

Sobre trazas y huellas

Albergue para estudiosos y viajeros
en el Castillo de Sagunto

PFC T3 Sánchez Giménez, Lidon

Índice

- Introducción
- Contexto
- Propuesta
 - Idea
 - Proyecto
 - Materialidad
 - Preexistencias
 - Estructura
 - Agua fria y ACS
 - Climatización
 - Saneamiento
 - Instalación eléctrica y telecomunicaciones
 - Vegetación
- Anexo cálculo de la estructura
- Anexo planos



Introducción

El proyecto que se presenta a continuación es un albergue para estudiosos y viajeros situado en el conjunto histórico del Castillo de Sagunto. La ciudad en la que se encuentra es la capital de la comarca del Camp de Morvedre, situada al norte de la provincia de Valencia, a los pies de una de las últimas estribaciones de la Sierra Calderona. La ciudad tiene dos núcleos principales: el casco histórico, situado en la falda del castillo y del teatro romano, y el Puerto de Sagunto.

Las primeras huellas de Sagunto aparecen en algunos yacimientos, pertenecientes a la Edad del Bronce. En el siglo V a.C., en época ibérica, los pobladores construyeron murallas para protegerse de los peligros, absorbiendo los antiguos poblados y pasando a denominarse Arse. Se produce un gran desarrollo cultural y económico avalado por la acuñación de moneda y las relaciones comerciales con griegos y fenicios.

Este gran crecimiento se ve truncado por el ejército cartaginés bajo la dirección de Aníbal, que en el año 219 a.C. destruye la ciudad tras ocho meses de asedio. La toma de Sagunto supuso la declaración de la guerra a los cartagineses por parte de los romanos, iniciándose así la Segunda Guerra Púnica. Después de la victoria romana, en tan solo dos años, se inició un nuevo proceso de expansión y gran desarrollo, pasando a llamarse Saguntum. Debido a las constantes y sucesivas invasiones de bárbaros, alanos, vándalos, godos y bizantinos, en los siglos V, VI y VII, sufre una recesión importante.

Durante el siglo VIII, cae bajo el dominio árabe, recuperando el esplendor perdido en los avatares de la Alta Edad Media hispana, construyendo baños, palacios, una mezquita y escuelas. A partir de esta época es cuando el topónimo Saguntum cambia a Morbiter y más tarde Murviedro en castellano, denominación derivada de muriveteres (muros viejos) de la Edad Media.

En el año 1098 fue reconquistada por el Cid Campeador, pero fue una ocupación efímera pues tras la muerte del castellano, vuelve a manos almorávides. La reconquista definitiva y su vuelta a la cristiandad se produjo en 1238 con Jaime I, iniciándose una época en que convivieron en la misma población judíos, moros y cristianos.

Siglos más tarde, sufrió duros ataques durante las guerras de las Germanías, las guerras de Sucesión (1701-1714), la guerra de la Independencia (1808-1814) y las Carlistas (1833).

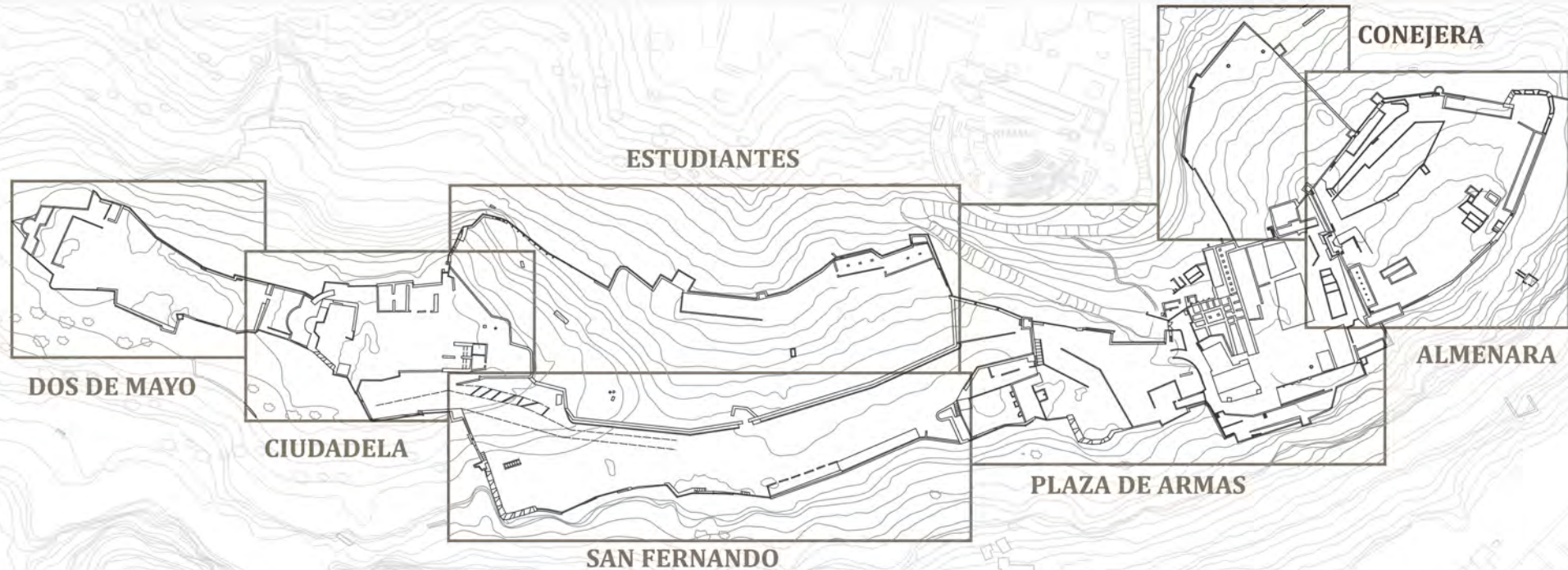
A principios del siglo XX, se desarrolla la industria siderúrgica hasta la década de los ochenta, en la que es declarada zona de preferente localización industrial, lo que supondrá la diversificación de su tejido productivo, convirtiendo Sagunto en uno de los más importantes centros económicos de la Comunidad Valenciana.

Analizando de forma más particular el castillo, observamos que desde tiempos remotos, tiene una longitud de un kilómetro y en él se pueden apreciar vestigios de las distintas dominaciones: romana, visigótica, musulmana, cristiana y algunas fortificaciones modernas, que modificaron su aspecto inicial con la adición de elementos defensivos.

El castillo se divide en siete plazas o recintos:

- La plaza de Almenara, es la más oriental. En ella se pueden ver aljibes, pavimentos romanos y construcciones de las más diversas épocas.
- La plaza de la Conejera formó parte del albacar de los árabes. También recibe la denominación “dels nou pilars”, debido a un antiquísimo aljibe situado en su ángulo norte. Se accede a ella a través de la plaza de Armas.

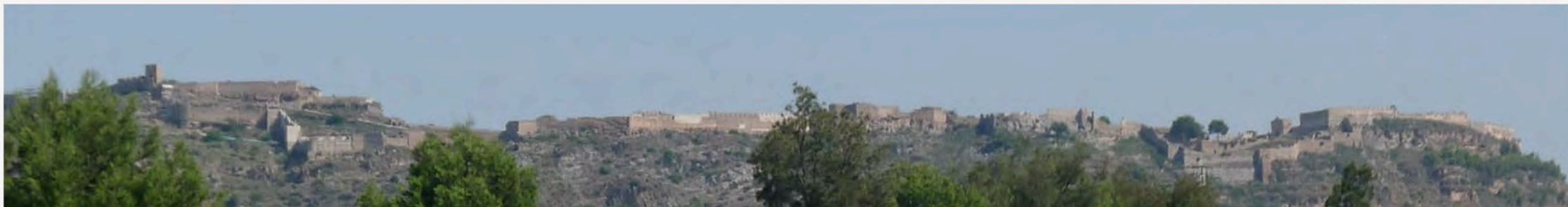
- La plaza de Armas o de Santa María Magdalena constituye el núcleo Principal del Castillo y en ella se aprecian restos del foro romano, el palacio del Ídolo, templos, fustes, columnas y en la parte sur, se encuentra una cisterna tallada en la roca de época romana.
- La plaza de San Fernando y la de Estudiantes
- La plaza de la Ciudadela es el recinto más elevado del Castillo. Antiguamente se denominó de Hércules por la torre del mismo nombre que perduró hasta la toma de la fortaleza por las tropas francesas en 1811.
- La plaza del Dos de Mayo, que mira a poniente, recibe dicho nombre por la heroica defensa que se hizo desde ella contra las tropas del mariscal Suchet en la guerra de la Independencia.

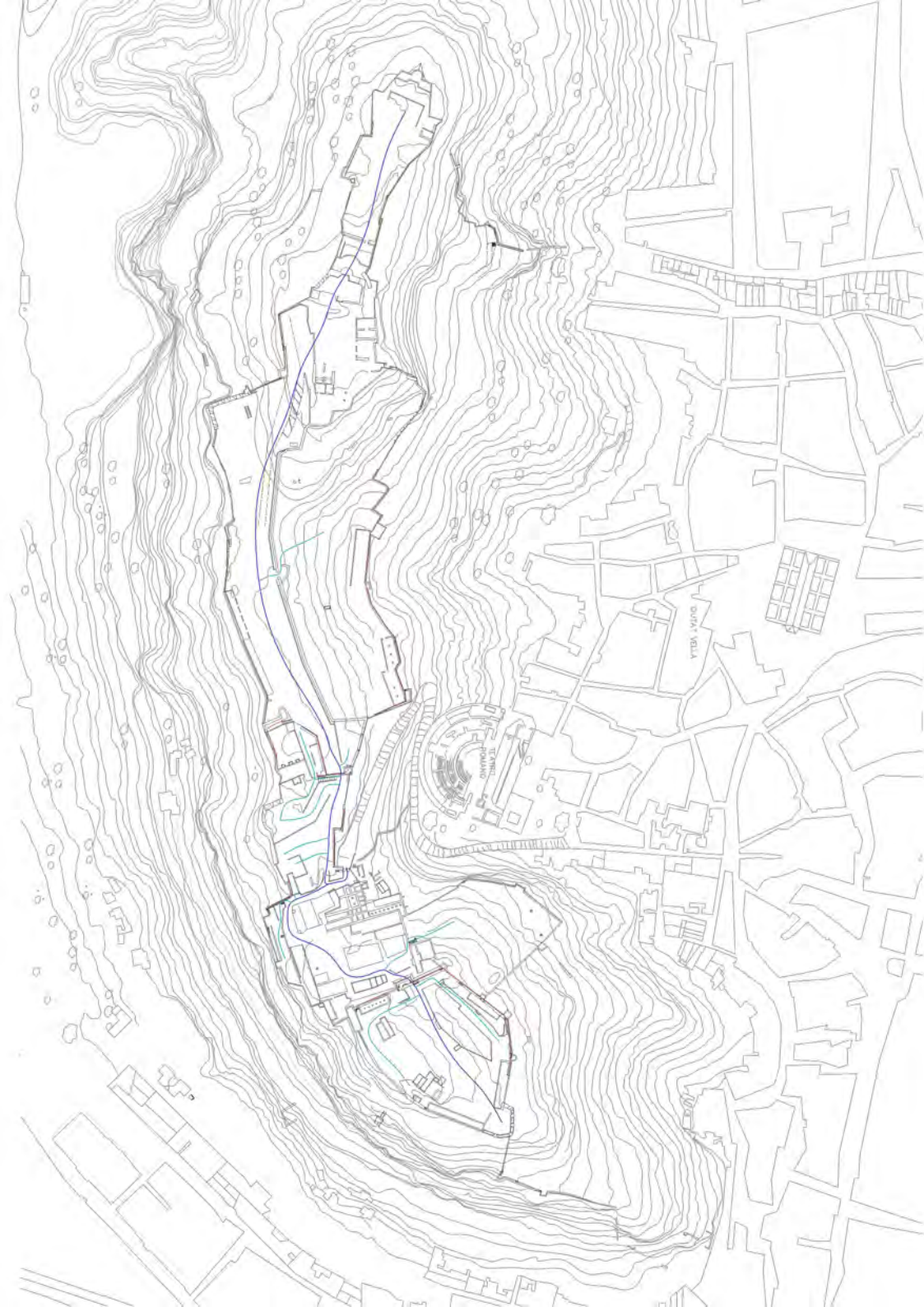


Contexto

Skyline

El alzado del castillo presenta una gran variedad de alturas creando un skyline muy característico, en el que se aprecian las distintas partes del castillo, así como las diferentes actuaciones que se han hecho en él.





- Recorrido principal
- Recorrido secundario
- Paso de ronda

Recorridos

El Castillo de Sagunto, debido a su planta longitudinal, conduce al visitante a través de sus zonas por un recorrido lineal principal que va variando en altura. De este camino principal emergen otros senderos que conducen a otros espacios. Estos serían los recorridos secundarios. Además de estos caminos, visitante puede acceder a algunos puntos privilegiados por sus vistas, a través de los pasos de ronda.



Visuales

La situación elevada del castillo permite tener vistas hacia Sagunto, el mar e incluso Valencia. Desde los pasos de ronda y otros puntos elevados también se puede observar de forma privilegiada el resto del castillo. Además, a través de algunos huecos o rasgaduras en los muros, aparecen vistas muy concretas de algunas zonas del castillo.





Materialidad

En la fortaleza del castillo se pueden observar las diversas huellas que han ido dejando aquellos que lo dominaron, así como restauraciones o consolidaciones más actuales. Otros materiales presentes se pueden encontrar en el pavimento, en las rocas de algunas elevaciones, y en la vegetación, creando un mapa muy variado.



Propuesta Idea

El proyecto se basa en los cuatro puntos analizados en el contexto: recorrido, visuales, materialidad y skyline.

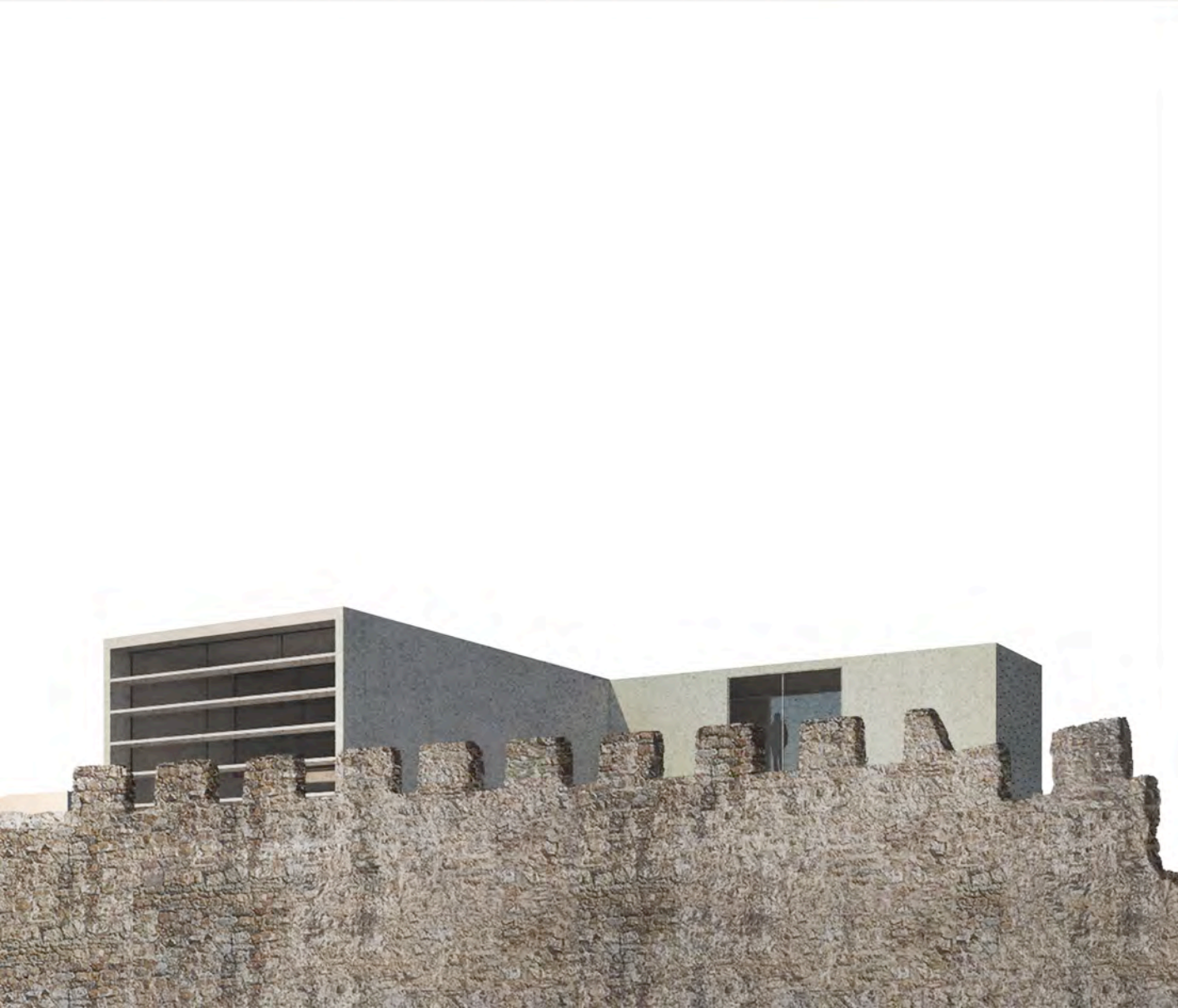
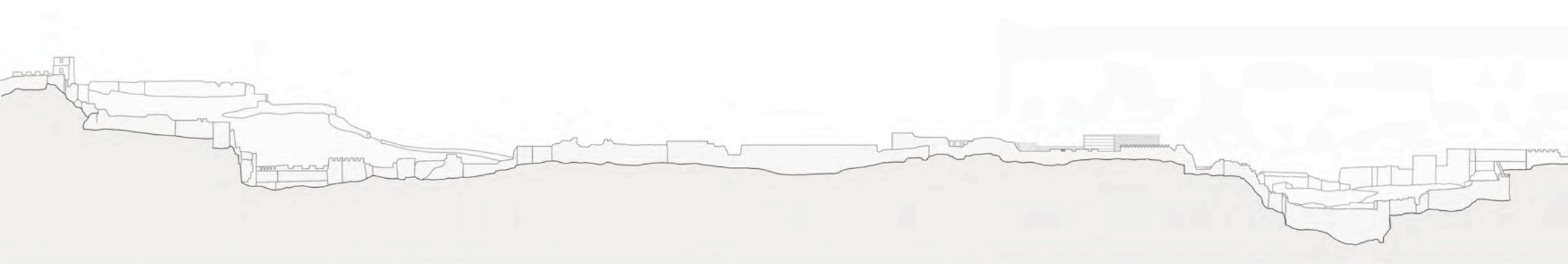
La propuesta parte de la idea de crear un recorrido continuo y lineal basado en el trazado principal que se realiza al visitar el castillo. De esta forma el proyecto se entiende como un único elemento formado por distintas zonas unidas por un recorrido principal.



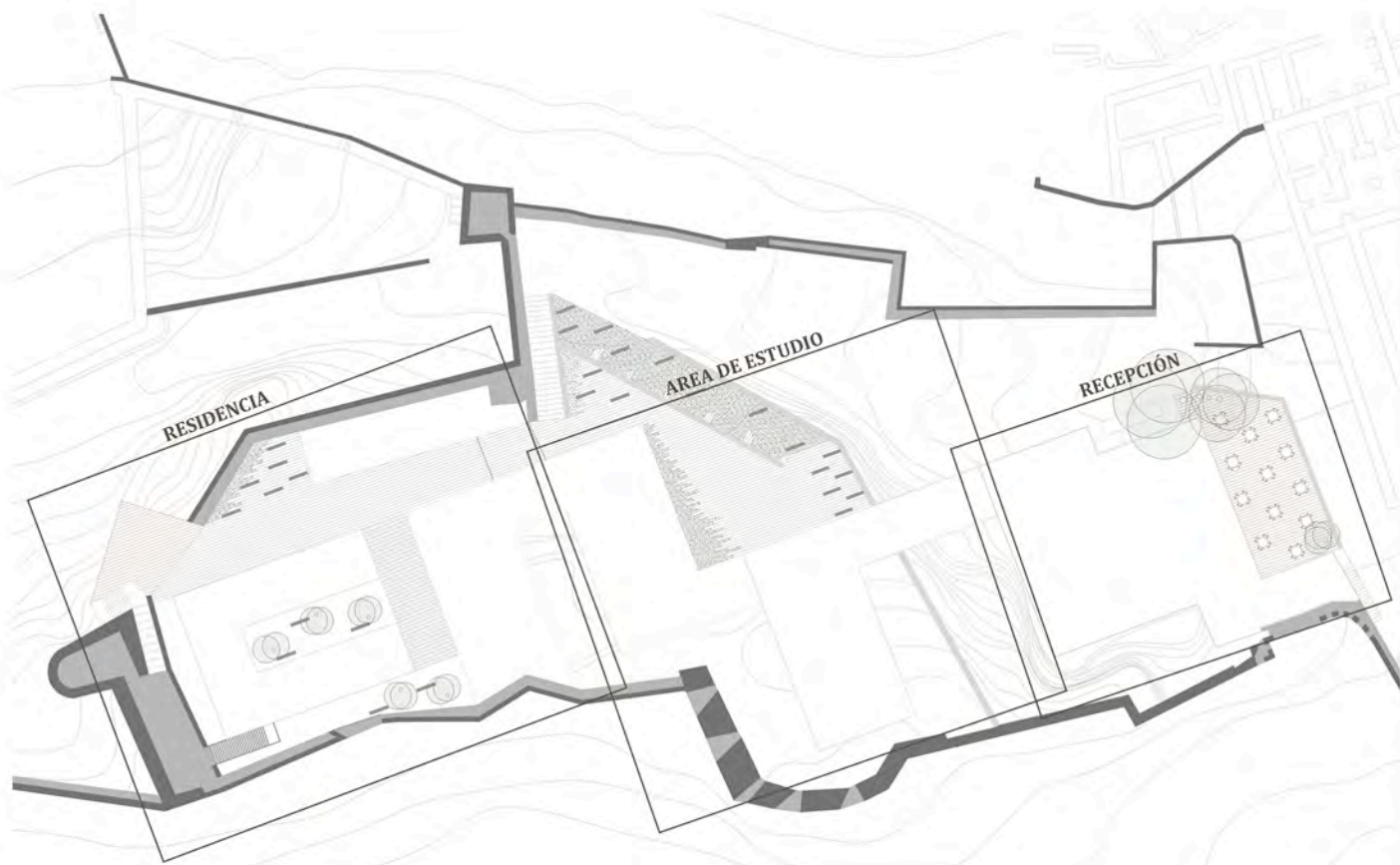
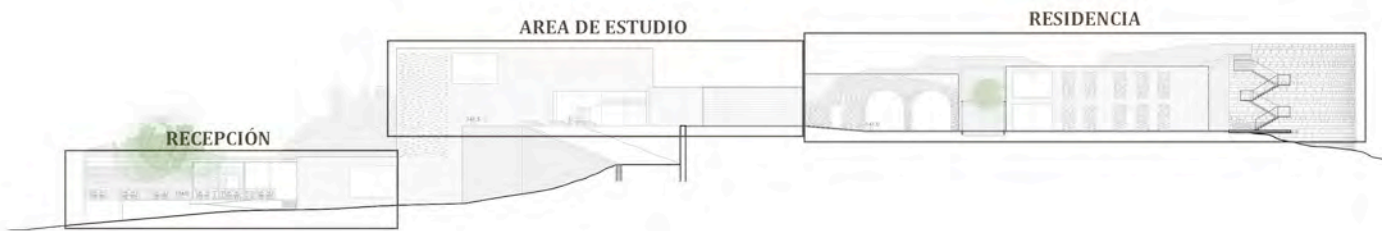
Otro aspecto son las visuales, ya que al igual que en el castillo, en algunos puntos se abren huecos marcando una vista en particular, o desde las terrazas elevadas se puede contemplar el foro y el resto del castillo.



En cuanto a la materialidad, se utilizan muros de ladrillo cerámico blanco cara vista, siendo un elemento más en la historia del castillo, pero utilizando materiales tradicionales y mediterráneos, que dialogan con las preexistencias. Además, la cubierta ajardinada también participa en la variedad de materiales y texturas ya existentes

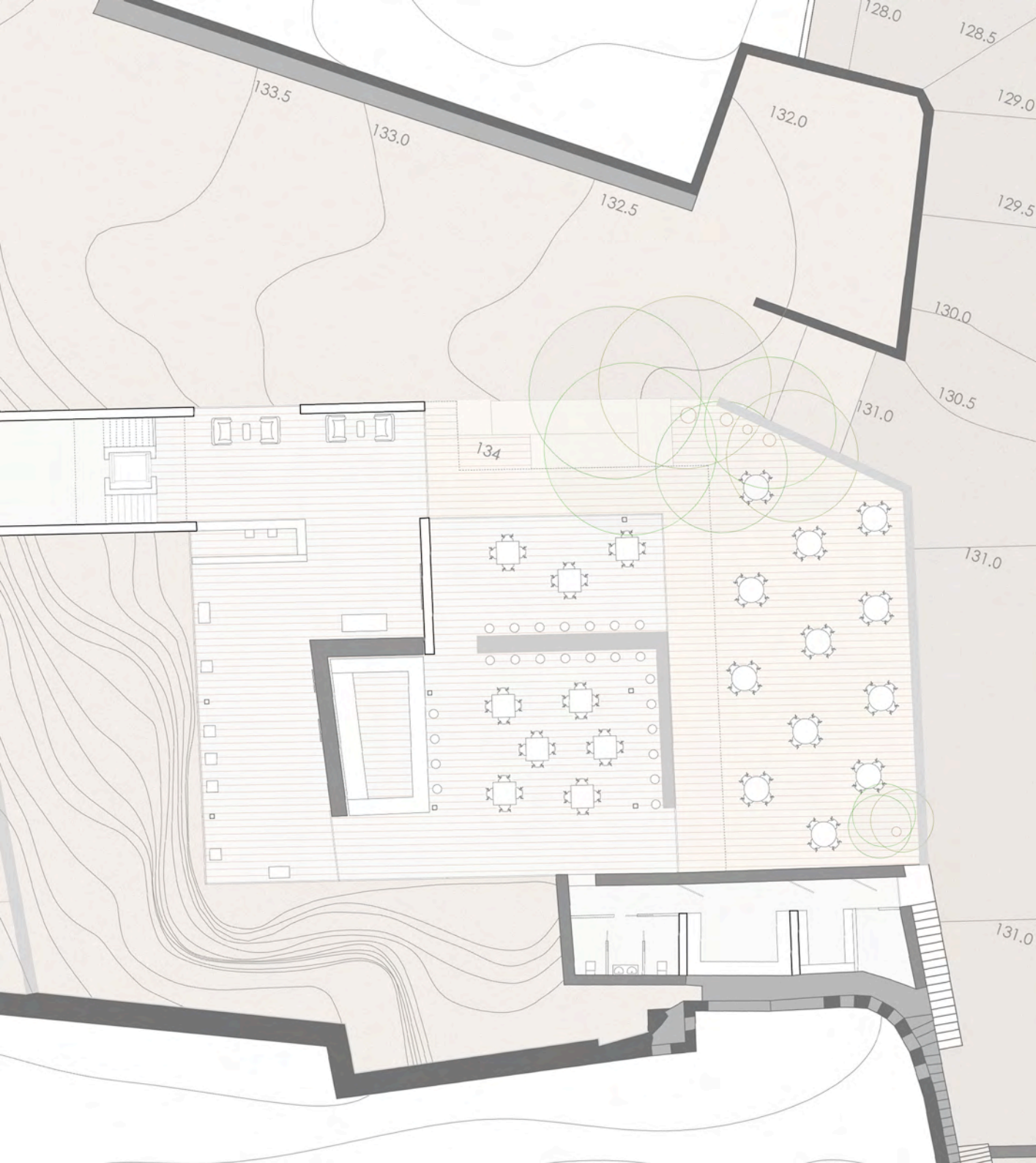


Por último, el alzado que se genera, debido a los desniveles, las vistas y a las necesidades del programa, participa del skyline preexistente.



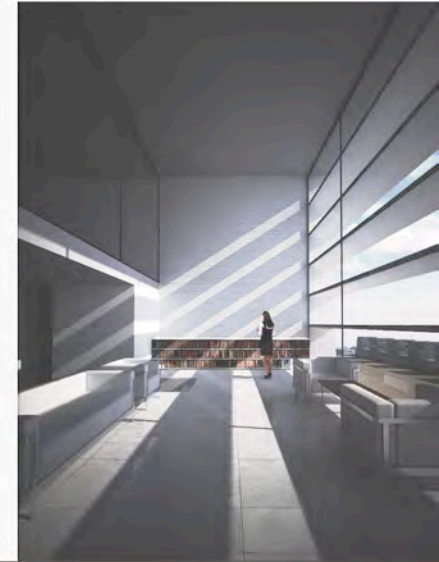
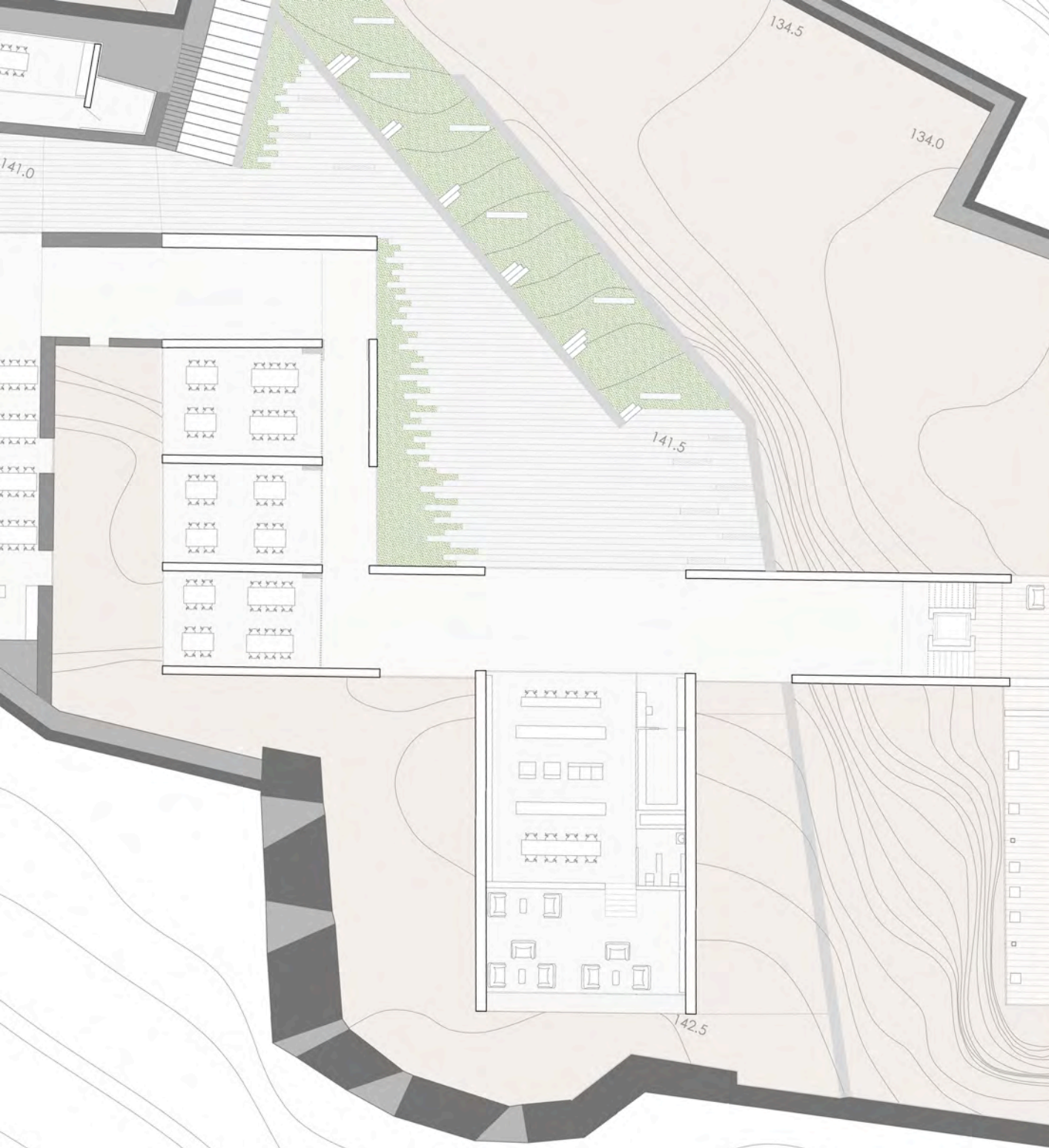
Proyecto

El programa del proyecto, que atiende a las necesidades propias del albergue para estudiosos en el castillo, se ubica en la plaza de armas y se compone de tres partes, la zona de recepción y acogida de visitantes, el área de estudio e investigación y la residencia de estudiosos, todas comunicadas entre sí, creando un recorrido continuo.



La zona de recepción y acogida se sitúa a pocos metros de la entrada al castillo. Consta de un punto de información-recepción que se comunica con la sala de exposiciones donde muestran algunos de los restos del castillo que actualmente se encuentran a la intemperie y se explica la historia de la fortaleza y sus diferentes zonas. Este espacio está expuesto al exterior, ya que el cerramiento es acristalado, pero es la propia orografía del lugar la que lo acota. De esta forma mientras se visita la exposición, la persona está en contacto con el castillo.

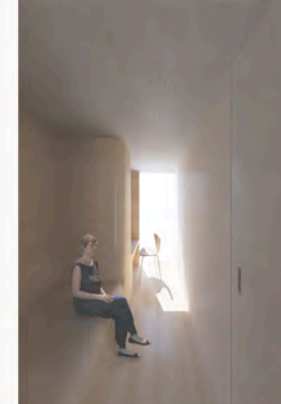
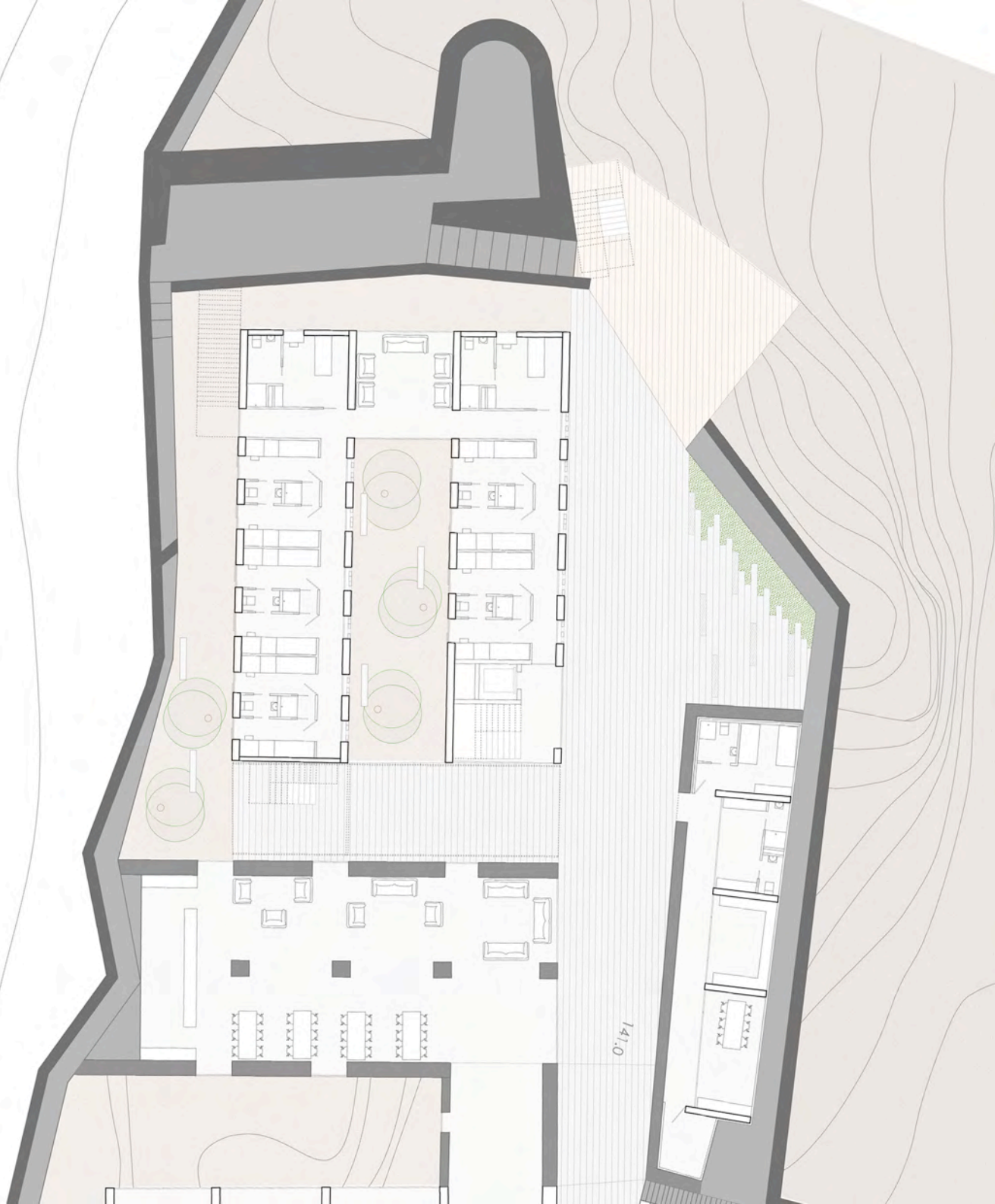
Junto a esto se sitúa la cafetería-restaurante, formada por una zona interior y una terraza exterior con vistas al foro romano. Da servicio tanto a los visitantes como a las personas que se hospedan en el albergue. Absorbe parte de las ruinas existentes, convirtiéndolas y transformándolas según las necesidades de la cafetería, de esta forma un muro con poco valor histórico pasa a ser una barra, dejando las trazas de lo que hubo en el pasado.



El área de estudio e investigación, situada en la parte superior de la plaza de armas, se accede bien a través de la zona de recepción mediante ascensor o escalera, o bien desde el exterior subiendo por la escalera adosada a la puerta de San Fernando, o por la rampa ajardinada.

Esta zona cuenta con una biblioteca con espacios de almacén y consulta, y una zona de lectura a doble altura con vistas a la muralla y hacia Valencia. La planta baja también dispone de tres aulas de trabajo que pueden estar abiertas y formar parte del corredor, o se pueden cerrar si se requiere mayor privacidad.

En la primera planta se sitúa la sala de conferencias que vuela al espacio de doble altura de la biblioteca. Puede dividirse en dos para poder realizar dos actos simultáneamente, o pequeñas reuniones.



Por último, en el recinto del Palacio del Ídolo y el aljibe, está ubicada la residencia, que consta de: un espacio común con zona de estar y un espacio para calentar comida, dentro del aljibe; un espacio para el personal del castillo, con una habitación doble, un vestuario y una cocina; y la zona de las habitaciones donde se distinguen dos tipos: individuales con baño privado, que además están adaptadas para personas de movilidad reducida, e individuales con baño compartido. Las dimensiones de estas habitaciones son más reducidas, quedando a un lado un mueble conjunto que recoge la cama, el armario y una pequeña mesa de estudio y al otro la pieza del baño y lavabo y la pieza de la ducha, de forma que se pueden utilizar ambas piezas simultáneamente.

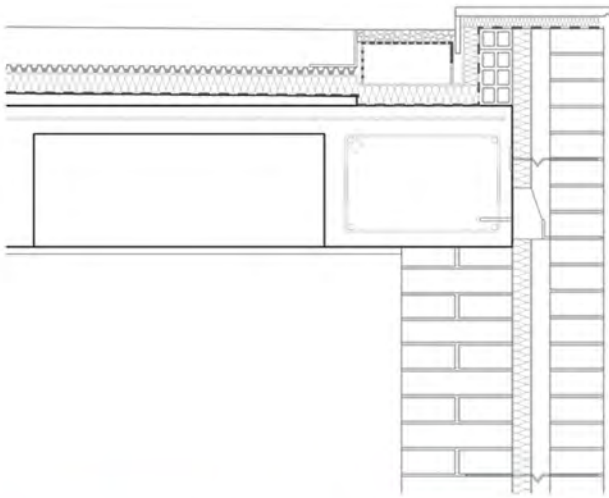
Los huecos de las habitaciones hacia el exterior son desde el techo hasta el suelo técnico y su anchura es la del espacio creado entre la pieza del mueble y la zona húmeda. Esta apertura a su vez se corresponde con la puerta de acceso a la habitación y el hueco realizado en el muro del pasillo de comunicación.

Esta zona también consta de una sala común abierta al corredor en cada planta que puede disfrutar tanto de la vista de la muralla por un lado, como del patio interior entre las habitaciones.

Desde el corredor del primer piso mediante unas escaleras exteriores se puede acceder al paso de ronda y al punto más alto del Palacio del Ídolo, y contemplar el resto del castillo.

Existe otro mirador, pero desde la cota suelo, que emerge entre dos murallas preexistentes donde antes estaban conectadas. Desde este punto también se puede subir a la coronación del Palacio del Ídolo a través de unas escaleras metálicas.

Los dos patios que se crean entre las habitaciones o las habitaciones y la muralla, tienen el terreno acondicionado para el tránsito de personas. Además se disponen bancos y arbolado para el uso de los huéspedes como un espacio de relax donde conviven las preexistencias del castillo con el nuevo edificio.



Materialidad

Cubierta ajardinada

La cubierta ajardinada extensiva crea nuevos espacios de vida, y exige muy poco mantenimiento después de acabada. Este sistema proporciona al edificio aislamiento acústico y térmico, reduciendo los gastos de calefacción y refrigeración.

-Capa de sustrato 8cm

-La lámina drenante, regula el flujo de agua y de otras sustancias evitando el colapso de los canalones.

-Malla protectora antiraíces

-Aislante térmico de 4cm

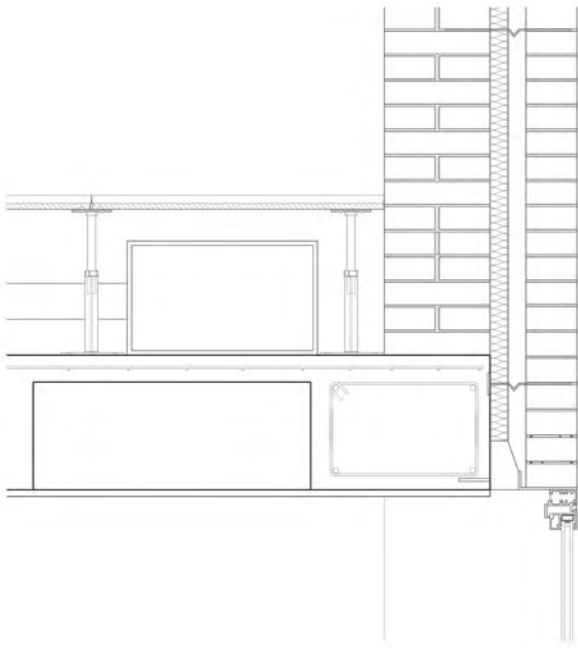
-Lámina geotextil

-Mortero regulador para crear las pendientes necesarias hacia los canalones perimetrales y los sumideros.

Muro

La envolvente de la propuesta es un muro capuchino con la hoja exterior pasante de 1/2, trabada con la hoja interior portante de 1 pie mediante llaves cada 80 centímetros.

Entre ambas hojas existe una cámara de aire de 40 cm y un aislante térmico de espuma de poliuretano de 4 cm adosado al muro portante.



Forjado

Losa aligerada de hormi3n de 30cm de canto, con bovedillas de poliestireno expandido.

Los zunchos de apoyo sobre el muro o de cierre del forjado son de 40x30cm.

En algunos puntos con luces de 10m, la losa tiene nervios con armadura postesada, para reducir la flecha del forjado y asegurar su estabilidad.

La superficie inferior del forjado se enlucen con un mortero especial con mayor agarre para su correcta fijaci3n en las bovedillas

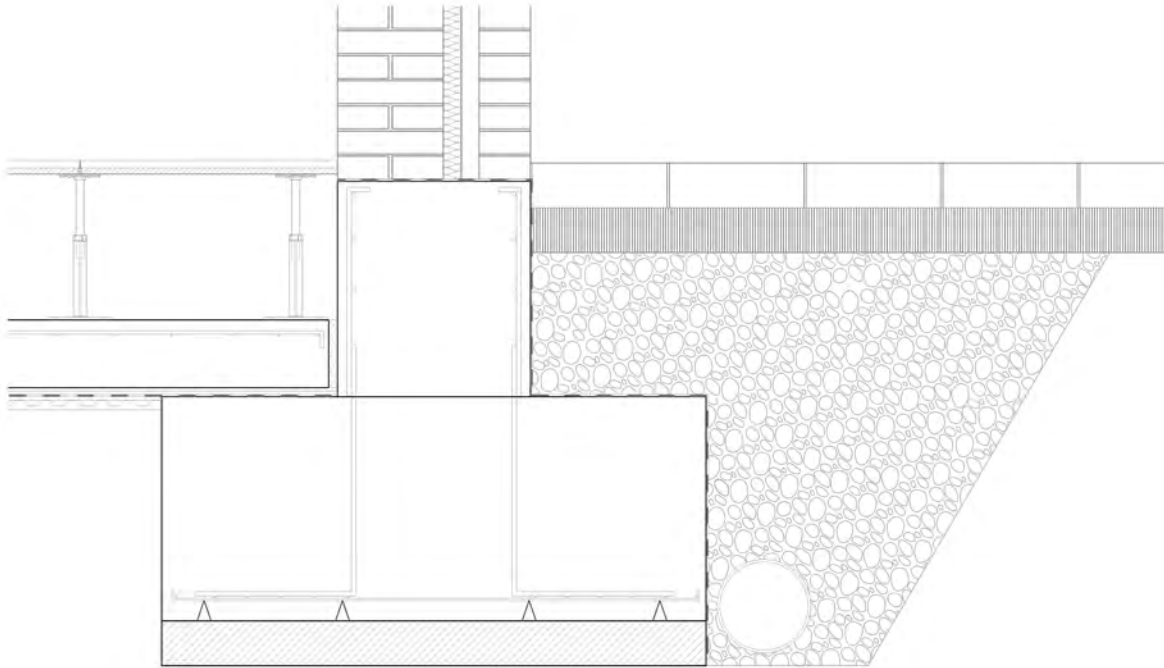
Suelo t3cnico

El sistema est3 formado por una serie de paneles de sustentaci3n, colocados sobre pedestales de apoyo ajustables de acero zincado, proporcionando un falso suelo r3gido sobre el forjado existente. Con estos paneles se asegura la intercambiabilidad de los mismos dentro del sistema sin perder la estabilidad dimensional de los paneles.

Entre el suelo t3cnico y el forjado o losa pasar3n las instalaciones.

Los paneles tienen un acabado superior de gres porcel3nico de 17,5mm con un bisel perimetral de 45°, practicado en la zona perimetral inferior del p3treo, colocado sobre un n3cleo de sulfato c3lcico de 12,5 mm de espesor y embutido en una bandeja de acero galvanizado de doble 3ngulo de 0,5 mm hasta el rebaje perimetral inferior del p3treo.





Cimentación

Solera de 15 cm de espesor, protegida del terreno por un geotextil, una lámina impermeabilizante, una lámina gofrada y una malla protectora.

La cimentación se realiza con zapatas corridas que serán descentradas cuando se cimente cerca de las murallas para evitar afectar su estabilidad.

Para proteger la cimentación, de las posibles filtraciones del terreno se coloca una lamina impermeabilizante en contacto con éste. Además el terreno inmediatamente adyacente se sustituye por relleno de zahorras que filtran el agua hasta el tubo de drenaje.

Se han diseñado unas vigas de atado para la union de las zapatas corridas, que crean un entramado rígido de hormigón, dando estabilidad al conjunto y mejorando la estabilidad de cargas.



Pavimento exterior

En las zonas exteriores pavimentadas se allana la superficie con terreno compactado y sobre este se colocan las piezas de piedra natural grisacea. En algunos puntos las piedras dan paso a pequeñas zonas ajardinadas.

Las zonas no pavimentadas serán tratadas con arena morterenga, para mantener una imagen de terreno natural, pero sin que se levante polvo debido al transito de personas o se produzca barro en época de lluvias.



Preexistencias

Los muros de mampostería construidos en el siglo XIX, son incorporados al proyecto, pero sin formar parte de la estructura, a modo de huella del pasado, delimitando algunos espacios.

Se realizan operaciones de reintegración para garantizar su estabilidad, y en la coronación se aplica mortero coloreado para nivelarlo. En el espacio de la cafetería se realiza un rebaje del muro, para utilizarlo como barra.

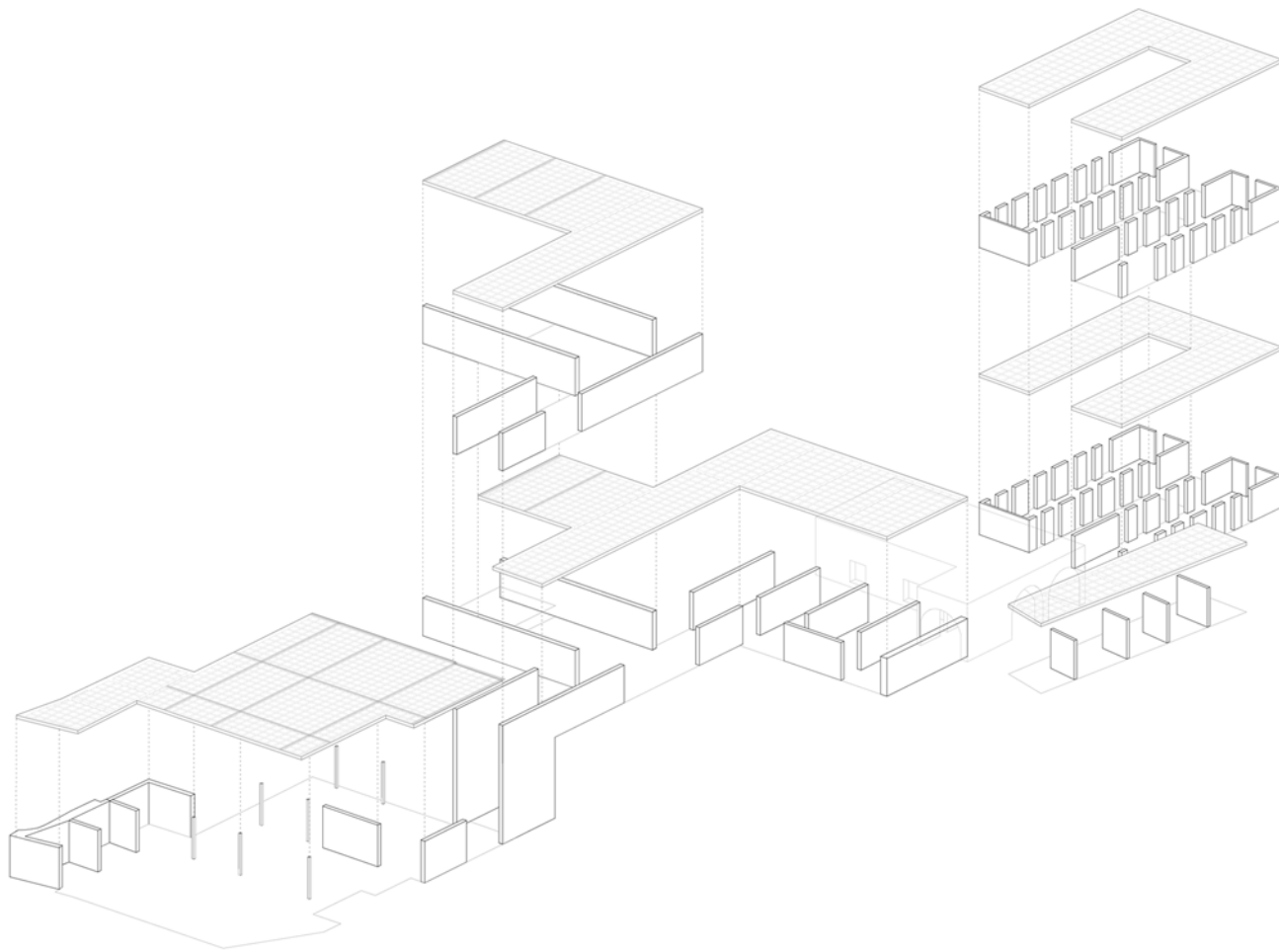
En el caso de la cocina propuesta en el proyecto, se coloca encima del muro exterior preexistente una carpintería metálica que llega hasta el forjado, para poder ventilar y tener iluminación natural. Los muros interiores son sustituidos por unos nuevos diferenciándose en el material.



En el aljibe se reemplaza el suelo de hormigón existente por otro a una cota más baja y sobre él se coloca un suelo técnico para pasar las instalaciones.

Sobre los paramentos y la bóveda se realiza una limpieza en seco, para eliminar la suciedad y las manchas de humedad. Posteriormente se tratan las superficies para evitar filtraciones y dar una imagen más homogénea.

Se realiza la apertura del testero, reflejando en el exterior las bóvedas del aljibe y para permitir una mayor entrada de luz.



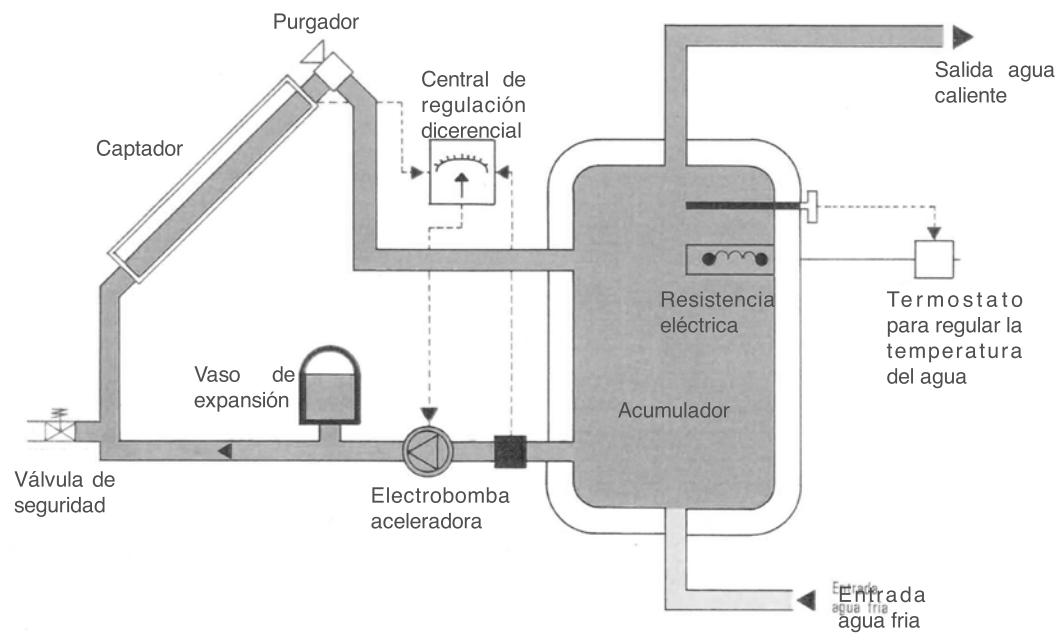
Estructura

La estructura del proyecto esta compuesta principalmente por muros capuchinos con la hoja interior portante apoyados sobre zapatas corridas que reciben las cargas de los forjados y muros superiores. Las zapatas corridas estan unidas entre si mediante vigas riostras de atado, creando un conjunto más estable.

Los forjados son losas aligeradas de 30cm de canto de hormigón armado con luces de 5m, excepto en la biblioteca y en la cafeteria, donde las luces son de 10 m. En estas zonas la losa tiene unos zunchos con armadura postesada cada 5m que abarcan esas luces, para aumentar la estabilidad y reducir la flecha, sin aumentar el canto del forjado.

Los muros tienen un canto total de 43,5 cm, excepto en la biblioteca donde debido a las grandes luces y a la existencia de dos plantas, el espesor del muro es de 55cm.

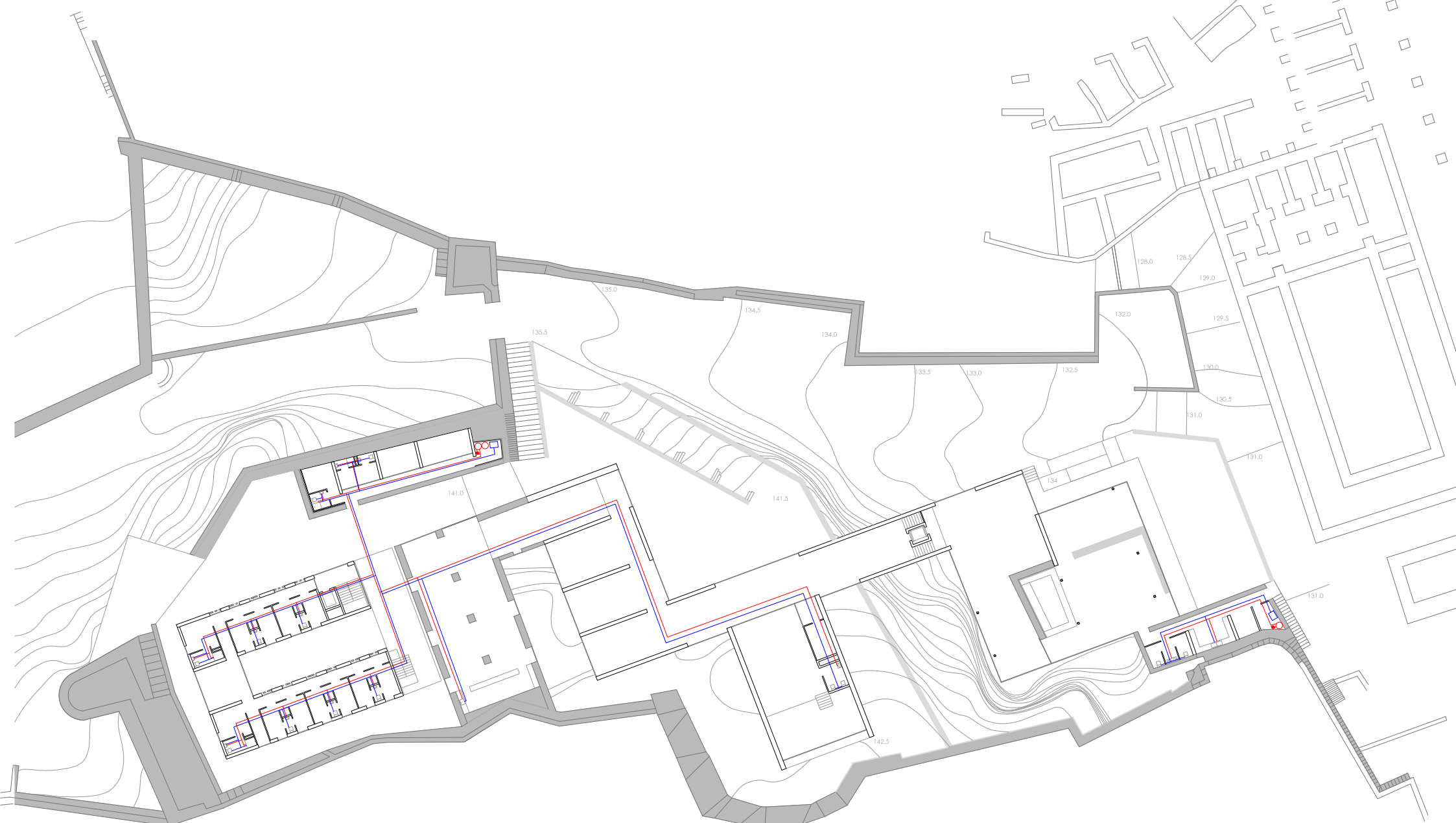
En la cafeteria, se combinan muros de carga con perfiles metálicos tubulares cuadrados de 20cm de lado, con el fin de obtener una panorámica del foro romano. Los pilares metálicos se anclan sobre zapatas aisladas que estan unidas entre ellas y a las zapatas corridas de los muros.



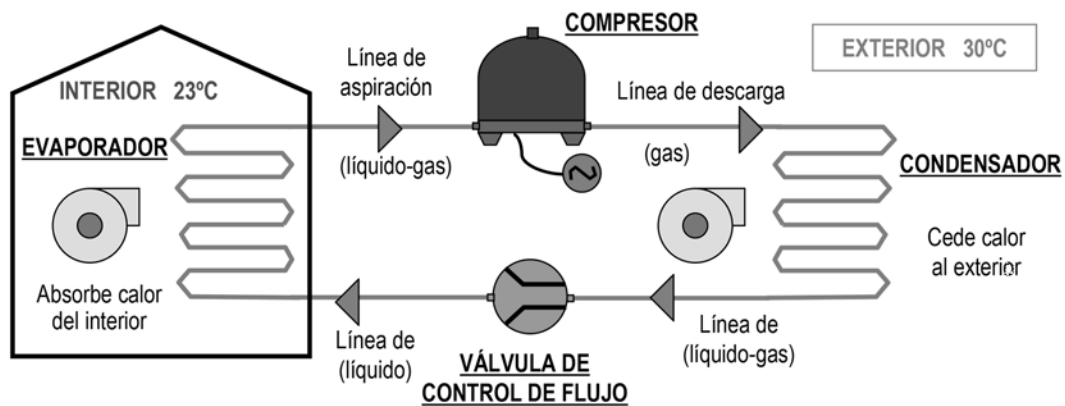
Agua fría y agua caliente sanitaria

El abastecimiento desde la acometida general exterior hasta los cuartos de instalaciones de las dos alturas va enterrado por el exterior del edificio. A partir de ahí el abastecimiento interior va por debajo del suelo técnico, y por los patinillos.

El sistema del ACS está formado por colectores solares situados en las cubiertas donde se ubican los cuartos de instalaciones, con bomba de calor de apoyo y un depósito de agua para su acumulación.

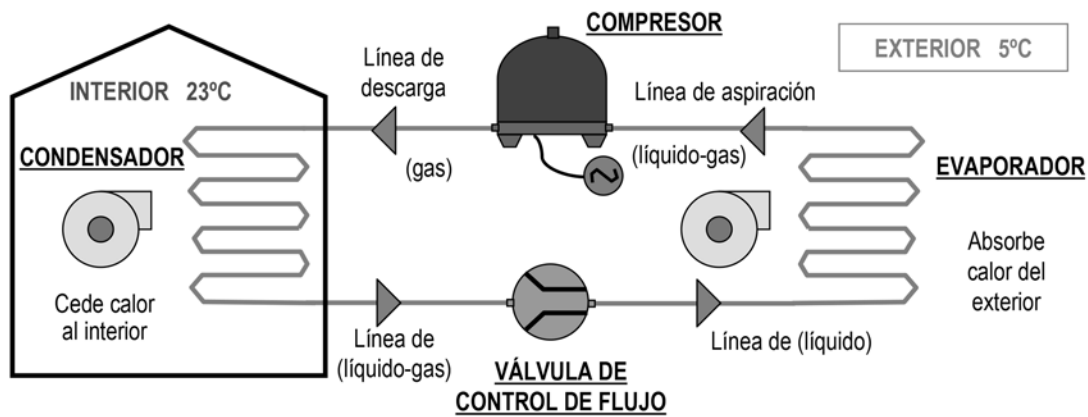


- Distribución agua fría
- Distribución ACS
- Acumulador
- Conexión cubierta
- Depósito de agua



* SITUACIÓN VERANO (Enfriamiento)

— REFRIGERADOR



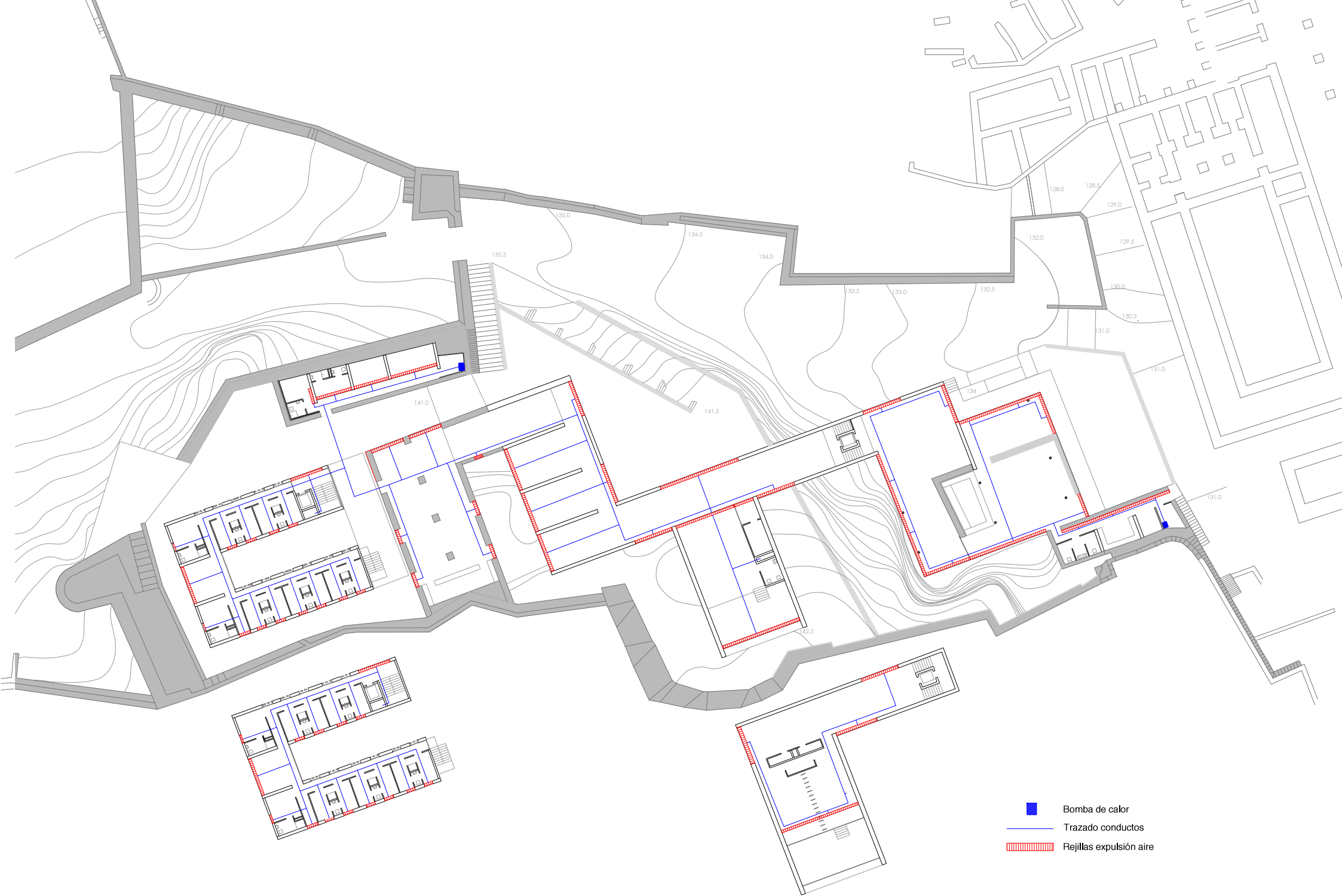
* SITUACIÓN INVIERNO (Calentamiento)




— BOMBA DE CALOR

Climatización

La climatización se realiza mediante bomba de calor aire-aire reversible. El sistema utilizado es un sistema partido, que necesita una alimentación de aire en el exterior, que es impulsado por maquinaria situada en los espacios de instalaciones.

Los conductos de ventilación recorren el edificio a través del suelo técnico, expulsando el aire a las estancias a través de rejillas situadas en el perímetro. Este sistema reversible permite el funcionamiento en calefacción y en refrigeración, dando servicio tanto en invierno como en verano y consumiendo la mitad de lo que consumiría un aparato de calefacción eléctrico para producir la misma cantidad de calor.

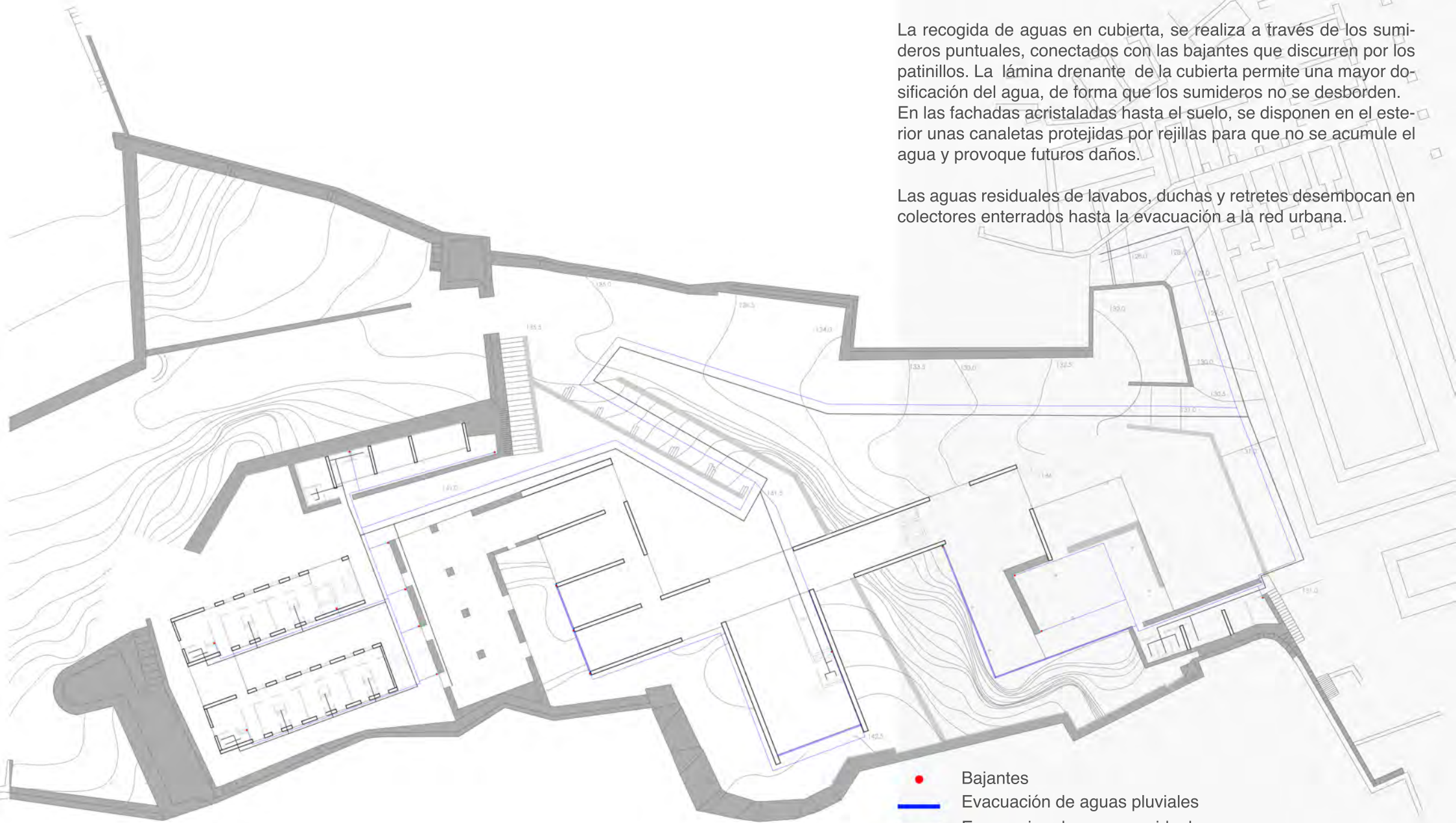


-  Bomba de calor
-  Trazado conductos
-  Rejillas expulsión aire

Saneamiento

La recogida de aguas en cubierta, se realiza a través de los sumideros puntuales, conectados con las bajantes que discurren por los patinillos. La lámina drenante de la cubierta permite una mayor dosificación del agua, de forma que los sumideros no se desborden. En las fachadas acristaladas hasta el suelo, se disponen en el exterior unas canaletas protegidas por rejillas para que no se acumule el agua y provoque futuros daños.

Las aguas residuales de lavabos, duchas y retretes desembocan en colectores enterrados hasta la evacuación a la red urbana.



- Bajantes
- Evacuación de aguas pluviales
- Evacuación de aguas residuales
- ▨ Rejillas



Instalación eléctrica y telecomunicaciones

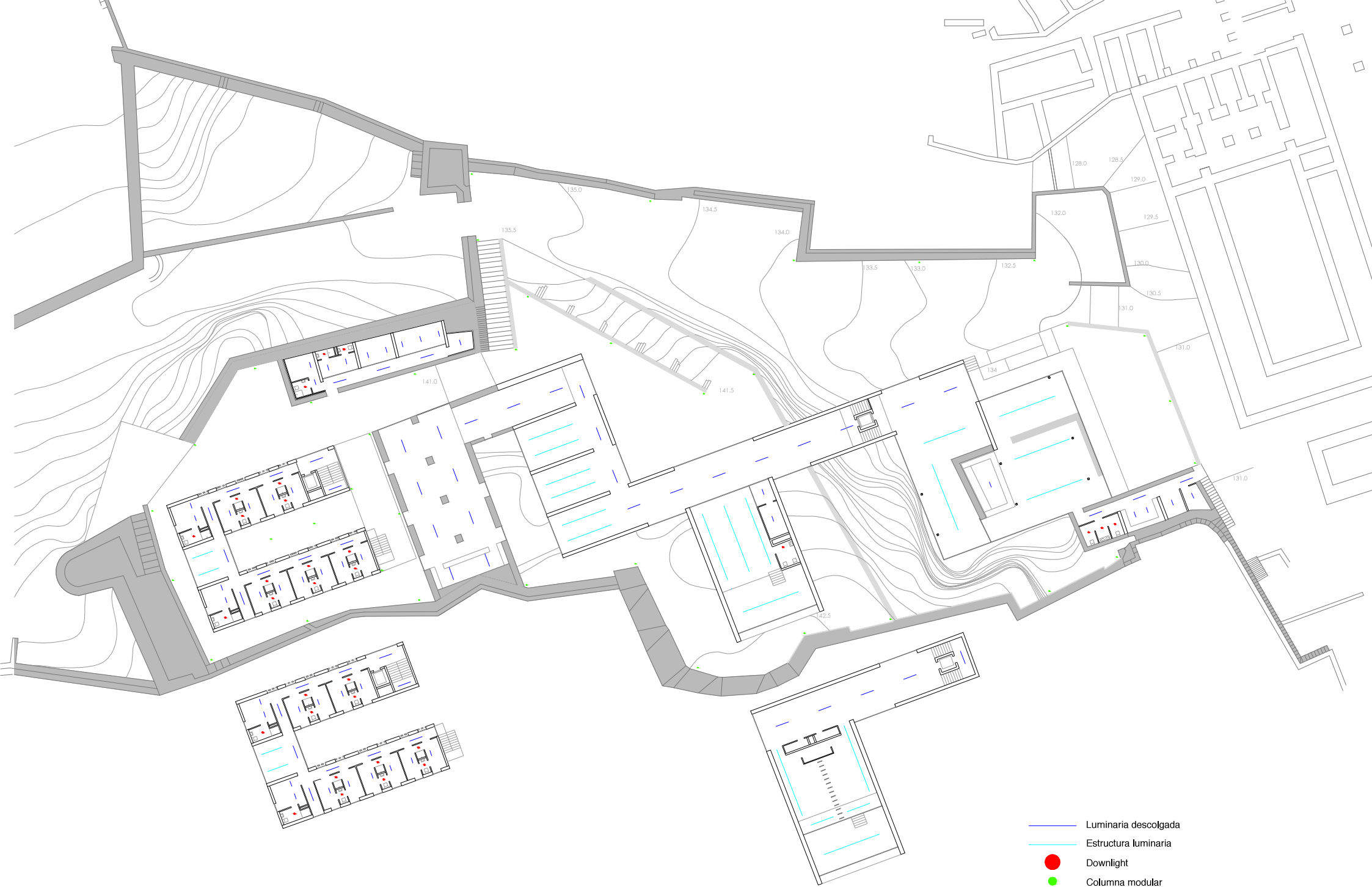
La instalación eléctrica llega al cuarto de instalaciones situado en la parte baja del proyecto a través de una zanja seca. Desde ahí se distribuirá por el resto del edificio por el suelo técnico y por los patinillos que comunican las diversas alturas.

La iluminación interior en los espacios que se requiere una iluminación más difusa se utilizan luminarias lineares que se descuelgan del techo, pronunciando la idea de linealidad. En los recorridos estas luminarias son bañadores de techo. En las habitaciones u otros espacios acotados la luz se dirige hacia el suelo.

En las zonas como la biblioteca, la sala de exposiciones o la cafetería, donde es necesario en algunas zonas un punto de luz concreto, para iluminar una pieza expositiva, o una mesa de consulta de libros, se utiliza una estructura, que sigue la idea de marcar siempre una linealidad, pero que se pueden colocar distintos tipos de luminaria, según las necesidades.

En los cuartos de baño la iluminación se realiza mediante downlight en el techo.

La iluminación exterior se lleva a cabo mediante columnas modulares multifuncionales, las cuales dependiendo del lugar donde se encuentren la luz se dirige hacia las murallas para potenciar su materialidad, o hacia el suelo para iluminar el recorrido.



- Luminaria descolgada
- Estructura luminaria
- Downlight
- Columna modular



Vegetación

- Se conserva el arbolado existente en la zona del proyecto:
- Pino de Alepo (*pinus halepensis*) en el acceso.
 - Ciprés (*cupresus sempervirens*) en el acceso.
 - Olivo (*olea europaea*) en la terraza de la nueva cafetería.



Naranja amargo



Limonero

En los patios interiores de la zona de la residencia, se plantan naranjos amargos (*Citrus aurantium*) y limoneros (*Citrus limon*), debido a que el espacio es reducido y ambos son de copa contenida. Estos árboles también son aromáticos y dependiendo de la época del año habrá un juego de colores debido a sus flores y frutos.



Romero



Salvia lila

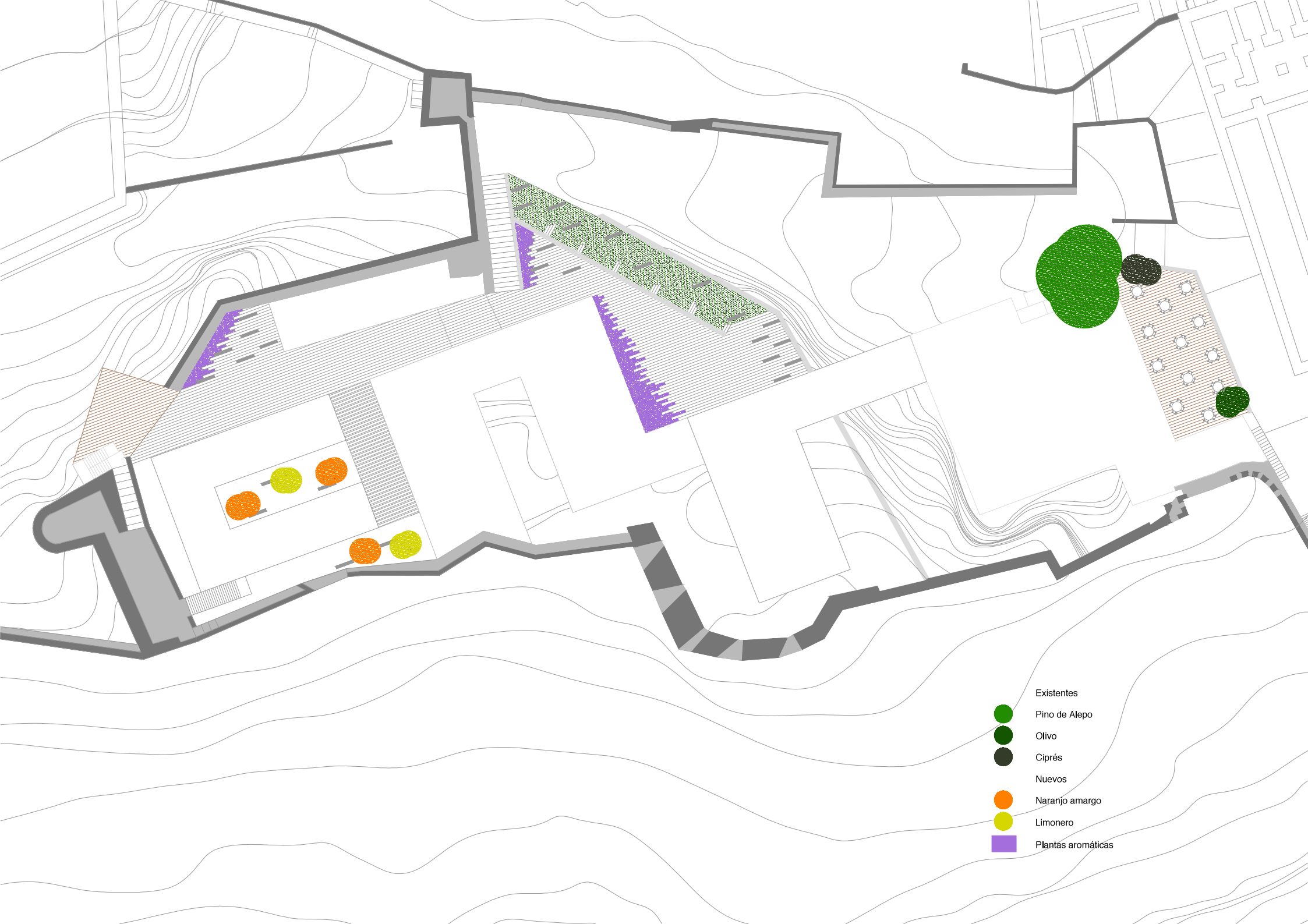


Salvia blanca



Espliego

En la plaza que se genera en la parte superior de la zona de actuación y en el recinto del ídolo, donde el pavimento desaparece, se colocan plantas aromáticas como romero, salvia de flor lila y blanca, y espliego, creando manchas de distintos colores.



- Existentes
- Pino de Alepo
- Olivo
- Ciprés
- Nuevos
- Naranja amargo
- Limonero
- Plantas aromáticas

0. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL EDIFICIO

Edificio con muros de carga.
Número de plantas de la sección: 2
Altura de cada planta 3,6m
Cubierta plana ajardinada
Forjado: losa postensada aligerada 0,30 m de espesor

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS MUROS UTILIZADOS EN EL EJEMPLO

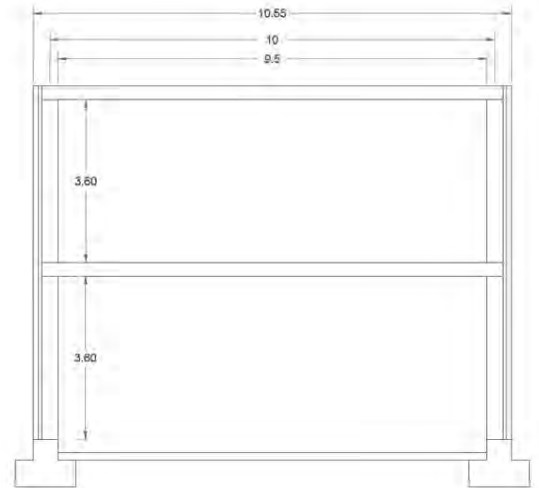
Fábrica de ladrillo perforado. Formato castellano
½ pie: 0,115m
1 pie: 0,240m

Espesor del muro capuchino: 0,358m portante y 0,115 m en fachada corrida.

Resistencia normalizada a compresión de las piezas $f_b = 10 \text{ N/mm}^2$

Tipo de mortero utilizado M5 ($f_m = 5 \text{ N/mm}^2$)

Peso específico de las fábricas $\rho = 15 \text{ KN/m}^3$



1. EVALUACIÓN DE LAS ACCIONES

1.1. DESARROLLO DE LAS CARGAS

CUBIERTA

Cargas permanentes:

- Losa 0,30 m	5,00	KN/m^2	
- Aislante	0,02	KN/m^2	
- Mortero	0,57	KN/m^2	
- Sedum tapizante	4,00	KN/m^2	
	9,59	KN/m^2	= Total

FORJADO

Cargas permanentes:

- Losa 0,35 m	5,00	KN/m^2	
- Suelo técnico	0,47	KN/m^2	
	5,47	KN/m^2	= Total

Cargas variables:

-Sobrecarga de uso	4,00	KN/m^2	
--------------------	------	-----------------	--

MURO

$$P_k = \rho \times t = 15 \text{ KN/m}^3 \times 0,358 \text{ m} = 5,37 \text{ KN/m}^2$$

P_k : peso por unidad de superficie

ρ : peso específico de la fábrica

t : espesor del muro

CARGAS MAYORADAS

- Cubierta:	$1,35 \times 9,59 =$	$12,95 \text{ KN/m}^2$
- Forjado:	$(1,35 \times 5,47) + (1,5 \times 4) =$	$13,38 \text{ KN/m}^2$
- Muro:	$1,35 \times 5,37 =$	$7,25 \text{ KN/m}^2$

1.2. CARGA EN MUROS PROCEDENTE DE FORJADOS

CÁLCULO DE ESFUERZOS EN LOS FORJADOS

- Cubierta

$$M_p = \frac{qL^2}{12} = \frac{12,95 \times 10^2}{12} = 107,9 \text{ KN.m/m}$$

$$V = \frac{qL}{2} - \frac{M_p}{L} = \frac{12,95 \times 10}{2} - \frac{107,9}{10} = 53,96 \text{ KN/m}$$

$$R = 53,96 \text{ KN/m}$$

- Forjado

$$M_p = \frac{13,38 \times 10^2}{12} = 111,5 \text{ KN.m/m}$$

$$V = \frac{13,38 \times 10}{2} - \frac{111,5}{10} = 55,75 \text{ KN/m}$$

$$R = 55,75 \text{ KN/m}$$

PESO PROPIO DE LOS MUROS

- Planta primera

a media altura:

$$p_d^{h/2} = p_d \times \frac{h}{2} = 7,25 \times \frac{3,6}{2} = 13,05 \text{ KN/m}$$

en base:

$$p_d^h = p_d \times h = 7,25 \times 3,6 = 17,5 \text{ KN/m}$$

- Planta baja

a media altura:

$$p_d^{h/2} = p_d \times \frac{h}{2} = 7,25 \times \frac{3,6}{2} = 13,05 \text{ KN/m}$$

en base:

$$p_d^h = p_d \times h = 7,25 \times 3,6 = 17,5 \text{ KN/m}$$

1.3. ESFUERZO NORMAL EN MUROS

$$N_d^i = \Sigma q_d + \Sigma p_d$$

N_d^i : esfuerzo normal de cálculo en la sección "i"

Σq_d : suma de cargas de forjado por encima de la sección "i"

Σp_d : suma de peso propio de muro por encima de la sección "i"

$$N_d^2 = 53,96 + 13,05 = 67,05 \text{ KN}$$

$$N_d^3 = 53,96 + 17,5 = 71,46 \text{ KN}$$

$$N_d^4 = 71,46 + 55,76 = 127,21 \text{ KN}$$

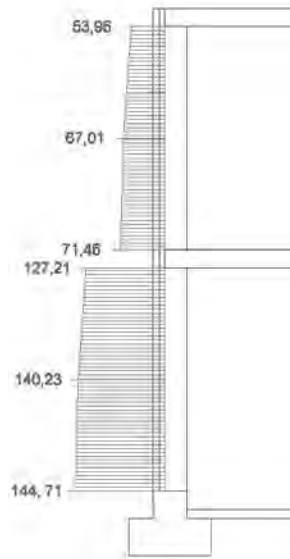


Diagrama de esfuerzos normales de cálculo (valores en KN/m)

2. CÁLCULO DE EXCENTRICIDADES EN PRIMER ORDEN

2.1. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS FÁBRICAS

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE LA FÁBRICA (f_k)

$$f_k = 4 \text{ N/mm}^2$$

DB SE-F, tabla 4.4 (ladrillo perforado $f_b = 10 \text{ N/mm}^2$ y $f_m = 5 \text{ N/mm}^2$)

COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD DE LA FÁBRICA (γ_M)

$$\gamma_M = 2,5$$

DB SE-F, tabla 4.9 (categoría II de control de fabricación; categoría B de la ejecución)

RESISTENCIA DE CÁLCULO A COMPRESIÓN DE LA FÁBRICA (f_d)

$$f_d = f_k / \gamma_M = 4 / 2,5 = 1,6 \text{ N/mm}^2$$

2.2. TÉRMINOS DE RIGIDEZ

MÓDULO DE RIGIDEZ DE FORJADO

$$E_{\text{forjado}} I_{\text{forjado}} = 180 \times 10^6 \text{ KN.cm}^2 \text{ (por metro de ancho)}$$

MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA FÁBRICA

$$E_{\text{fabrica}} = 1000 \times f_k = 1000 \times 4 = 4.000 \text{ N/mm}^2 = 400 \text{ N/cm}^2$$

MOMENTO DE INERCIA DE LOS MUROS

$$I_{\text{muro}} = \frac{100 \times t^3}{12} = \frac{100 \times 35,8^3}{12} = 382.355,9 \text{ cm}^4$$

MÓDULO DE RIGIDEZ DE LOS MUROS

$$E_{\text{fabrica}} I_{\text{muro}} = 400 \times 382.355,9 = 152,9 \times 10^6 \text{ KN cm}^4$$

LUZ LIBRE DE BARRAS (L ó H)

Forjado: 9,5 m = 950 cm

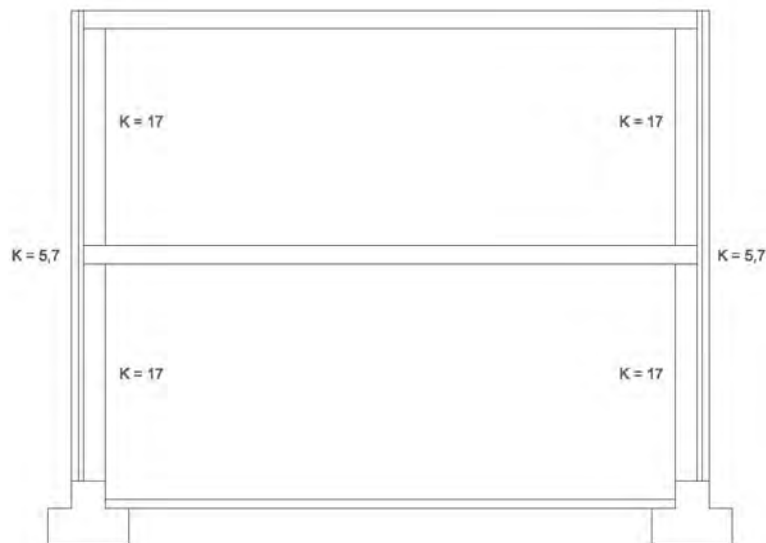
Muros: 3,6 m = 360 cm

OBTENCIÓN K

$$\text{Forjado: } K = \frac{n \times E_{\text{forjado}} \times I_{\text{forjado}}}{L_{\text{libre}}} = \frac{3 \times 180 \times 10^6}{950} = 5,7$$

n=3 (nudo opuesto fachada)

$$\text{Muros: } K = \frac{4 \times E_{\text{fabrica}} \times I_{\text{muro}}}{H_{\text{libre}}} = \frac{4 \times 152,9 \times 10^6}{360} = 17$$



3. COMPROBACIÓN DE SECCIONES

3.1. NUDO ÚLTIMA PLANTA

- Excentricidad debida a las cargas

$$e = \frac{t}{4} + \frac{a}{4} = \frac{358}{4} + 0 = 89,5 \text{ mm}$$

- Bloque de tensión, c

$$c = t - 2xe = 358 - 2 \times 89,5 = 179 \text{ mm}$$

- Tensión normal máxima

$$\sigma_d = \frac{N_d}{c} = \frac{53,96}{179} = 0,30 \text{ N/mm}^2 < f_d = 1,6 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

- Momento debido a las cargas

$$M_d = e \times N_d = 0,0895 \times 53,96 = \underline{4,83 \text{ KN.m/m}}$$

3.2. NUDO PLANTA INTERMEDIA

NUDO SUPERIOR

- Tensión media en el espesor del muro

$$\sigma = \frac{N_d}{t} = \frac{71,46}{358} = 0,2 \text{ N/mm}^2 < 0,25 \text{ N/mm}^2$$

CÁLCULO POR CAPACIDAD

- Bloque de tensión, c

$$c = \frac{N_d}{f_d} = \frac{71,46}{1,6} = 44,66 \text{ mm}$$

- Excentricidad debida a las cargas

$$e = \left(\frac{t}{2} - a \right) - \frac{c}{2} = \frac{358}{2} - \frac{44,66}{2} = 156,67 \text{ mm}$$

- Momento debido a las cargas

$$M_d = e \times N_d = 0,156 \times 71,46 = \underline{11,14 \text{ KN.m/m}}$$

NUDO INFERIOR

- Tensión media en el espesor del muro

$$\sigma = \frac{N_d}{t} = \frac{127,21}{358} = 0,35 \text{ N/mm}^2 > 0,25 \text{ N/mm}^2$$

ANÁLISIS SIMPLIFICADO DEL NUDO

$$M = M_{\text{sup}} + M_{\text{inf}} = \frac{K_{\text{sup}} + K_{\text{inf}}}{K_{\text{sup}} + K_{\text{inf}} + K_{\text{forjado}}} \times \frac{q_d \times L^2}{12}$$

$$M = \frac{17 + 17}{17 + 17 + 5,7} \times \frac{13,38 \times 9,5^2}{12} = 85,53 \text{ KN.m/m}$$

$$M_{\text{inf}} = M - M_{\text{sup}} = 85,53 - 11,14 = 74,39 \text{ KN.m/m}$$

- Excentricidad debida a las cargas

$$e = \frac{M_{\text{inf}}}{N_d} = \frac{74,39}{127,21} = 0,58 \text{ m} = 584 \text{ mm} > 0,4t = 143,2 \text{ mm}$$

CÁLCULO POR CAPACIDAD

- Bloque de tensión, c

$$c = \frac{N_d}{f_d} = \frac{127,21}{1,6} = 79,5 \text{ mm}$$

- Excentricidad debida a las cargas

$$e = \frac{t}{2} - \frac{c}{2} = \frac{358}{2} - \frac{79,5}{2} = 139,25 \text{ mm}$$

- Momento debido a las cargas

$$M_d = e \times N_d = 0,139 \times 127,21 = \underline{17,68 \text{ KN.m/m}}$$

3.3. NUDO DE ARRANQUE INFERIOR

- Momento de empotramiento perfecto

$$M_{\text{base}} = M_{\text{cabeza}} / 2 = 17,68 / 2 = 8,84 \text{ KN.m/m}$$

- Momento debido a las cargas

$$M_{\text{sd,base}} = \underline{8,84 \text{ KN.m/m}}$$

- Excentricidad debida a las cargas

$$e = \frac{M_d}{N_d} = \frac{8,84}{144,71} = 0,061 \text{ m} = 61 \text{ mm}$$

- Bloque de tensión, c

$$c = 2 \times \left(\frac{t}{2} - e \right) = 2 \times \left(\frac{358}{2} - 61 \right) = 236 \text{ mm}$$

- Tensión normal máxima

$$\sigma_d = \frac{N_d}{c} = \frac{144,71}{236} = 0,61 \text{ N/mm}^2 < f_d = 1,6 \text{ N/mm}^2 \quad \checkmark$$

4. COMPROBACIÓN EN SEGUNDO ORDEN (PANDEO)

4.1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS EN MUROS

PLANTA PRIMERA

- Altura de cálculo

$$h < 1,15 L = 1,15 \times 9,5 = 10,92$$

$$e = 89,5 < 0,25t = 89,5 \rightarrow p_2 = 0,75$$

$$p_4 = p_2 / [1 + (p_2 \times h/L)^2] = 0,75 / [1 + (0,75 \times 3,6/9,5)^2] = 0,69$$

$$h_d = p_4 \times h = 0,69 \times 3,6 = 2,48$$

- Espesor de cálculo

$$t_d = \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3} = \sqrt[3]{0,358^3 + 0,115^3} = 0,37 \text{ m}$$

- Esbeltez

$$\lambda = h_d / t_d = 2,48 / 0,37 = 6,7$$

- Incremento de excentricidad por ejecución

$$e_a = h_d / 450 \text{ (categoría B de ejecución)}$$

$$e_a = 2,48 / 450 = 5,5 \times 10^{-3} \text{ m} = 5,5 \text{ mm}$$

PLANTA BAJA

- Altura de cálculo

$$h < 1,15 L = 1,15 \times 9,5 = 10,92$$

$$e = 139,25 > 0,25t = 89,5 \rightarrow p_2 = 1$$

$$p_4 = 1 / [1 + (1 \times 3,6/9,5)^2] = 0,87$$

$$h_d = 0,87 \times 3,6 = 3,13$$

- Espesor de cálculo

$$t_d = \sqrt[3]{0,358^3 + 0,115^3} = 0,37 \text{ m}$$

- Esbeltez

$$\lambda = 3,13 / 0,37 = 8,46$$

- Incremento de excentricidad por ejecución

$$e_a = 3,13 / 450 = 6,95 \times 10^{-3} \text{ m} = 7 \text{ mm}$$

4.2. CÁLCULO DEL FACTOR REDUCTOR DE LA CAPACIDAD RESISTENTE (Ejemplo nudo superior de la primera planta)

CÁLCULO DE LA EXCENTRICIDAD INCREMENTADA POR EJECUCIÓN

$$e = \frac{M_{sd}}{N_{sd}} + e_a > 0,05t$$

$$e = \frac{4,83}{53,96} + 5,5 = 94,5 \text{ mm}$$

CÁLCULO DEL FACTOR DE REDUCCIÓN

$$\text{En cabeza} \quad \Phi = 1 - 2e/t$$

$$\text{En base} \quad \Phi = 1 - 2e/t - 2a/t$$

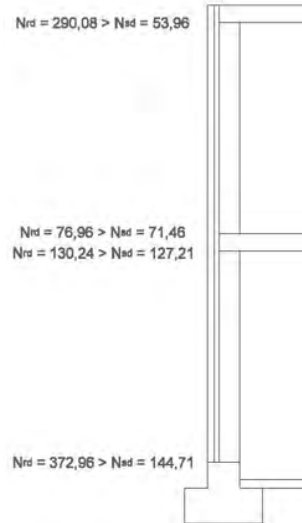
$$\text{En cabeza} \quad \Phi = 1 - 2 \times 94,5 / 370 = 0,49$$

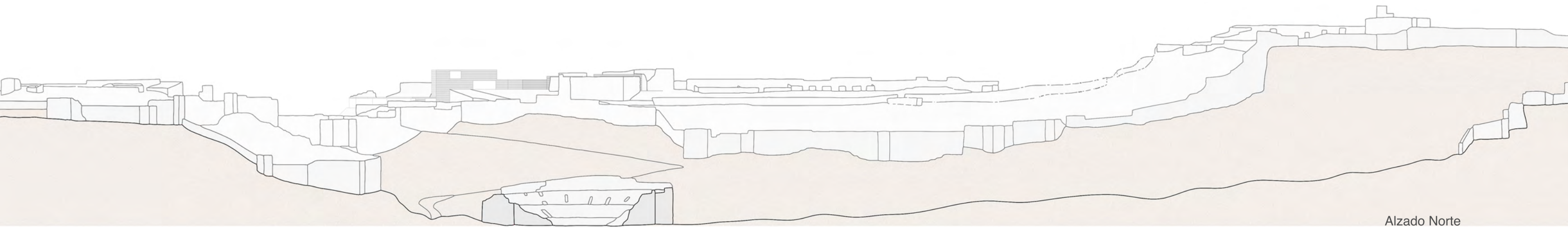
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD RESISTENTE Y COMPROBACIÓN

$$N_{Rd} > N_{Sd}$$

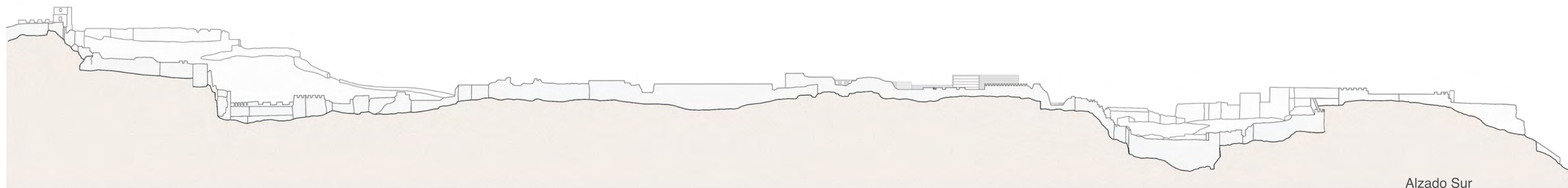
$$N_{Rd} = \Phi \times t \times f_d$$

$$N_{Rd} = 0,49 \times 370 \times 1,6 = 290,08 > 53,96 = N_{Sd} \quad \checkmark$$

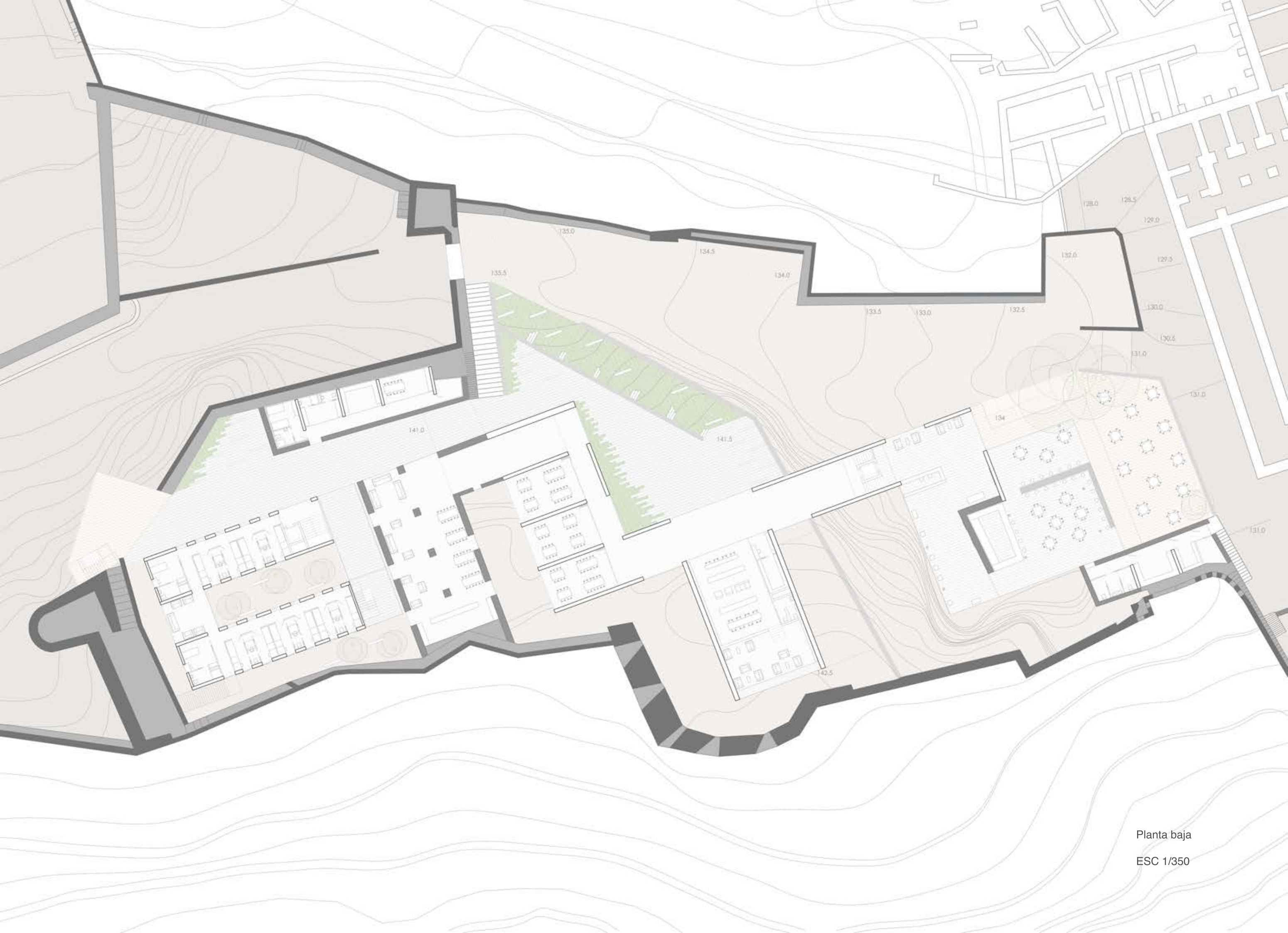




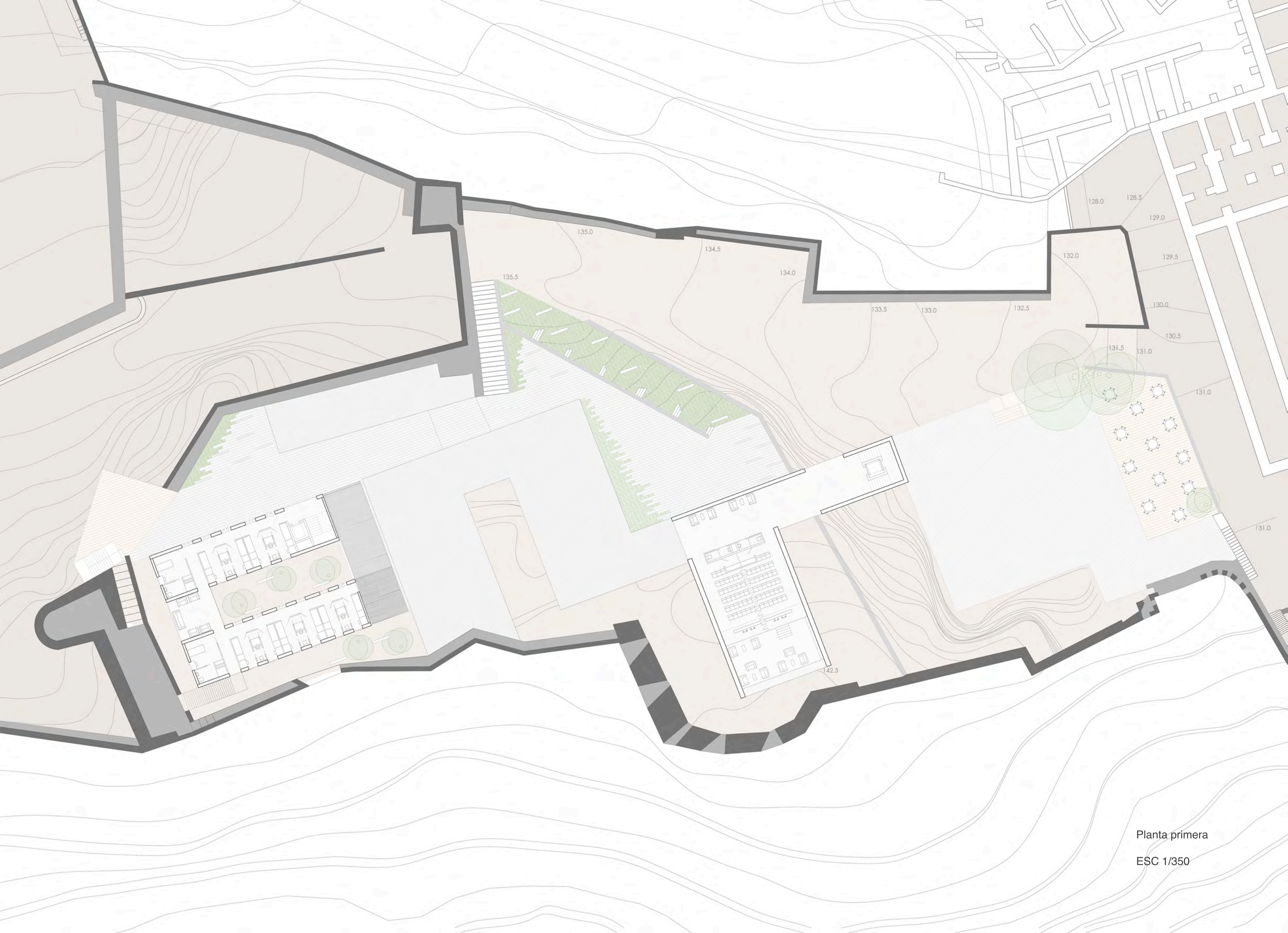
Alzado Norte



Alzado Sur

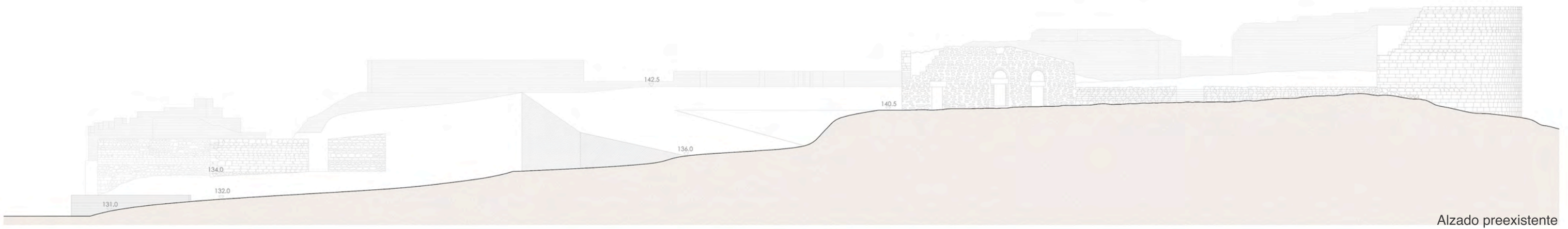
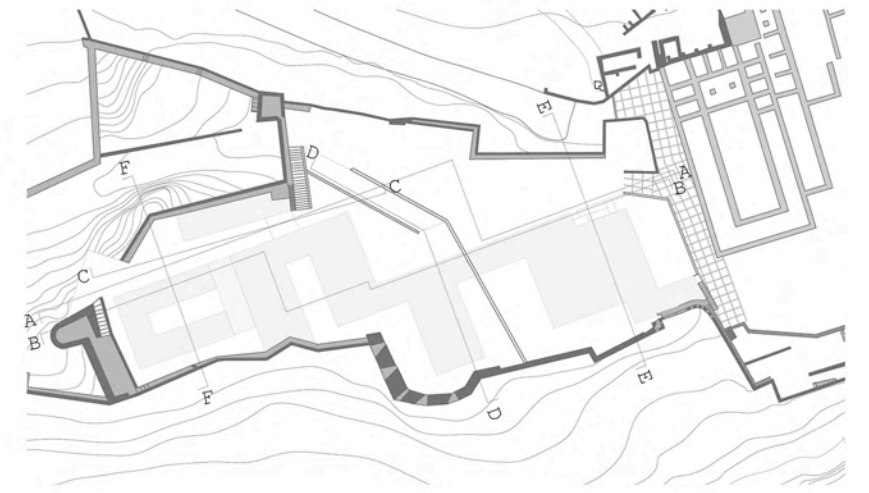


Planta baja
ESC 1/350

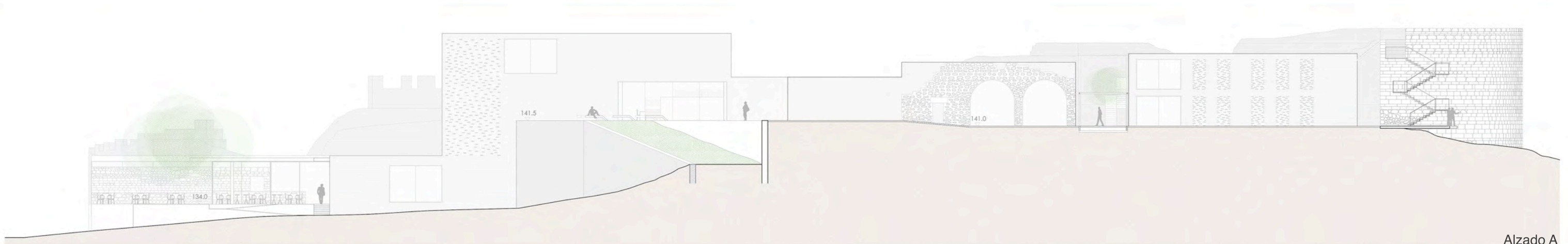


Planta primera

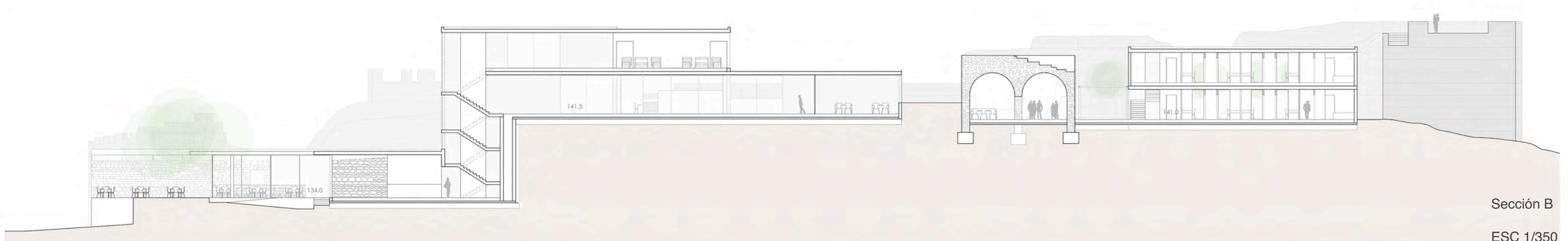
ESC 1/350



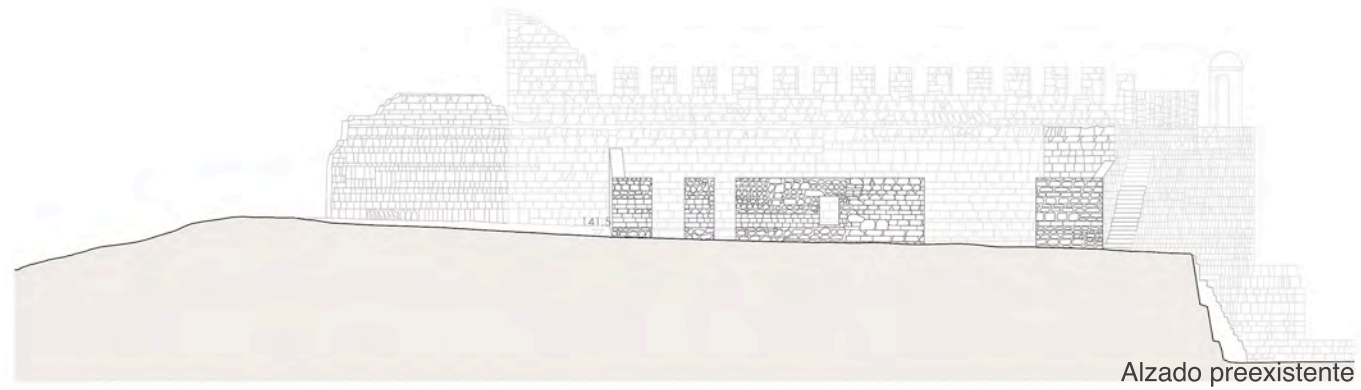
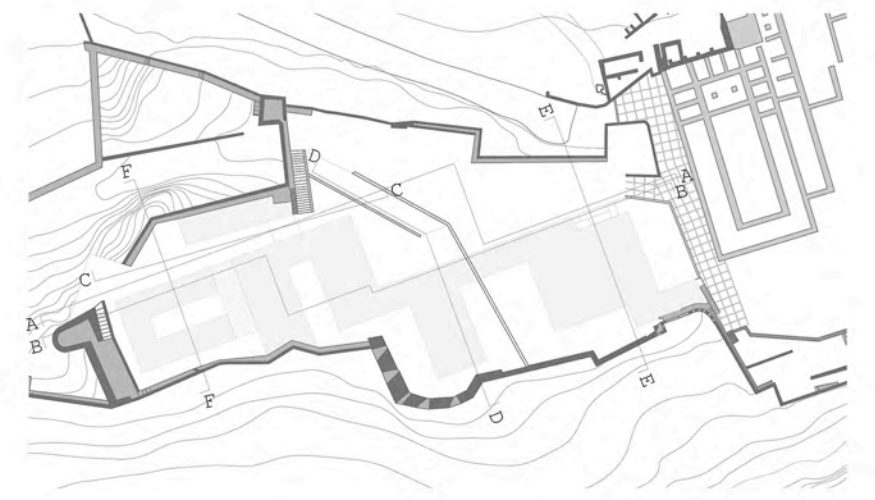
Alzado preexistente



Alzado A



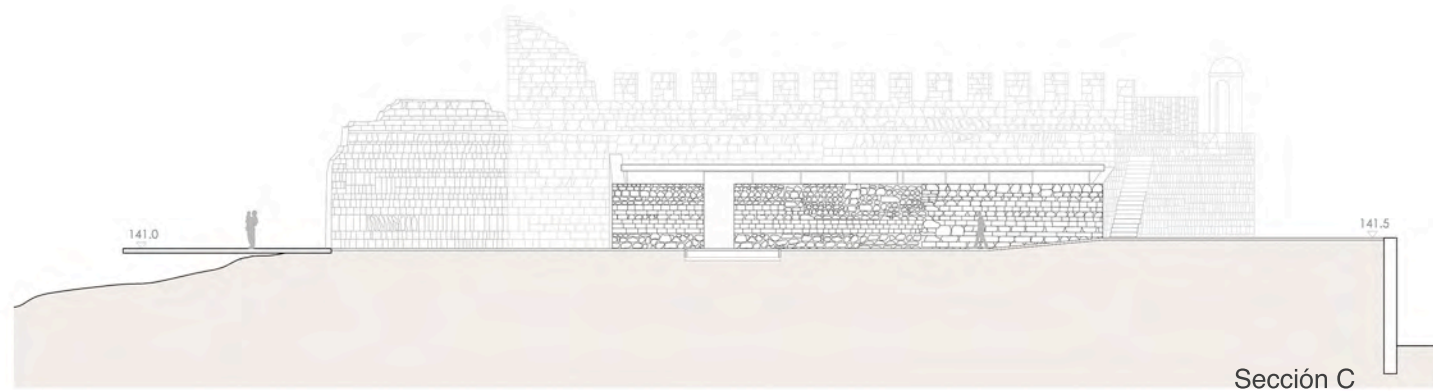
Sección B



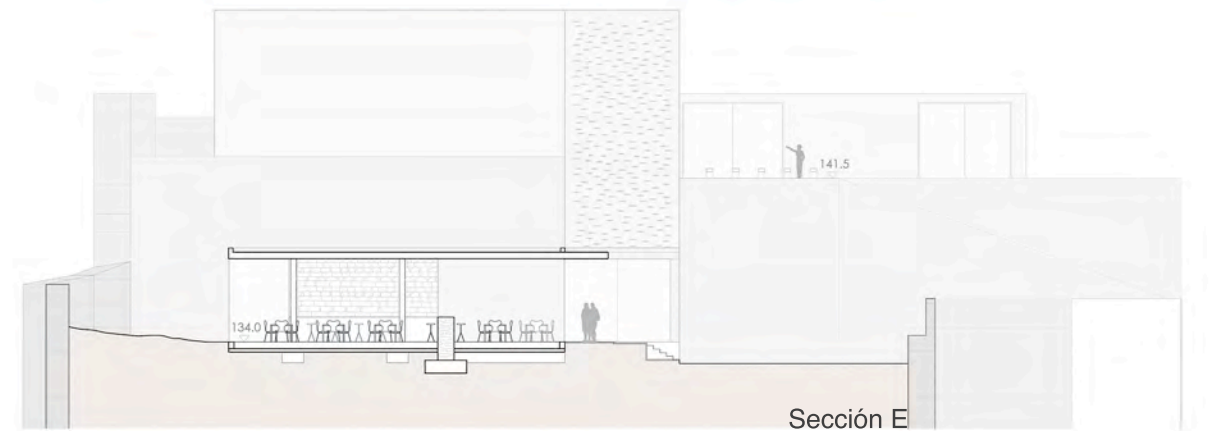
Alzado preexistente



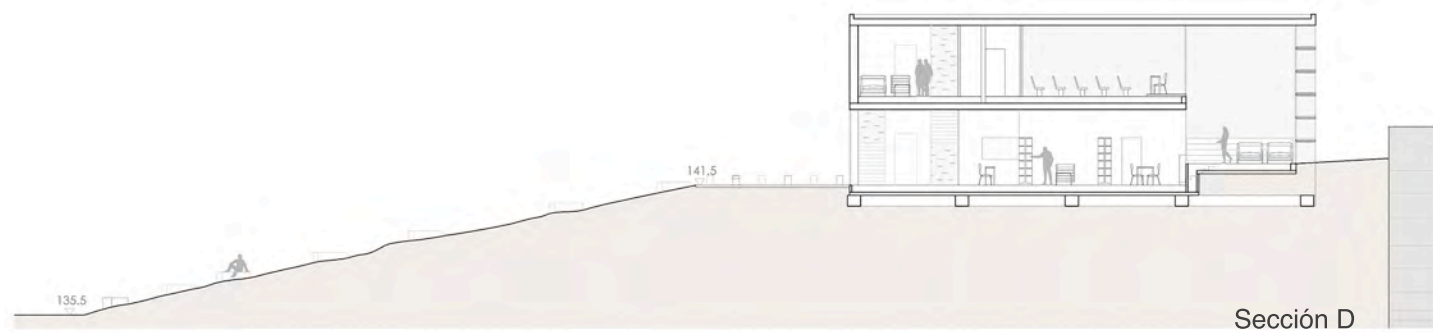
Alzado preexistente



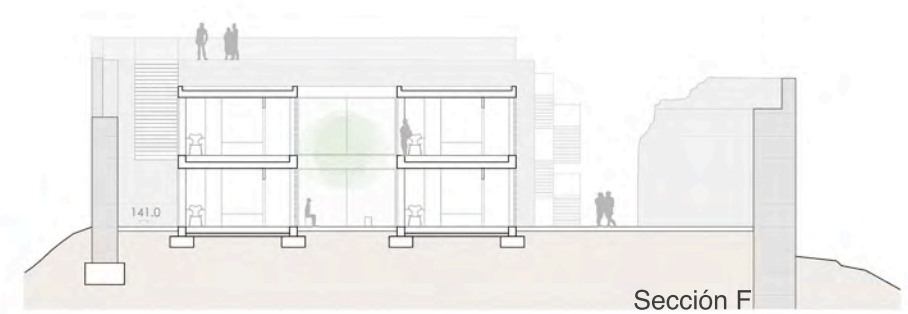
Sección C



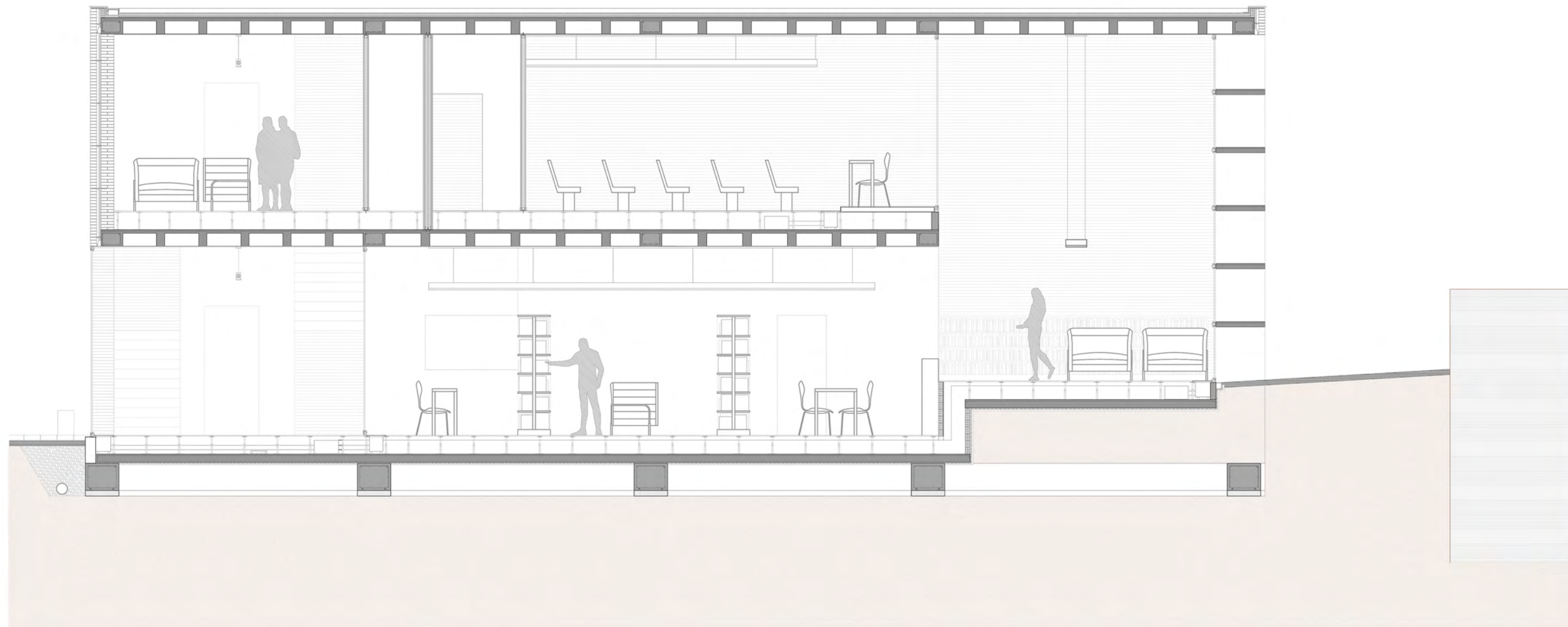
Sección E



Sección D



Sección F



Sección constructiva
Biblioteca

ESC 1/75

- 1 Canalón metálico cubierto por gravas
- 2 Perfil metálico en L para contención de la tierra
- 3 Tierra para sedum tapizante 8cm
- 4 Manta drenante
- 5 Malla protectora antiraíces
- 6 Aislante térmico 4cm
- 7 Geotextil
- 8 Mortero regulador
- 9 Pieza cerámica de remate con goterón
- 12 Zuncho de 40x30cm
- 13 Bovedilla de poliestireno expandido
- 14 Acabado de mortero 15mm
- 15 Hoja de 1 pie de ladrillo blanco visto
- 18 Losa aligerada de hormigón 30cm de canto
- 22 Carpintería de aluminio
- 23 Vidrio doble con cámara
- 29 Pedestal de acero galvanizado
- 32 Rejilla para la expulsión del aire
- 37 Viga de atado
- 39 Hormigón de limpieza
- 40 Solera de hormigón armado 15cm
- 47 Revestimiento de madera laminada
- 48 Listones de madera apoyados sobre el terreno
- 49 Rejilla para la canalización del agua

