo NWD) y, por tanto, se deben recoger aquellos aspectos relevantes que se hayan detectado en el análisis.

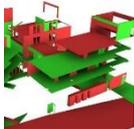
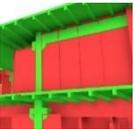
No es objeto de este apartado listar todas las colisiones detectadas en la revisión sino recoger, a modo de resumen, las siguientes:

1.- Aquellas colisiones cuya aprobación requiera una clara justificación (limitaciones de software, construcción del elemento, etc.) Éstas deben ser aprobadas por el responsable BIM del contrato de la entidad.

2.- Colisiones que, en el momento de la entrega, no se hayan resuelto y el consultor o contratista quiera aclarar su estado, cuando sea caso, el consultor o contratista deberá especificar el motivo por el cual no se ha podido resolver la colisión, quien es el responsable de esta y cuándo podrá ser resuelta.

La tabla que se muestra a continuación debe servir de base para que el consultor o contratista defina estas colisiones, las cuales podrán ser agrupadas según el modelo, disciplina y la tipología de la colisión. En este sentido, si existen varias colisiones que se dan por el mismo motivo, solo será necesario indicar un ejemplo concreto en la tabla. Asimismo, se podrá incluir una imagen representativa de la colisión para facilitar la comprensión y lectura de la información.

Este informe debe realizarse durante el proceso de diseño y, así se ha realizado, para tener un mayor control del proyecto y su encaje volumétrico.

Nº	NOMBRE DEL ENSAYO	IMAGEN (si procede)	ESTADO	COMENTARIO
01	Pavimento vs Tabique		Nuevo	Colisión del pavimento con la tabiquería interior de los volúmenes. Revisar cotas de nuevo
02	Estructura vs Tabique		Nuevo	Revisar las colisiones con las vigas. Controlar de nuevo las cotas de los tabiques.

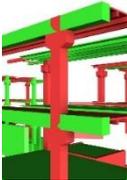
03	Pilares vs Vigas		Nuevo	Colisión y cruce de vigas con pilares.
04	Pavimentos y Tabiques vs MEP		Nuevo	Colisiones de los bajantes y Tiros horizontales de las instalaciones del cajón
05	Vigas y forjado vs MEP		Nuevo	Los bajantes de las instalaciones colisionan con el forjado. Se debe realizar el paso de instalaciones y reconsiderar la estructura.

Tabla 3. Resumen de Colisiones

4.3.- AUDITORÍA DEL MODELO DE COORDINACIÓN

		SI	NO	N/A	COMENTARIOS
1.1	Todos los modelos han sido coordinados y sometidos al control de interferencia.	X			
1.2	Los sets de control (ensayos) se han definido según lo acordado en el PEB y acorde al Manual BIM	X			
1.3	Los sets de control (ensayos) tienen la tolerancia que les corresponde según lo acordado en el PEB.	X			
1.4	Todas las colisiones están correctamente clasificadas (activo, revisado, aprobado) en el modelo federado.	X			
1.5	Se han identificado visuales apreciables en el modelo	X			
1.6	Se han coordinado y resuelto todas las colisiones excepto aquellas que por limitaciones de software o por sus características de diseño/construcción, etc. hayan sido aprobadas.	X			

Tabla 4. Control de calidad sobre el modelo de coordinación

Agradecimientos

Profesorado de la Línea de Emergencia Ambiental del Mater Habilitante de la ETSAB:

- *Jaume Valor*
- *Jaime Blanco*
- *Roger Méndez*
- *Cristian González*
- *Jorge Blasco*
- *Jordi Pagés*
- *Rafael García*

Profesorado que me ha acompañado en los inicios de este proyecto:

- *Jaime Coll*
- *Cristina Javer*
- *Cristina Gamboa*

Técnicos que han participado durante el proceso de este Proyecto Final de Carrera:

- *José Fermoselle Paterna – Colaboración en el Análisis Estructural*
- *Diego Vidoni – Arquitecto Técnico y Consultor BIM*
- *Gorka Gilbert – Arquitecto y Director de Proyectos BIM en GESOB*
- *Isidro Navarro – Profesor en la ETSAB, PhD Arquitecto y Consultor BIM*
- *Javier González – Profesor de la ETSAB en Representación Arquitectónica*
- *Ferran Masip – Consultor BIM*
- *Oriol Masip – Consultor BIM*
- *Andrei Bejenaru – BIM Manager con especialidad en Instalaciones MEP*
- *Miquel Rodríguez – Ingeniero de Caminos*
- *Quim Moya: Profesor en la ETSAB y Consultor en APOGEA*
- *Agustí Jardí: Ingeniero Consultor BIM*
- *Xavier Pallàs: Arquitecto y Project Manager*

También quiero agradecer a todas las personas que me han acompañado estos 6 años de esfuerzo y dedicación constante. A los viejos amigos, a los nuevos y a mi familia. Por más historias que contar.

Gracias

Jorge Bennassar Oliver