

Hotel Reuma

Aplicación del estándar Passivhaus a edificios existentes.

Aurora García Lanzas
Trabajo Fin de Grado
Curso 2017/2018
Tutor Rafael García Quesada
Noviembre 2018

INDICE

1. Introducción y Objeto del Trabajo Fin de Grado.
 - 00.01. La rehabilitación energética, el Estándar Passivhaus y EnerPHit
 - 00.02. Directiva europea y normativa española
 - 00.03. Objetivos del presente trabajo

2. Hotel Bosques de la Alhambra. Presentación y situación Actual.
 - 01.01. Hotel Bosques de la Alhambra
 - 01.02. Planimetría básica actual
 - 01.03. Definición constructiva
 - 01.04. Estudio energético crítico

3. Proyecto de Rehabilitación Energética.
 - 02.01. Nuevos usos
 - 02.02. Planimetría
 - 02.03. Definición constructiva
 - 02.04. Reacondicionamiento pasivo
 - 02.04.01. Introducción
 - 02.04.02. Clima
 - 02.04.03. Envoltente térmica
 - 02.04.03.01. Estudio de los puntos críticos
 - 02.04.03.01. Ventanas, huecos y protección solar
 - 02.04.04. Demanda de calefacción y refrigeración
 - 02.04.04.01. Demanda de calefacción
 - 02.04.04.02. Demanda de refrigeración
 - 02.05. Reacondicionamiento activo

03. Comparativa y conclusión.

04. Bibliografía, normativa y manuales.

05. Citas y referencias.

“Las ciudades son emisoras de contaminación sólo porque los seres humanos que habitamos en ellas consumimos más energía”¹

El informe “Ciudades y cambio climático” publicado por ONU-Hábitat en 2011, defiende que una de las soluciones con más impacto en la reducción del cambio climático reside no solo en generar más energías limpias, si no; en no consumir tanta energía.

En esta dirección se están desarrollando una gran cantidad de nuevos sistemas capaces de producir energías más limpias, menos contaminantes y nuevos modelos constructivos que conjugan una mayor eficiencia con un menor consumo energético.

¿Y qué pasa con lo ya existente? Podríamos preguntarnos:

Actualmente las ciudades son las mayores productoras de gases de efecto invernadero², no sólo como consecuencia de la combustión de carburantes que queman los automóviles, sino por la gran cantidad de energía que demandan los ciudadanos y que exige el estado de bienestar. La falta de eficiencia de las viviendas genera una gran demanda de energía para la climatización y el confort de los usuarios, demanda que podría disminuir en gran medida con unos pequeños cambios en el uso de calefactores y aires acondicionados, y con ellos el consumo.

Hay una corriente al uso que defiende que; antes que rehabilitar es mejor derribar. Sin embargo, no podemos olvidar que las demoliciones contaminan y generan una gran cantidad de residuos, a menudo de difícil eliminación.

1. Joan Clos, Director Ejecutivo del Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-HABITAT)
2. ONU-HÁBITAT (2011) “Ciudades y cambio climático”

00.01. La rehabilitación energética, el Estándar Passivhaus y EnerPHit

El estándar Passivhaus consiste en conseguir, mediante unos criterios bien definidos, un sistema constructivo tanto pasivo como activo que suponga un gasto energético casi nulo.

Nacido en Alemania, este sistema se ha extendido y hoy en día se aplica en todo el mundo gracias a lo que supone de disminución del consumo, tanto de energía como al abaratamiento de los costos. El estándar Passivhaus aboga además por el empleo de energías limpias, adaptadas a las condiciones climáticas en las que se sitúa cada edificación. Esto le ha proporcionado un gran número de seguidores, ya que, dentro de las metas europeas hacia la reducción del cambio climático se sitúa el consumo exclusivo de energías limpias como el objetivo a conseguir.

Los principios básicos del estándar Passivhaus son cinco³:

1. Excelente aislante térmico. Un aislamiento adecuado es fundamental para proteger de las inclemencias del tiempo en invierno y en verano. El aislamiento debe adaptarse a los distintos climas, las necesidades del clima continental y del mediterráneo no son las mismas. Para un aislamiento efectivo el material debe colocarse en suelos, paredes y cubiertas.

2. Ventanas y puertas. Los huecos en fachada son puentes térmicos por definición, ya que perforan la cámara aislante. Para resolverlos es fundamental contar con carpinterías con las más altas prestaciones, así como asegurarse de su perfecta colocación en obra. Por su parte, los vidrios deben ser triples (dobles en su defecto) con cámaras de gases nobles como el kriptón o el argón.

3. Ausencia de puentes térmicos. Los huecos en fachada no son los únicos elementos donde escapa el calor. Las juntas son puntos a tener en cuenta, tales como esquinas o conexiones pared-forjado. Estas zonas, al tener temperaturas diferentes al resto de la envolvente, puede ser un foco de humedades y moho. Para evitarlo se emplea, por ejemplo, el uso de materiales con mayor resistencia térmica.

4. Hermeticidad del aire. Las corrientes de aire pueden suponer mal

estar en los habitantes y usuarios del inmueble, así como una reducción de la calidad del aire. En un edificio Passivhaus la ventilación se realiza de manera mecánica, atendiendo a la hermeticidad del sistema para optimizar el resultado.

La hermeticidad se demuestra mediante el ensayo Blower Door. Para cumplir el estándar, el resultado debe ser inferior a 0.6 renovaciones de aire por hora en un diferencial de presión de 50 Pa.

5. Ventilación mecánica con recuperador de calor. Dentro de un edificio hay elementos que generan calor por sí mismos, los propios usuarios son fuentes de calor. Un recuperador de calor utiliza este aire viciado y caliente para precalentar el aire que proviene del exterior, de esta manera la cantidad de energía necesaria para atemperar ese aire nuevo es mínima.

Para cumplir con el estándar, el edificio debe tener un caudal de aire fresco que corresponda a un tercio del volumen de la estancia y el límite de la demanda de calefacción y refrigeración debe ser menor a 15kWh/(m²a).

3. Passive House requirements (2015) (https://passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm)

Sin embargo, el número de edificios de nueva planta que obtenían el certificado comparado con los rehabilitados era considerablemente más pequeño.^{4 [1]}

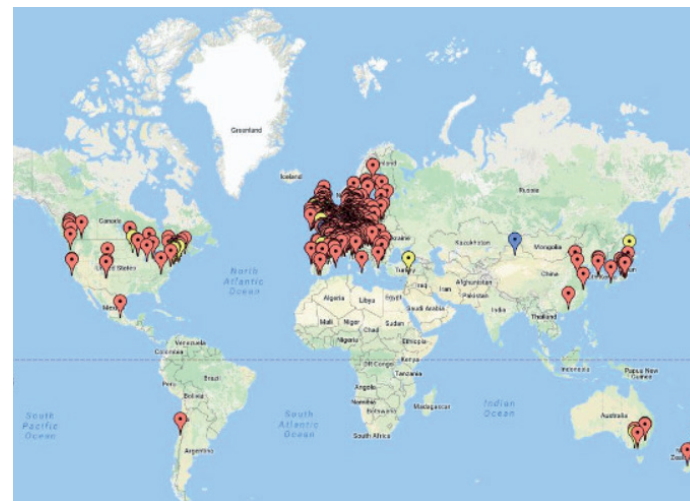
La orientación original del edificio no suele ser la óptima para conseguir la recepción pasiva de emisión solar, así como la imposibilidad de eliminar muchos de los puentes térmicos o las humedades. Además, debemos añadir que en muchos casos las alturas libres son muy pequeñas para aislar adecuadamente techo y suelo o que en casos particulares la protección histórica del edificio impide tocar la fachada o elementos particulares.

A pesar de todo, el Passivhaus Institut, defiende que las edificaciones existentes pueden optimizar su demanda energética, y que, aplicando una serie de reformas, puede mejorarse su eficiencia en un 90%. Las mejoras incluirían una mejora del aislamiento, sustitución de las carpinterías, renovación de calderas y sistemas de climatización, adición de ventilación con recuperador de calor y, a ser posible, añadir producción de energía solar, eólica o geotérmica.

Para promover este sistema, se desarrolló en 2010 el estándar Ener-PHhit, que responde al estándar Passivhaus en rehabilitación.

Este estándar se puede conseguir si se cumplen varios criterios, por componentes (deben estar certificados por el Passivhaus Institut) o por demanda energética. El estándar se consigue aun cumpliendo sólo uno de estos dos. Dentro de las demandas energéticas las cifras son más laxas que en el caso del certificado en obra nueva, por ejemplo la demanda máxima aumenta a 2515kWh/(m²a).

Para el cálculo el Passivhaus Institut ha desarrollado una herramienta, el PHPP (Passive House Planning Package). A través de la introducción de datos como materiales, componentes, clima u orientación se obtiene el cálculo pasivo del edificio. A continuación se procede a la introducción de los sistemas activos,



[1]

4. PASSIVHAUS INSTITUT; *EnerPHit-Planerhandbuch*, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2015.

[1]. Localización de los edificios certificados como Passivhaus (https://passiv.de/en/03_certification/02_certification_buildings/02_certification_buildings.htm). Edificios Passive Haus en rojo y EnerPHit en amarillo.

00.02. Directiva europea y normativa española

En 1993 nace la primera normativa europea en relación con el consumo energético en la edificación.⁵ En estos 25 años ha ido evolucionando y especificando nuevas aplicaciones en cada uno de los campos que influyen en este proceso. Desde las emisiones de las grandes fábricas hasta las campañas de concienciación.

La Directiva 93/76/CEE (SAVE), -ya derogada- obligó a los estados miembros a tomar medidas respecto al consumo energético de las viviendas y establece la certificación energética para clasificar la eficiencia de una construcción.

Será en 2010 en la Directiva 2010/31/UE cuando se incluya el concepto de Edificios de Consumo casi Nulo, definiendo que todos los edificios públicos de nueva planta debían requerir una cantidad casi nula de energía a fecha de 31 de diciembre de 2018.⁶

En 2013 España desarrolla, al igual que cada estado miembro en función de sus particularidades, el Real Decreto 235/2013 donde obliga a presentar un certificado energético para reformar, vender o alquilar un inmueble.⁷

Se suceden las Directivas y los Reales Decretos (algunos conllevan problemas, como el incumplimiento por España a 04 de octubre de 2017 de la Directiva europea 2012/27/UE)⁸, se adaptan y se endurecen las normativas.⁹

Es este año 2018 cuando la Unión Europea exige la eficiencia energética no solo a las nuevas construcciones, si no a las edificaciones ya existentes.

En junio de 2018 se emitió la versión revisada de abril del mismo año, la Directiva 2018/844/UE. El objetivo principal de esta es mejorar la eficiencia de los edificaciones existentes introduciendo sistemas de control, buscando parques inmobiliarios descarbonizados y altamente eficientes. Esto se conseguiría mediante reformas profundas de los inmuebles¹⁰, así como del fomento de la investigación de nuevos sistemas que mejoren la eficiencia de las edificaciones.¹¹

Todas las medidas tomadas lo serán en base a la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero por la Unión Europea en un 85-95% en comparación con el año 1990.¹²

En España regula la normativa en la edificación el Código Técnico de la Edificación (CTE). En 1998 se emite la primera versión del RITE, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, en la búsqueda de la optimización energética de las instalaciones en las construcciones. RITE se compone de dos partes, disposiciones generales y las instrucciones técnicas.¹³ En el CTE encontramos dentro del DB-HE las secciones HE-2 y HE-3, referentes a la eficiencia energética de los edificios.¹⁴

5. Directiva 93/76/CEE DEL CONSEJO de 13 de septiembre de 1993 relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE)

6. DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios

7. Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios

8. DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE,

y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE

9. Datos de la asignatura Derecho Urbanístico y Medio Ambiente de la Facultad de Derecho de Granada

10. Punto (08) del Artículo 1 de la DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018

11. Punto (19) del Artículo 1 de la DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018

12. Punto (02) del Artículo 2 de la DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018

13. MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. Energía y desarrollo sostenible, *Rite- Reglamento instalaciones térmicas en los edificios.*

14. Código Técnico de la Edificación. (<https://www.codigotecnico.org/>)

00.03. Objetivos del presente trabajo

Conocida la dirección que está tomando el mundo de la sostenibilidad en la edificación, el objetivo de este trabajo se centra en realizar los cambios pertinentes en el Hotel Reuma para obtener el certificado EnerPHit. Este será la prueba de que se puede conseguir la eficiencia energética aun partiendo de una edificación con unas premisas complejas como son el emplazamiento y el grado de protección del edificio, que impide modificar fachada.

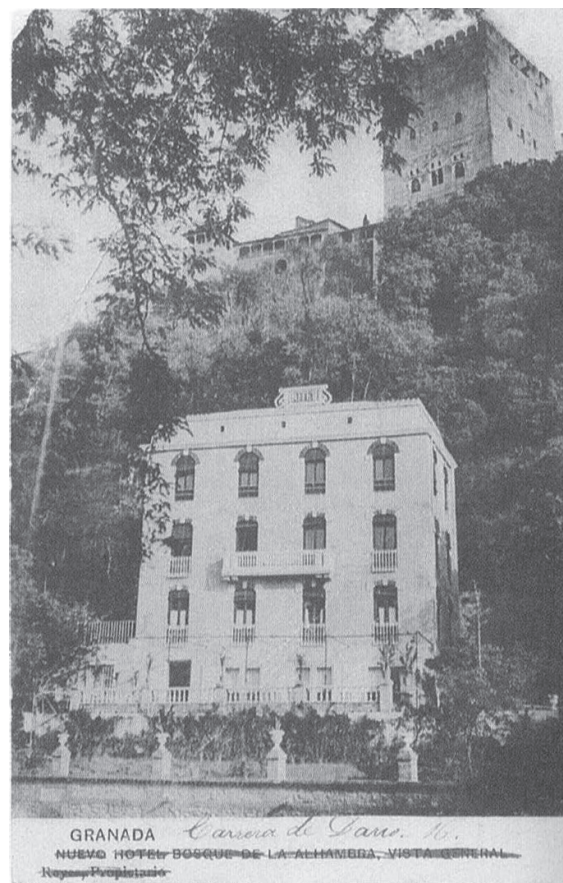
Este objetivo conlleva en primer lugar la comprensión del lugar. Un estudio histórico y constructivo es preciso para este tipo de intervención, donde a la protección se le añade el cariño de los granadinos que llevan toda una vida paseando por el Paseo de los Tristes con la magia del Hotel Reuma en la otra orilla del Darro.

Al no poder acceder, la planimetría se convierte en una herramienta básica para la percepción espacial de las estancias, así como de su funcionalidad.

El desarrollo constructivo del estado actual supone una pieza fundamental para entender qué elementos son los más adecuados en esta adaptación del hotel a un sistema de consumo casi nulo. Es necesario también cumplir la normativa vigente y estudiar cuáles son las medidas previstas para el futuro de los edificios públicos, así como los planes del Patronato de la Alhambra para este inmueble.

Por último, la lista de objetivos se cierra con una valoración crítica-científica de los resultados obtenidos, con el fin de calificar la viabilidad del proceso, así como con una conclusión personal del trabajo desarrollado.

Cómo anotación, añadir que se parte del supuesto teórico de un edificio ya restaurado.



[2]

[2] Anónimo (1910). Nuevo Hotel Bosque de la Alhambra [Tarjetas postales publicitarias]. Colección Particular (Carlos Sanchez) Recuperado de AAVV. "Paseo por los Cármes del Darro. Un paisaje histórico a los pies de la Alhambra", Granada, Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Patronato de la Alhambra y Generalife, 2016, pp.90.

01. Hotel Bosques de la Alhambra. Presentación y situación actual.

01.01. Hotel Bosques de la Alhambra

Desde finales del siglo XIX, el Hotel Bosques de la Alhambra se yergue sobre el Carmen de las Chirimías, propiedad de Manuel Antonio Reyes Clavero, herencia de su mujer Gumersinda Garrido Fernández. El Carmen fue reformado y, en última instancia, demolido para construir un hotel.

Para conseguir más zona de terraza se decide tomar espacio al río Darro, construyendo un muro y tras este una nave soterrada. La fotografía realizada en 1910 por Andres Fabert muestra el hotel terminado y las obras del río^[2]. La nave, independiente del edificio, tiene acceso propio desde el puente de Chirimías y se empleó como fábrica de cordeles.

Tan solo dos años después de su inauguración en mayo de 1910, el hotel cerró y se convirtió en una casa de vecinos. De los años siguientes se conoce, por un artículo publicado en El defensor de Granada, que el derrumbe de un tramo de la cerca de la Alhambra obligó al desalojo de sus residentes.¹⁵

Ya en 1928 el inmueble pertenecía a Manuel Reyes, heredero de la ya fallecida Gumersinda Garrido, quien solicita al Ayuntamiento obras menores en el inmueble, sin que se nombre ninguna actividad como casa de vecinos.

A partir de este momento es cuándo nacen las leyendas: Cuentan que en este pequeño edificio a los pies de la Alhambra vivió Manuel de Falla en 1921, y que allí lo visitaba asiduamente García Lorca, aseguran que era lugar de reunión de la logia masónica “Alhambra” y que a día de hoy aún se escuchan los fantasmas de la Guerra Civil, ya que durante la contienda se utilizó el edificio cómo hospital. Fantasmas que no evitaron que durante los 60 se utilizase, en las ferias y fiestas del Corpus Christi, como camerino de las zarzuelas que se montaban junto al río. Y, dicen las malas lenguas, que el destino del edificio lo sentenció una gitana a la que el arquitecto rompió el corazón.¹⁶



[3]



[4]

15. AAVV. “Paseo por los cármenes del Darro. Un paisaje histórico a los pies de la Alhambra”, Granada, Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Patronato de la Alhambra y Generalife, 2016, pp.88

16. F. W. ALANZOR (2017). Las vidas del Hotel Reuma. Granada. IDEAL. (www.ideal.es/granada/201702/22/vidas-hotel-reuma-20170219195335.html)

[3] Fabert, A. (1910). Carmen de la Chirimía [Tarjeta postal impresa]. Colección Particular (José Tito Rojo) Recuperado de AAVV. “Paseo por los Cármenes del Darro. Un paisaje histórico a los pies de la Alhambra”, Granada, Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Patronato de la Alhambra y Generalife, 2016, pp.88.

[4] Anónimo (1910). Nuevo Hotel Bosque de la Alhambra [Tarjetas postales publicitarias]. Colección Particular (Carlos Sanchez) Recuperado de AAVV. “Paseo por los Cármenes del Darro. Un paisaje histórico a los pies de la Alhambra”, Granada, Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Patronato de la Alhambra y Generalife, 2016, pp.90.

Sean ciertas o no, el hecho es que ya pocos recuerdan su nombre. Para los granadinos es “la maleta”, “la casa de muñecas” y el más famoso: “El Hotel Reuma”. Este sobrenombre tiene su origen en las humedades que se encuentran en la parte posterior del edificio, y es que la localización semienterrada a los pies de la ladera hace que toda la caída del agua llegue a sus espaldas, llenando la estructura de agua. Las humedades convirtieron el hotel en un lugar poco agradable en el que hospedarse, llegando incluso algunos huéspedes a enfermar.

Años de abandono lo acercan más a la ruina que a un lugar habitable.

En el año 2000 el Patronato de la Alhambra se hace con el inmueble y en el Plan General de Ordenación Urbana 2001 del Ayuntamiento de Granada ya se sitúa dentro del ámbito de protección de este. En el año 2001 el Patronato junto con el Ayuntamiento, a través de la Fundación Albaicín, convoca un concurso para el tratamiento de la orilla del Darro, concurso que gana el equipo del arquitecto Don Antonio Tejedor, quien defiende la creación de un camino público que se llevaría por delante el Hotel Reuma pues es un “*un punto negro del paisaje de la colina*”¹⁷. El proyecto contaba con un presupuesto de 130 millones de pesetas, y abarcaba los dos extremos del paseo. Sin embargo, la opinión pública defiende que el edificio forma ya parte del paisaje y el plan inicial de demolición desaparece.

En el Plan Director Alhambra 2007-2015, se plantea la conversión de este edificio en un servicio público, difusor de los valores de la Alhambra en la ciudad, introduciendo la realización de los informes previos a la restauración del Hotel Reuma el Presupuesto y Programa de Actuación 2007 del PAG.

Dentro del Calendario de actuaciones, periodo 2007 – 2010, se encuentra la rehabilitación del inmueble para el establecimiento de un centro divulgativo orientado a acercar la Alhambra a la ciudad.¹⁸

No será, no obstante lo previsto, hasta mediados del 2014 cuando se vean los primeros andamios. Sin embargo, las obras realizadas lo fueron sólo para consolidar la estructura, pues el edificio amenazaba con derrumbarse. Un año después, el que fuera director del Patronato de la Alhambra y el Generalife, Don. Reynaldo Fernández Manzano, vuelve a hacer hincapié en el interés que existe para convertir el Hotel en embajador de la Alhambra en la ciudad, así como en la inclusión de la nave del río.

En el nuevo Plan Director Alhambra 2007-2020, se propone un “Centro orientado a acercar la Alhambra a la Ciudad Futuro, equipamiento destinado a la celebración de actividades culturales y exposiciones organizadas por el PAG en colaboración con el Ayuntamiento de Granada, Acondicionamiento del edificio, zócalo (antiguos talleres de cordelería) y jardines como sede del centro propuesto -Estimación económica infraestructura: 3.456.609,28€”¹⁹

Pero en la medida en que avanzan los trabajos arqueológicos en la acequia de Romayla se reactiva nuevamente el debate de, si tirar el edificio o rehabilitarlo, ejecución, hoy, mucho más complicada que cuando se propuso hace 18 años.

En junio de este mismo año, el director del Patronato anunció que finalmente se convertiría en hogar de la exposición de ingenios, con piezas cedidas temporalmente por Jiménez Yanguas. Cuatro meses más tarde, la dirección del Patronato reitera que el plan sigue en pie y que se están realizando los procesos pertinentes para que las intenciones se conviertan en un proyecto tangible.

En el calendario ya han marcado una nueva fecha: a finales del 2018 la redacción del proyecto del arquitecto Antonio Ruiz habrá finalizado y estará todo listo para comenzar con el proceso de licencias y licitaciones.

La fecha de finalización de obras está aún en el aire.

Mientras tanto, la exposición tiene previsto abrir sus puertas a finales de año en la sala de exposiciones de la Alhambra.²¹

17. GARCÍA, ALEJANDRO (31 de octubre de 2001). A la izquierda del Darro. *EL PAIS*

18. AAVV. Plan Director Alhambra 2007-2015

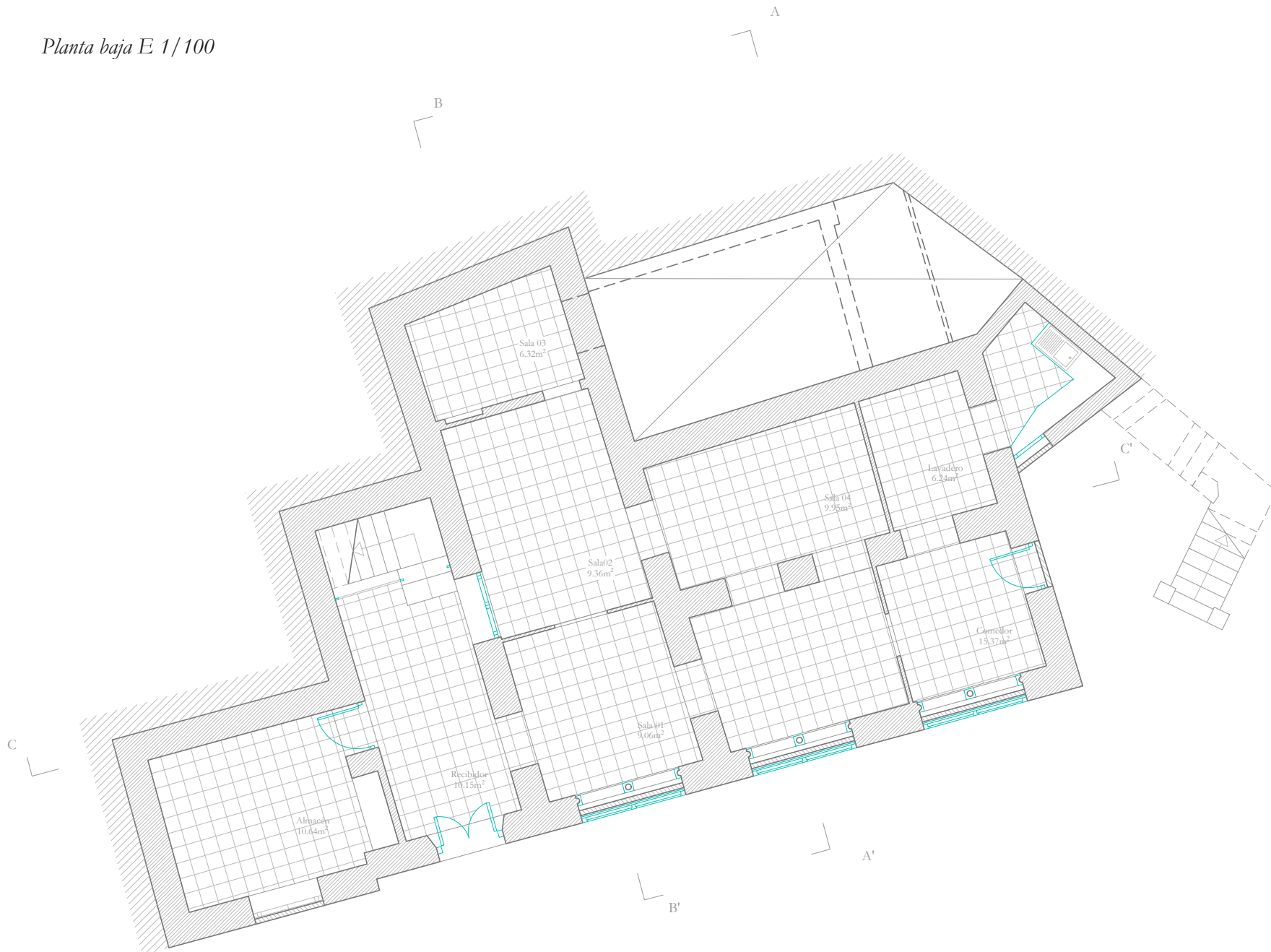
20. AAVV. Plan Director Alhambra 2007-2020

21. GARCÍA-TREVIJANO VALENZUELA, PILAR (29 de noviembre de 2018). El hotel Reuma, un paso más cerca de dejar atrás su etapa de abandono. *IDEAL*. pp. 9

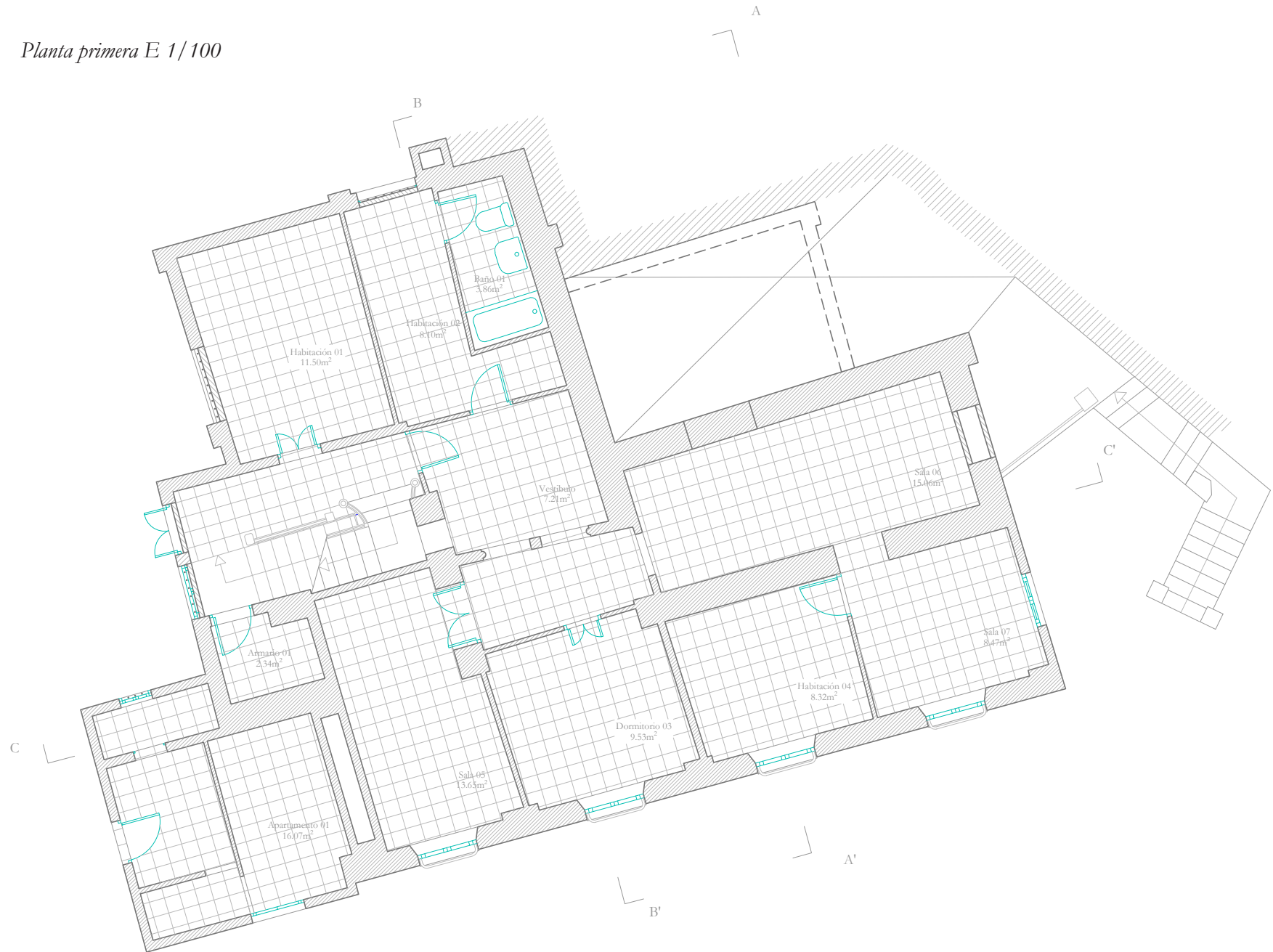
01.02. Planimetría actual
Plano de situación E 1/200



Planta baja E 1/100



Planta primera E 1/100

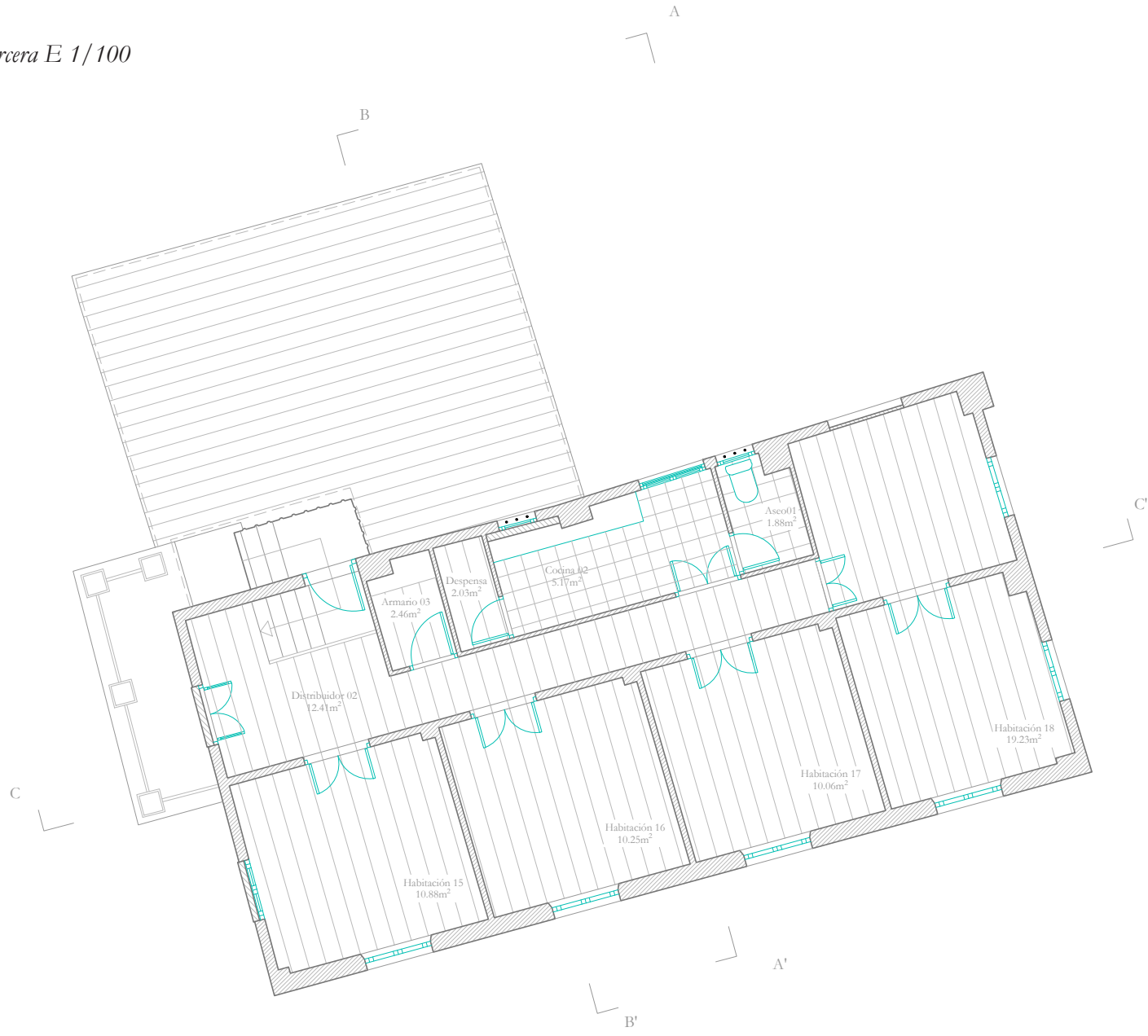


⊕ N
⊕ +3.06

Planta segunda E 1/100

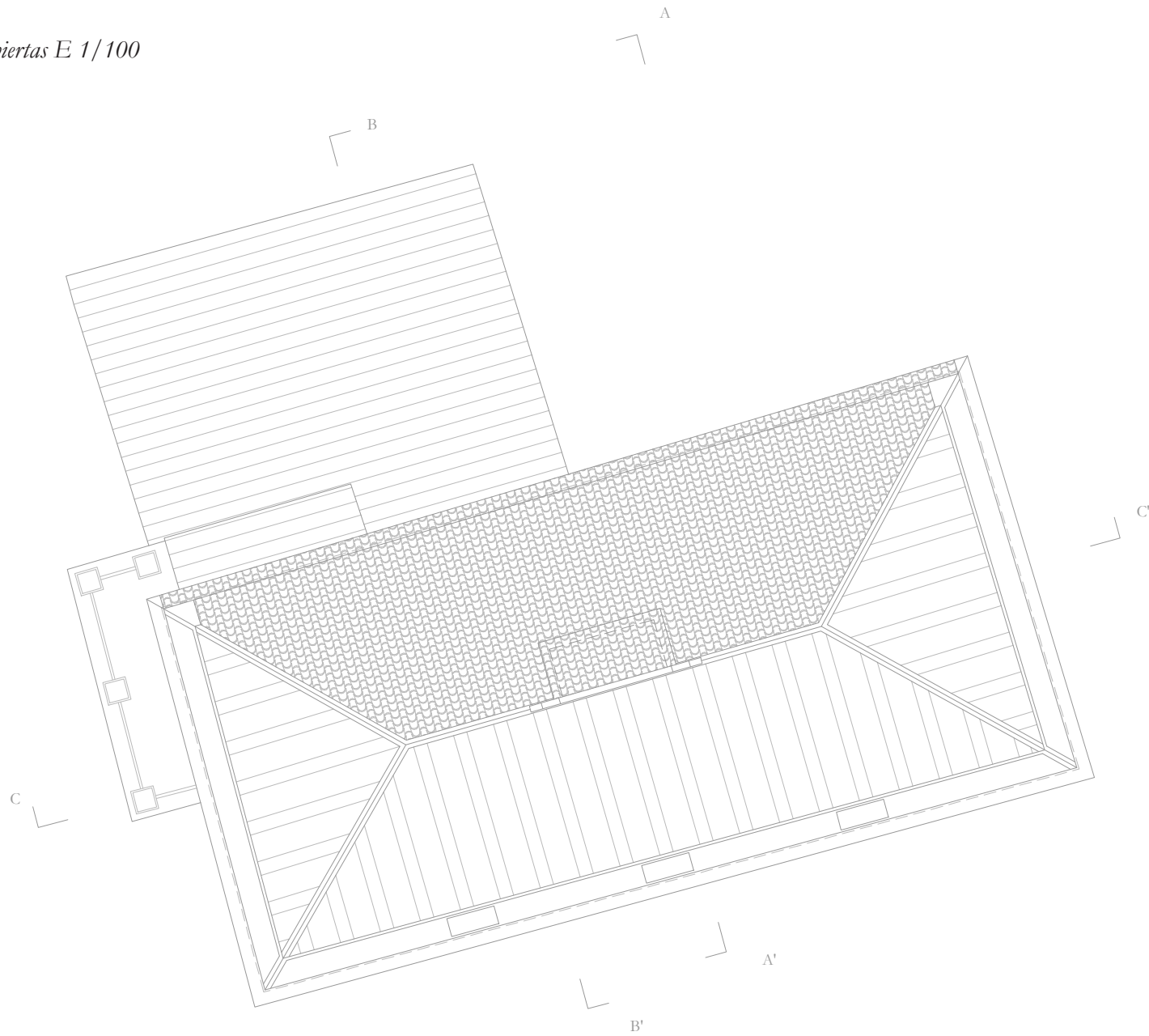


Planta tercera E 1/100

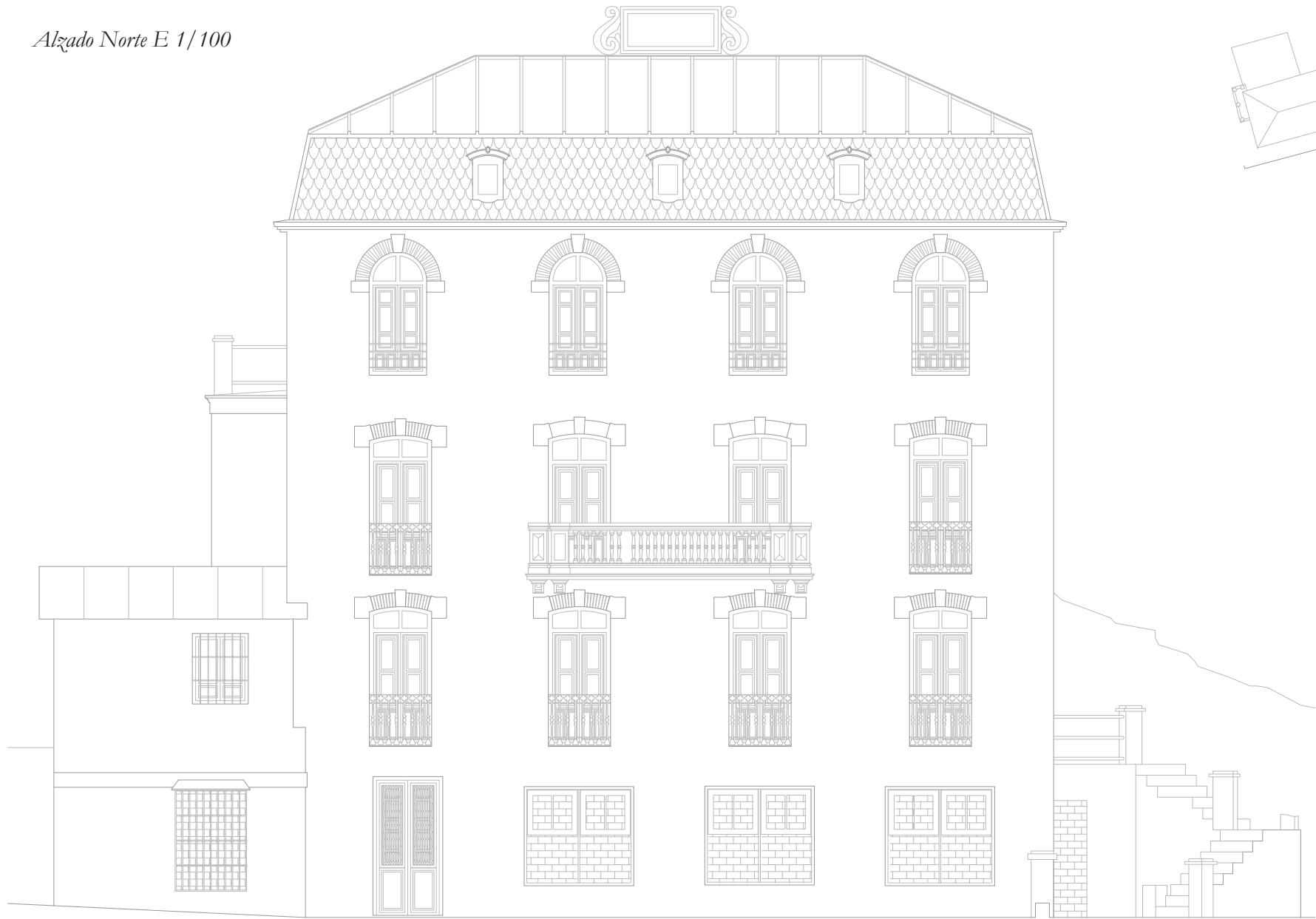


⊕ N
⊕ +9.70

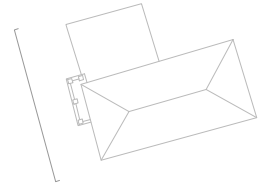
Planta cubiertas E 1/100



Alzado Norte E 1/100



Alzado Este E 1/100



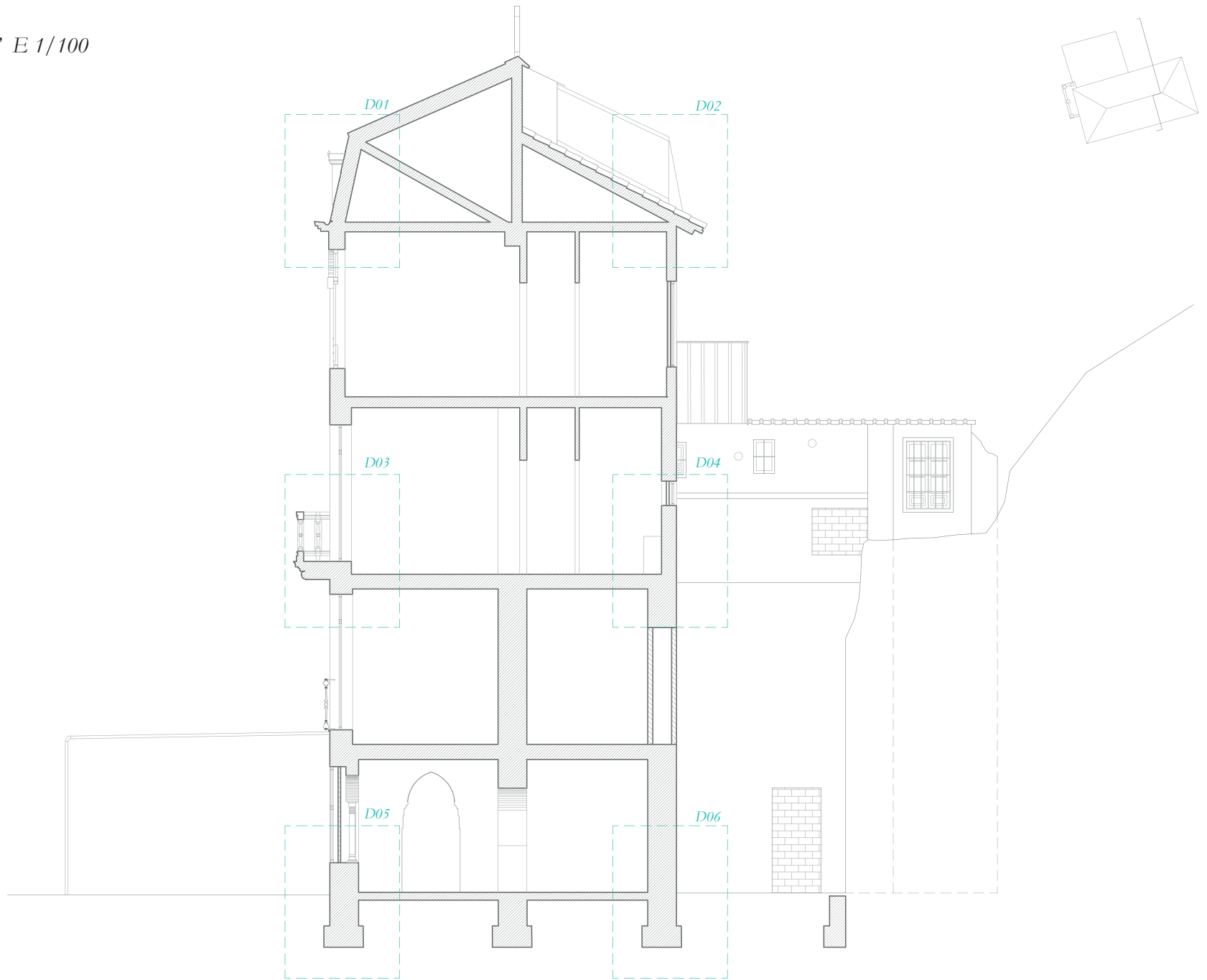
Alzado Sur E 1/100



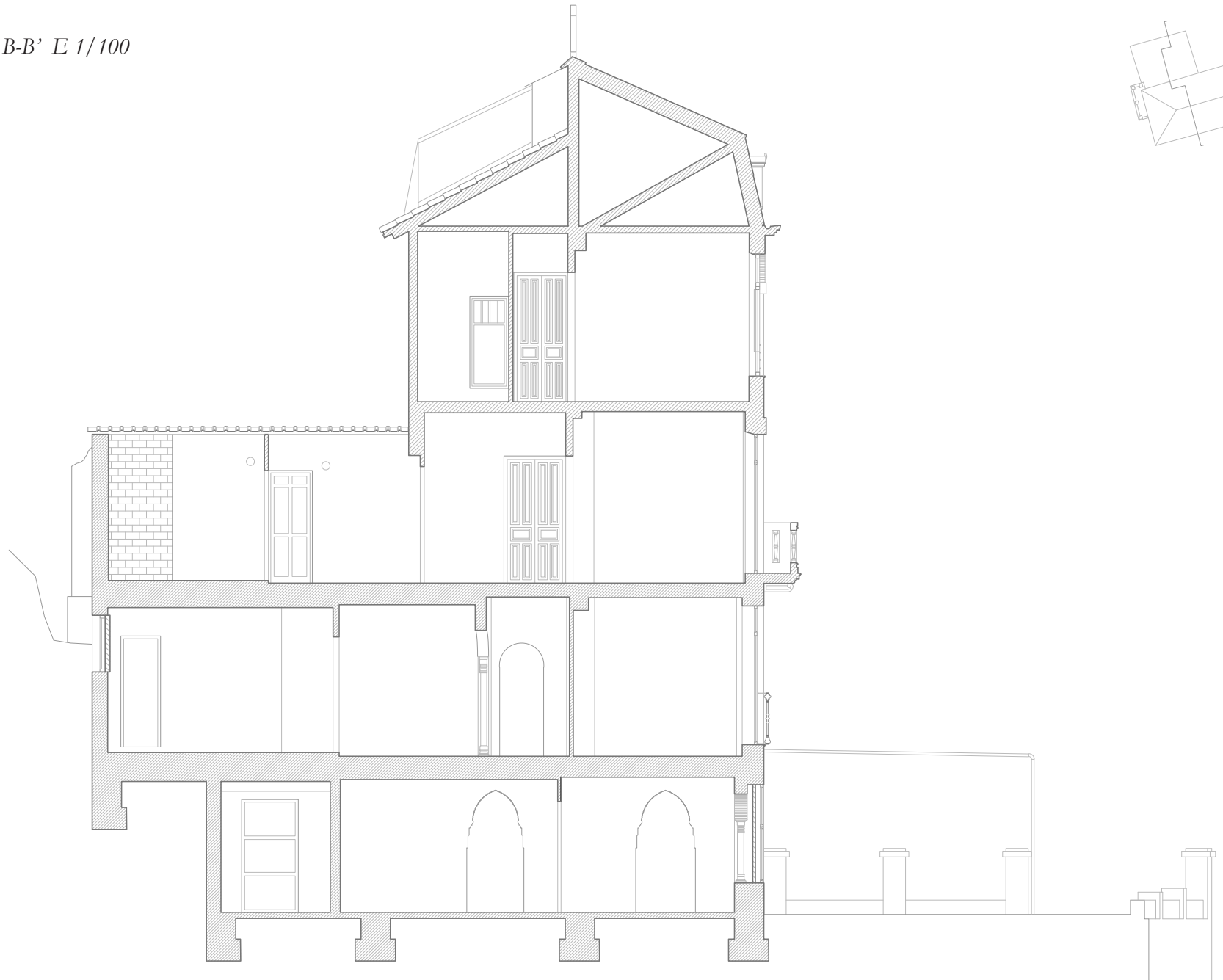
Alzado Oeste E 1/100



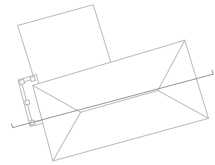
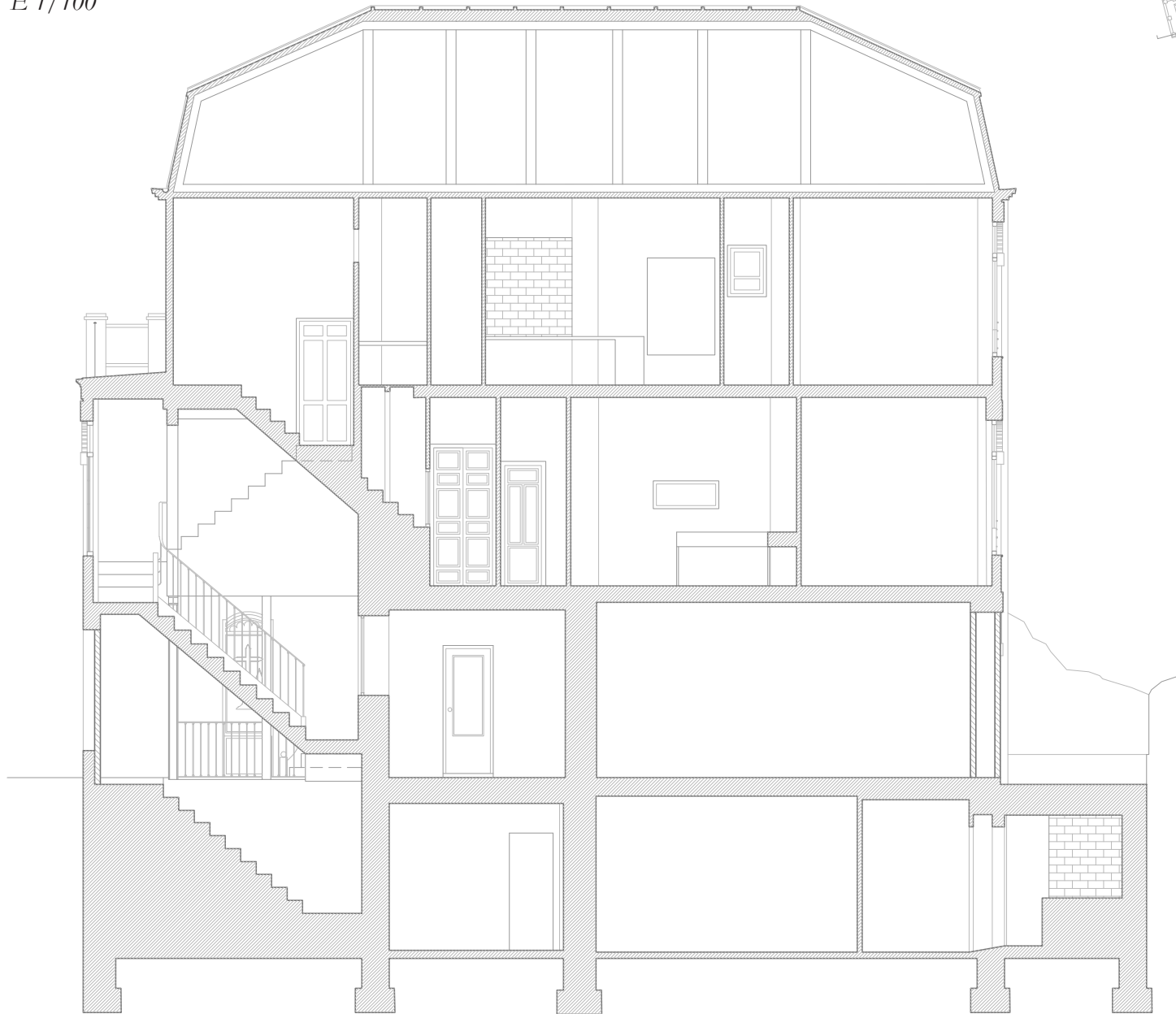
Sección A-A' E 1/100



Sección B-B' E 1/100



Sección C-C' E 1/100



01.03. Definición constructiva.

A continuación, se muestra la descripción que hace el Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico respecto al edificio:

“Se sitúa en la ladera norte del Conjunto Monumental de la Alhambra, en el paseo del Padre Manjón accediendo por el puente de las Chirimías. Se construye en 1910 ocupando el lugar del antiguo Carmen de Santa Engracia, para ser dedicado a Hotel. Es de planta rectangular al que se le adosan dos cuerpos. Está realizado a base de muros de carga de fábrica tradicional, ladrillo y hormigón, además de compartimentar el interior con tabiquería. Los forjados se componen de vigas de rolizos y cañas resolviendo la cubierta a cuatro aguas con una estructura de tablañón y vigas de madera sobre las que descansan tejas de zinc. Los dos cuerpos adosados presentan techumbre de tejas a dos aguas y composición asimétrica en sus huecos.

El volumen principal se eleva paralelo al río Darro con unas medidas de 14 metros en su frente y 7 metros en sus lados más estrechos. La altura es de 4 plantas sumando un total de 8 metros. La fachada principal sigue una ordenación simétrica de vanos respecto a un eje central. El conjunto se remata en la zona superior con una cornisa y una cubierta afrancesada con vanos a modo de buhardilla y crestería parcialmente conservada.

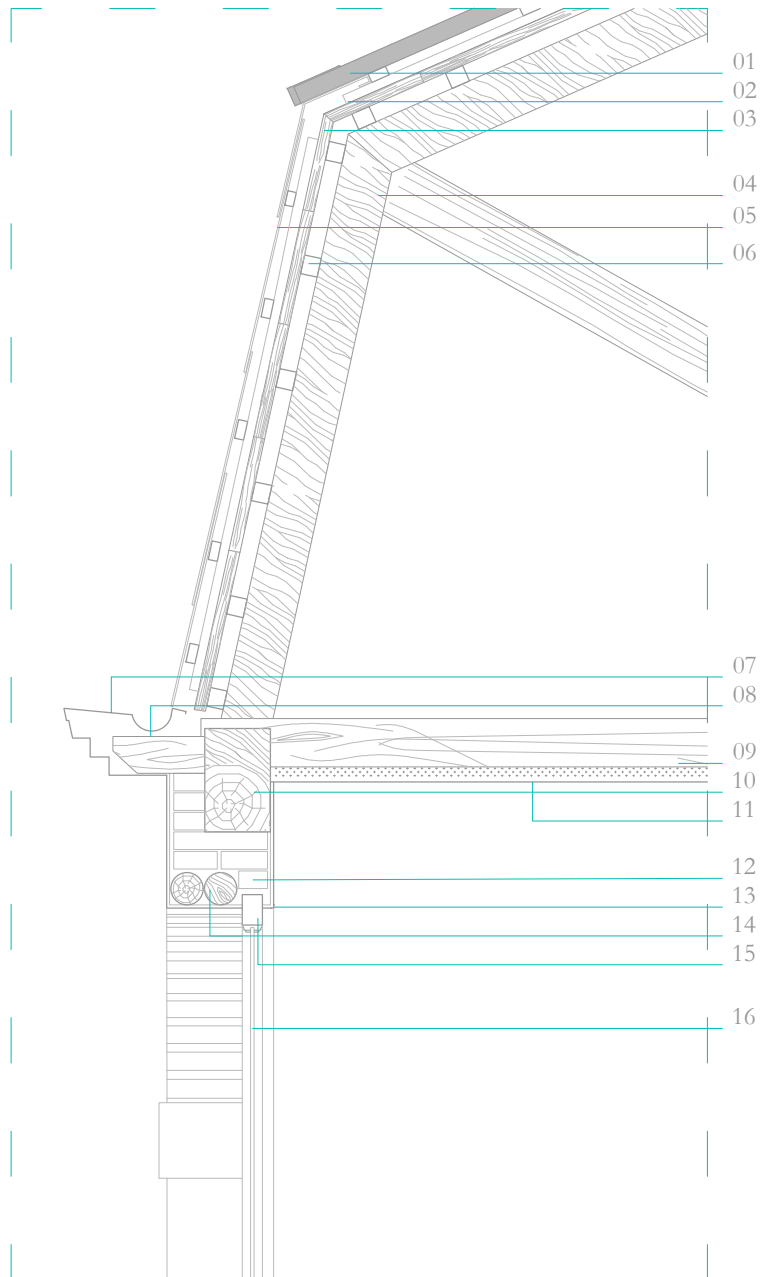
El acceso al interior se realiza mediante zaguán, se observa un arco de herradura apuntado con el intradós acarelado y enmarcado por alfiz con decoración de yesería en estilo neoárabe. Da paso a una sala de planta cuadrada con hueco partido por columnas de mármol sobre las que apoyan dos arcos de herradura. En el paño izquierdo del zaguán se abre otro arco de herradura apuntado con decoración de yesería que da paso a una estancia dedicada a portería o función similar.” ²⁰

Esta información, junto con la planimetría que se facilitó en el año 2008 a los alumnos de Proyectos V²¹ de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, componen todos los datos recabados, razón por la cual se ha procedido a la definición deductiva de los diferentes detalles constructivos.

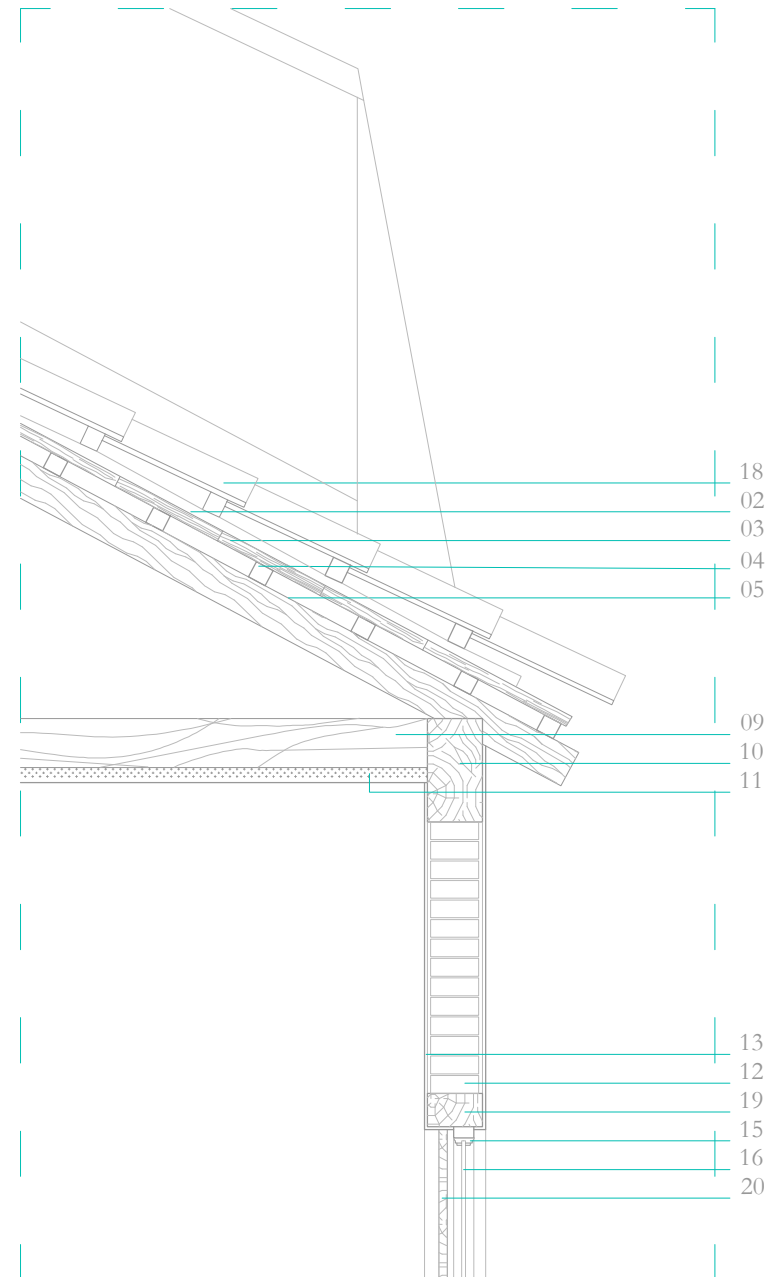
20. Base de datos del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. Código 01180870723

21. http://citywiki.ugr.es/wiki/Proyectos_V_Grupos_A_y_C_Curso_08/09

D 01



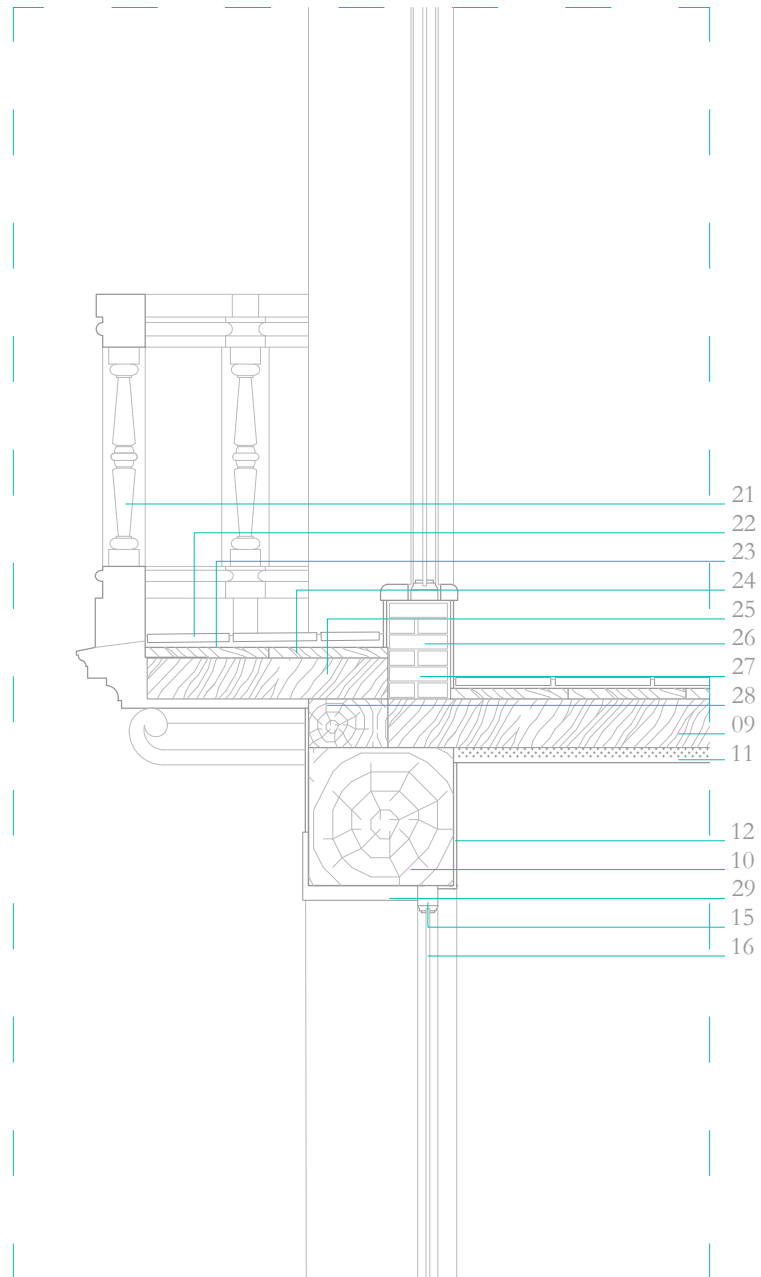
D 02



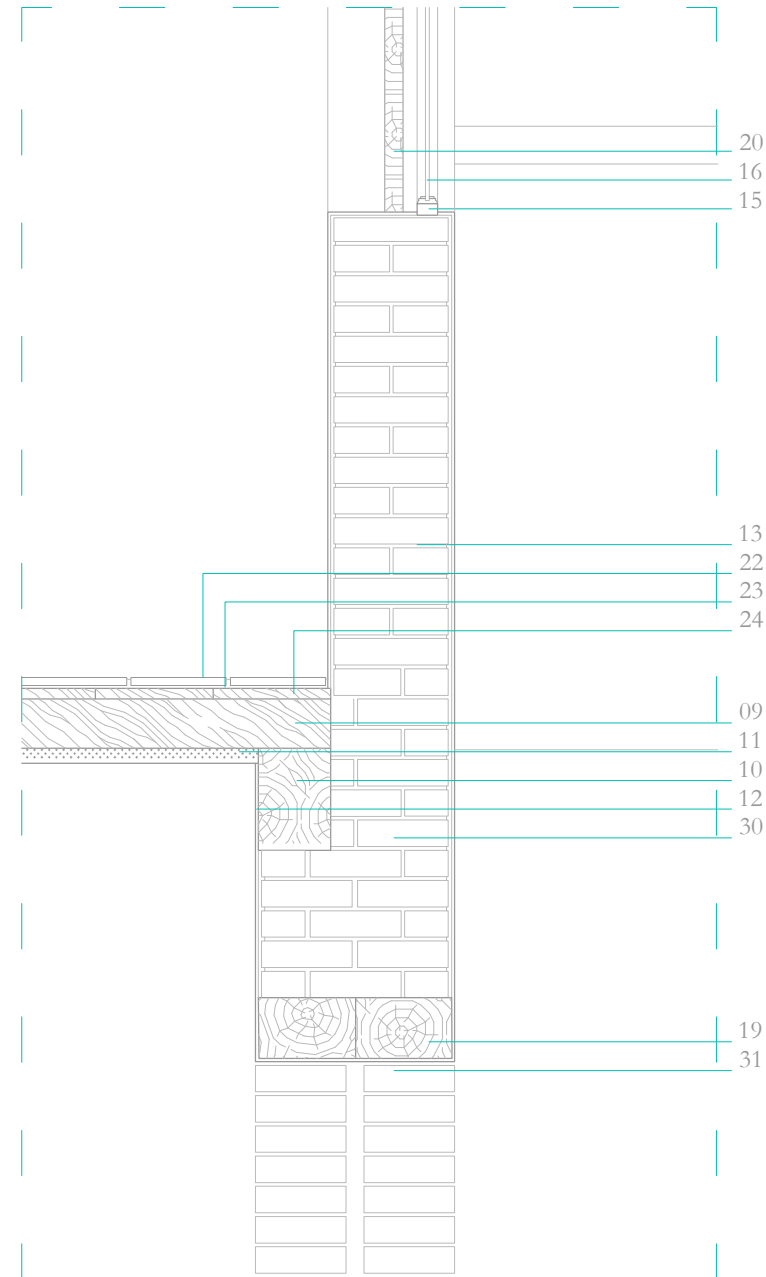
LEYENDA

- 01. Pizarra
- 02. Medias cañas
- 03. Tablazón de madera clavado
- 04. Correas de apoyo
- 05. Cercha de madera
- 06. Teja de zinc
- 07. Canalón de chapa plegada
- 08. Escuadra de madera
- 09. Viga de madera
- 10. Durmiente de madera
- 11. Falso techo de caña y escayola
- 12. Muro de ladrillo macizo
- 13. Enlucido de cal
- 14. Dintel
- 15. Ventana practicable con carpintería de madera
- 16. Vidrio sencillo
- 17. Arco decorativo de fachada
- 18. Teja cerámica curva
- 19. Dintel de madera
- 20. Tablazón de madera para tapiar hueco de fachada

D 03



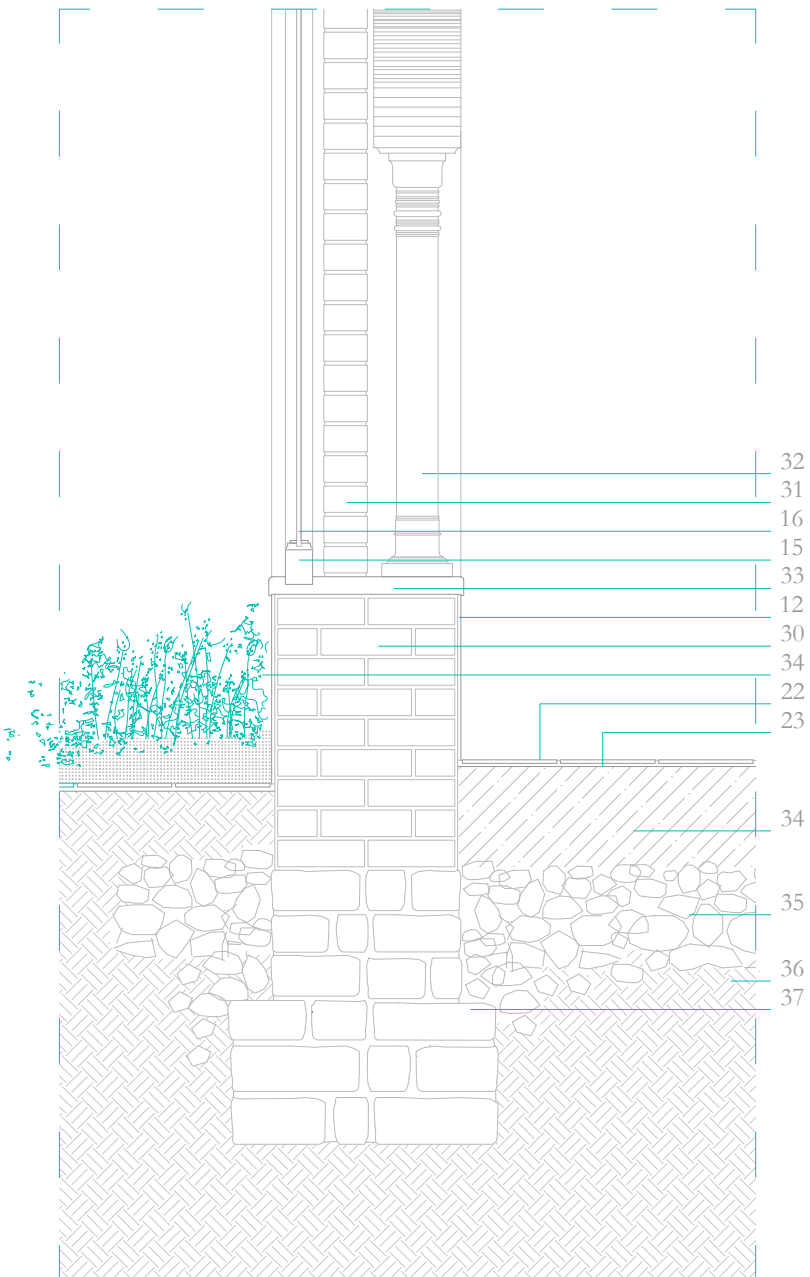
D 04



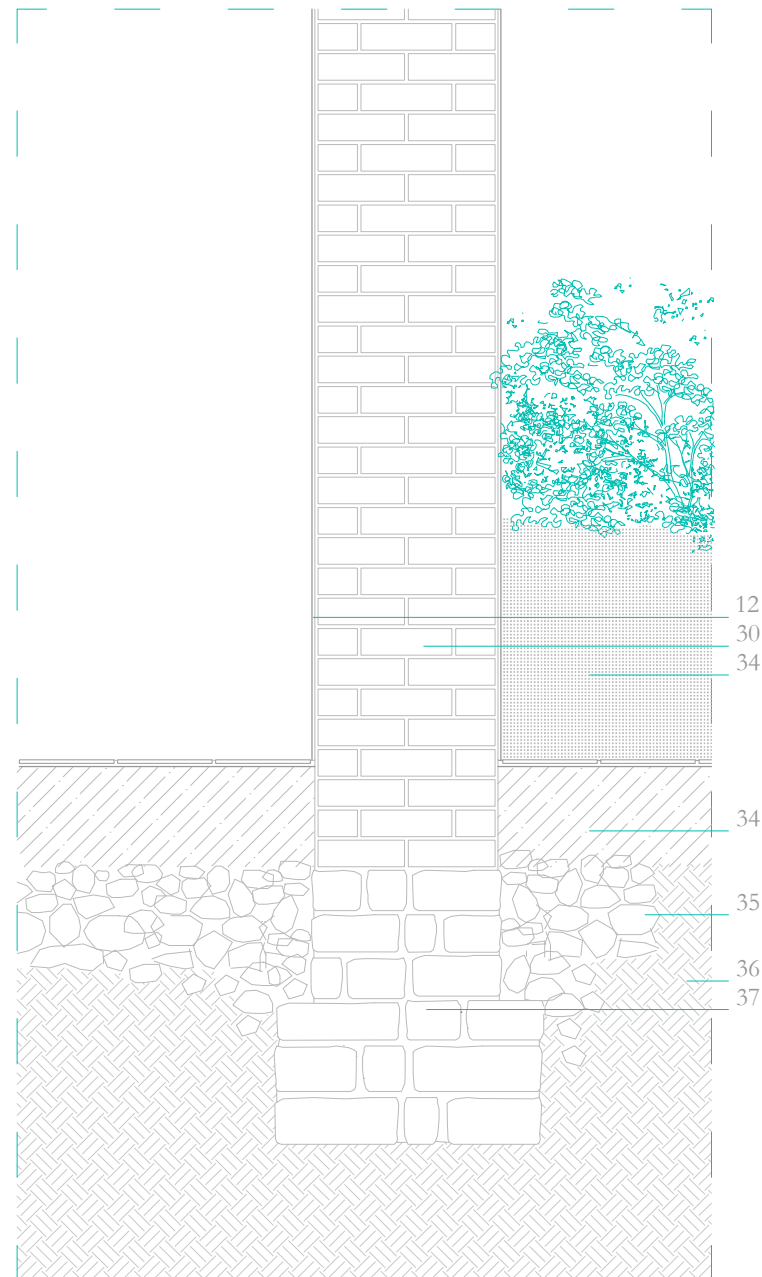
LEYENDA

- 09. Viga de madera
- 10. Durmiente de madera
- 11. Falso techo de caña y escayola
- 12. Enlucido de cal
- 15. Ventana practicable con carpintería de madera
- 16. Vidrio simple
- 21. Barandilla de chapa metálica
- 22. Baldosa cerámica
- 23. Mortero de agarre
- 24. Tablazón clavado
- 25. Viga de madera 60cm
- 27. Recalce de ladrillo
- 28. Durmiente de madera
- 29. Ladrillo decorativo de fachada
- 30. Muro de carga de ladrillo macizo
- 31. Tabicón de ladrillo para tapiar hueco de fachada

D 05



D 06



LEYENDA

- 12. Enlucido de cal
- 15. Ventana practicable con carpintería de madera
- 16. Vidrio simple
- 22. Baldosa cerámica
- 23. Mortero de agarre
- 29. Ladrillo decorativo de fachada
- 30. Muro de carga de ladrillo macizo
- 31. Tabicón de ladrillo para tapiar hueco de fachada
- 32. Elemento decorativo
- 33. Premarco de madera
- 34. Tierra acumulada con los años
- 35. Grava y cantos rodados
- 36. Formación Alhambra
- 37. Cimentación de sillares de piedra, zapata corrida.

01.04. Estudio energético crítico

La legislación europea de eficiencia energética endureció la normativa emitiendo la Directiva 2010/31/UE, que se reflejó en España con el Real Decreto 235/2013. Este presentaba, entre otras novedades, la obligación de los compradores y propietarios de los edificios a poseer un certificado de eficiencia energética donde apareciese de forma objetiva la información relativa a la eficiencia energética del mismo. Bajo un mismo criterio se podía definir mediante colores y letras (del deficiente rojo G a la óptima verde A) la calificación del inmueble.

Para la obtención de este certificado se emplea el programa Ce3x, “Documento Reconocido para la Certificación Energética de Edificios Existentes” desarrollado por Efnovatic y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER). Es una herramienta con la que se mide la calidad del inmueble-o local- a través de las cualidades de este: orientación, materiales, patrones de sombra y calidad de componentes serían algunas de ellas.

Una vez introducidos los datos, la calificación energética que obtendría hoy el Hotel Reuma sería G (suspense).

Uno de los factores decisivos a la hora de obtener una buena eficiencia energética es la orientación. El edificio en cuestión se sitúa en la ladera norte de la Alhambra, un enclave privilegiado que sin embargo le priva de toda recepción solar. Cuando a la ausencia de solana le añadimos el deficiente estado de la estructura, así como la falta de cubiertas en dos de los elementos o los huecos que se van repartiendo por las fachadas, unas carpinterías de madera totalmente obsoletas o que las instalaciones se dispusieron hace más de 50 años, que en el certificado energético se obtenga la peor calificación no debe sorprendernos.

A continuación, el desglose:

A continuación, el desglose:

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
	60.5 G	CALEFACCIÓN		ACS		
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]		G	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	
		52.84			3.21	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
Emisiones globales [kgCO2/m² año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]		Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]		
		4.44		-		

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	4.44	1647.94
Emisiones CO2 por otros combustibles	56.06	20791.13

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
	290.9 G	CALEFACCIÓN		ACS		
		Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		G	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	
		249.54			15.17	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m² año]		
		26.23		-		

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
	192.9 G		26.8 F
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

[5] Anexo II de la Calificación energética del edificio. Obtenida mediante el programa de cálculo Ce3x (Herramienta CTE)

02. Proyecto de Rehabilitación Energética.

02.01. Nuevos usos

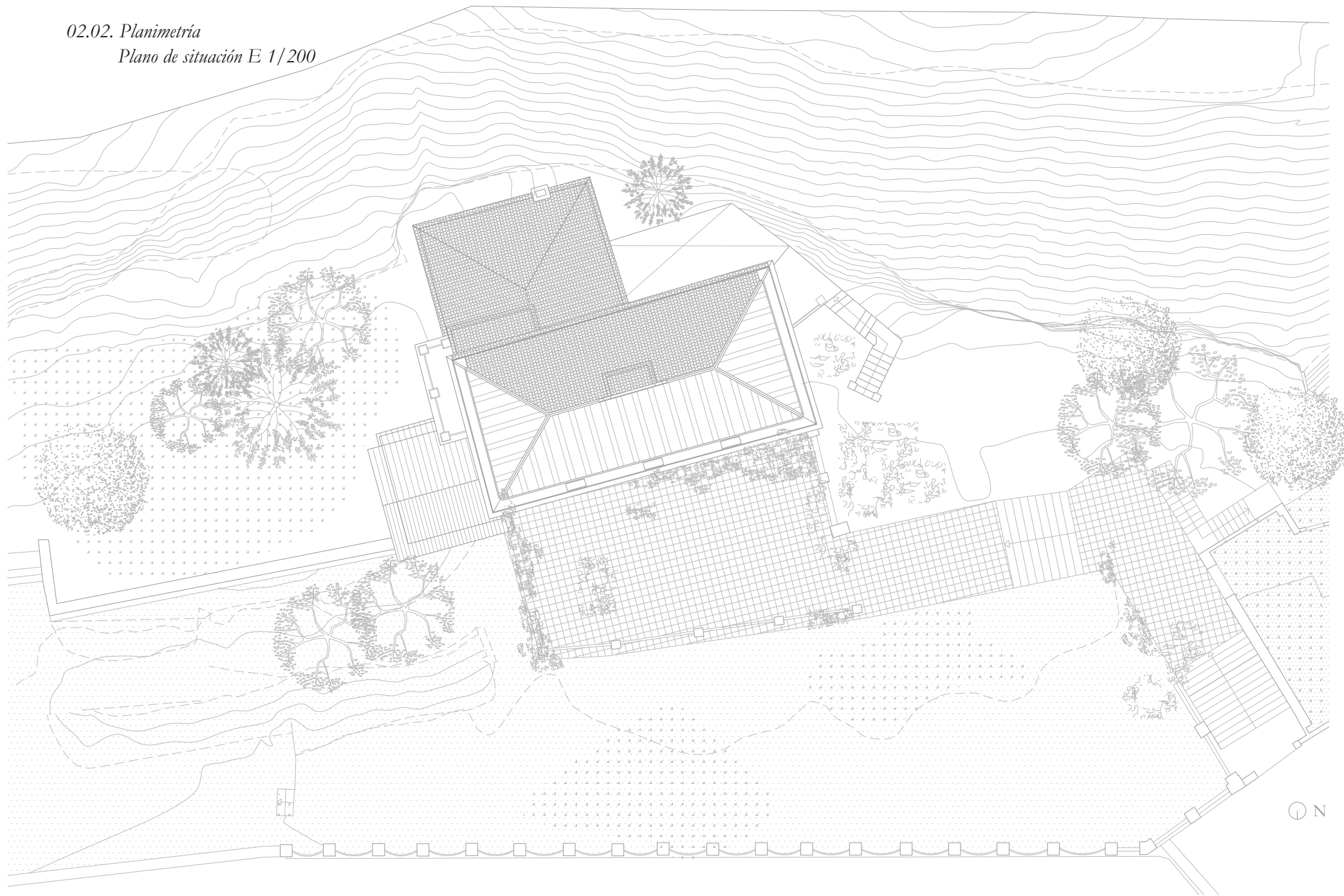
Cuando el Patronato de la Alhambra de Granada adquirió el inmueble en el año 2000, se definió como un futuro edificio de uso público que sirviese de divulgación y acercamiento del monumento a la ciudad.

En esa dirección se proyecta una biblioteca dónde los ciudadanos puedan acercarse a aprender y estudiar más cosas sobre la Alhambra y su entorno.

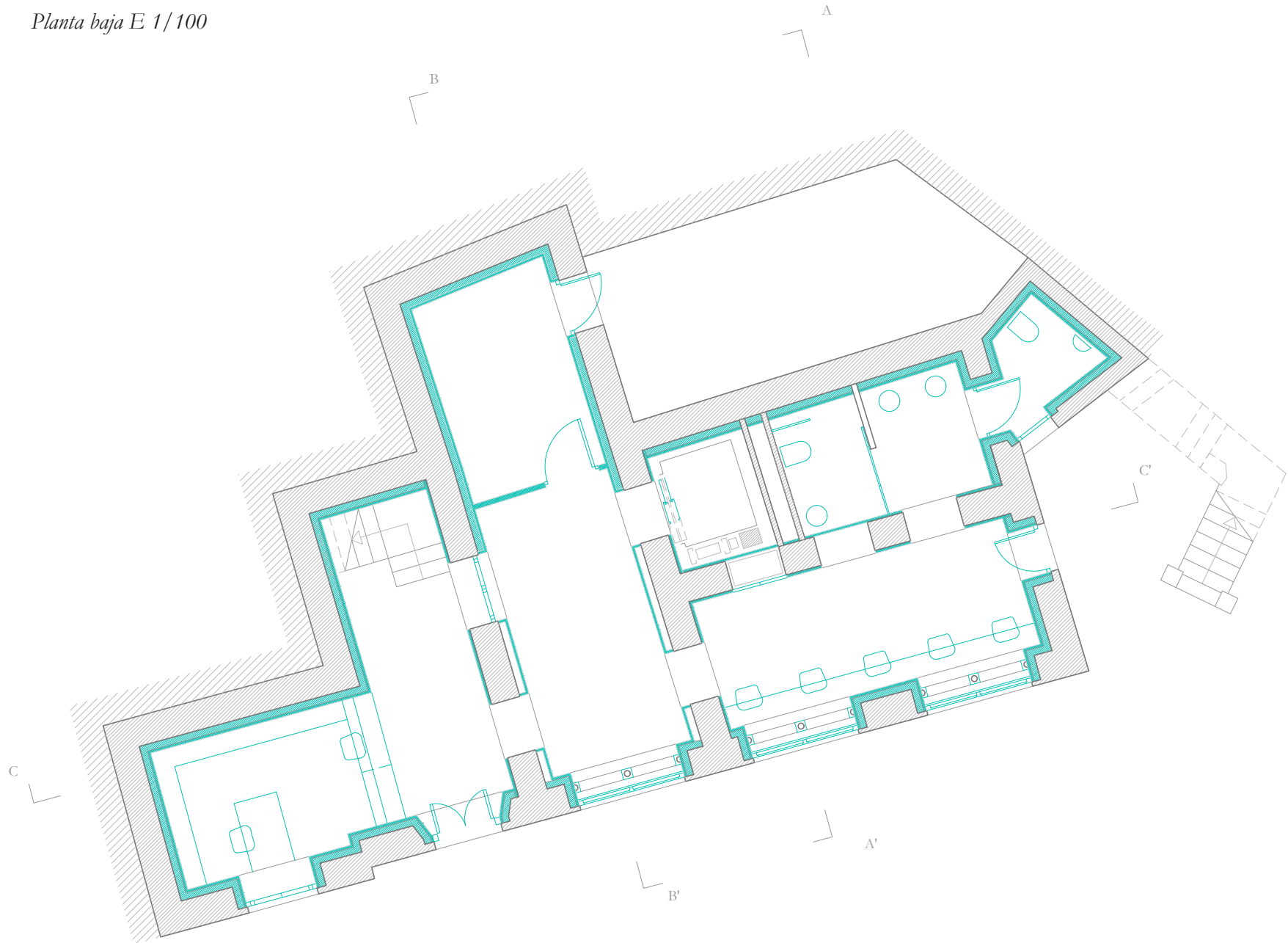
Para ello se parte de un supuesto teórico en el que el edificio aparece ya restaurado. Se incluyen los aseos y un ascensor habilitado, a la par que despejan las salas para conseguir espacios más diáfanos en los que se pueda aprovechar al máximo la luz solar.

De esta manera se proyecta un edificio amable que atraiga al ciudadano y a los visitantes y que, sobretodo tenga un confort térmico de sobresaliente.

02.02. Planimetría
Plano de situación E 1/200

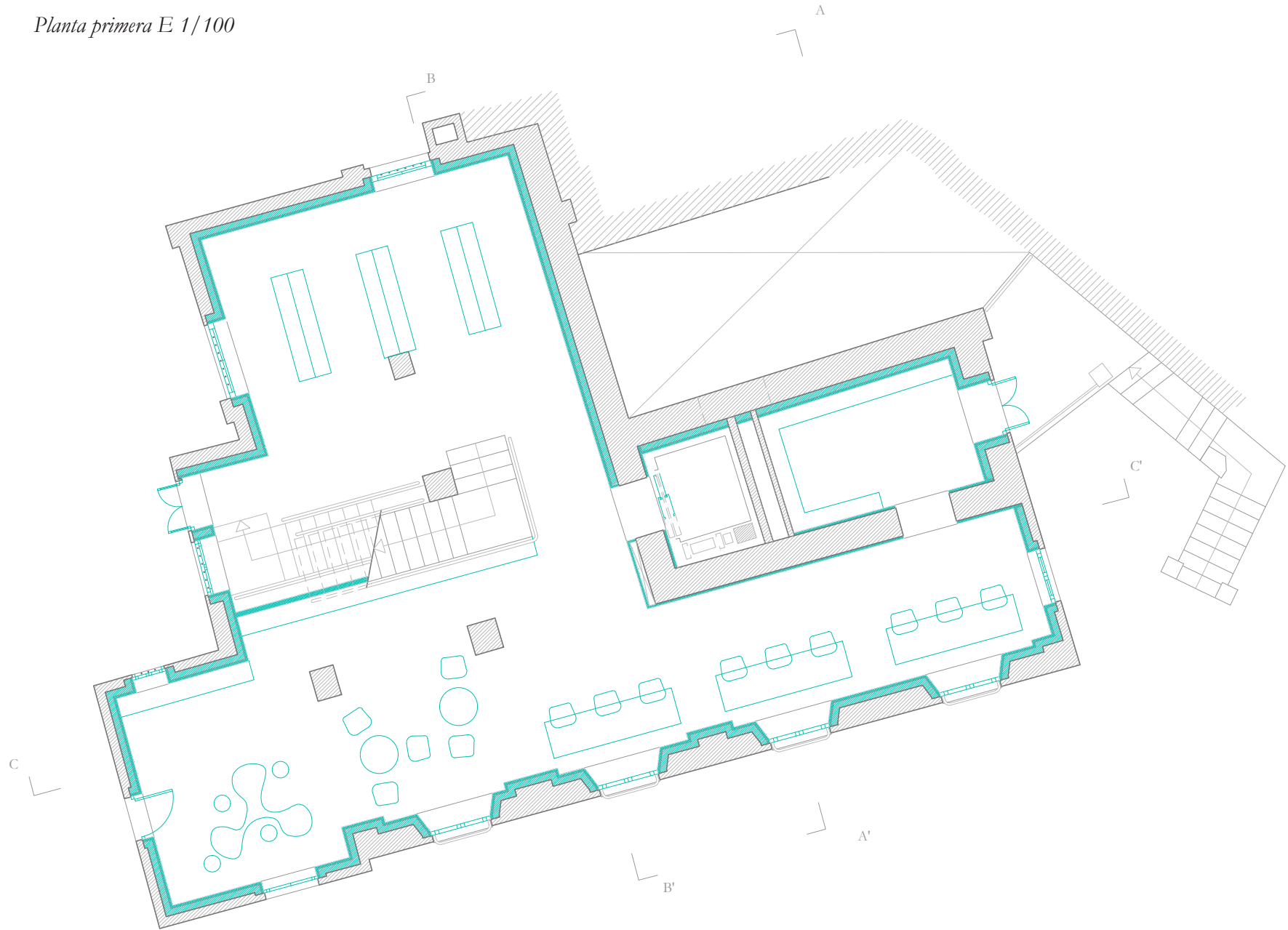


Planta baja E 1/100



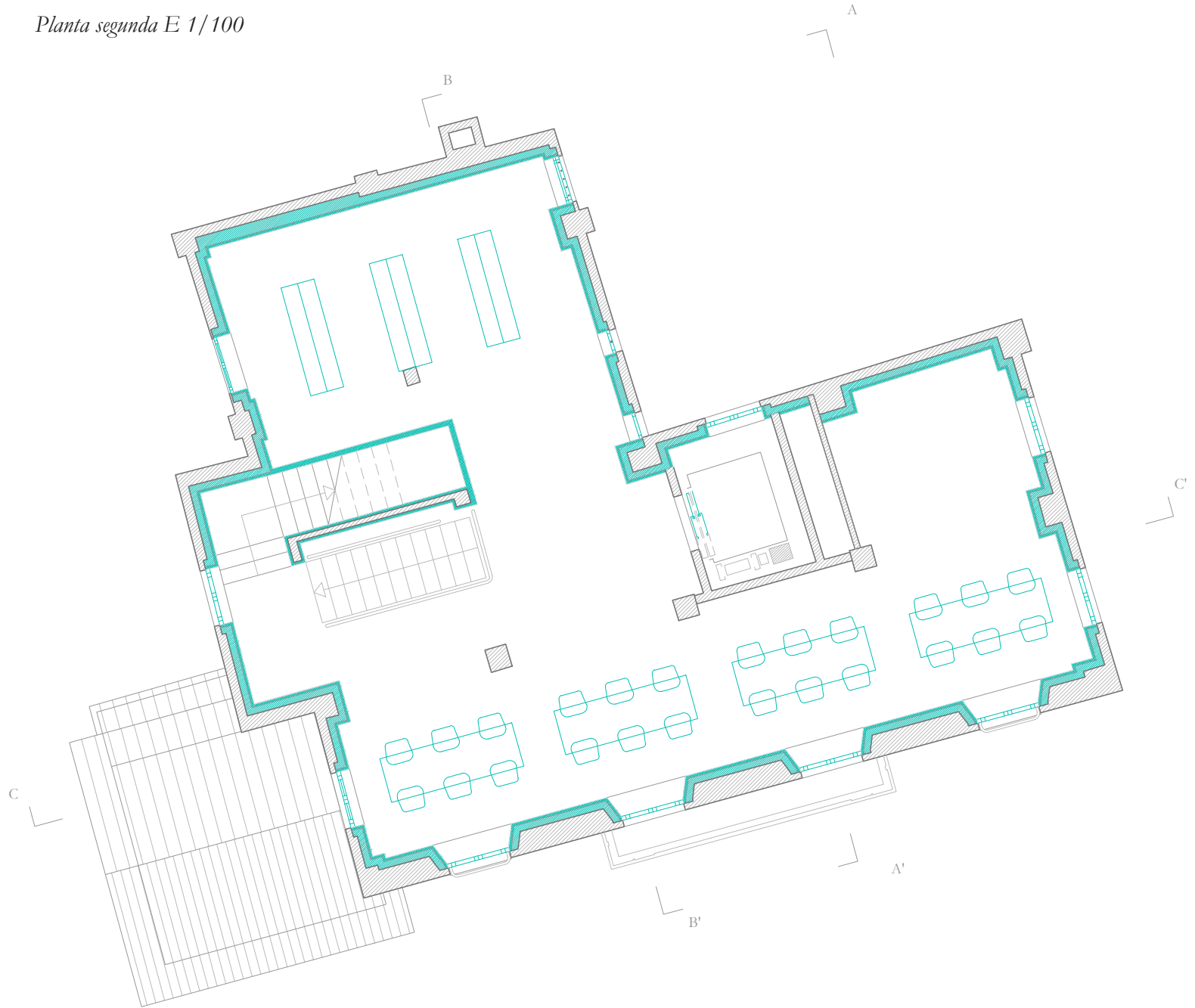
⊕ N
⊕ +0.00

Planta primera E 1/100



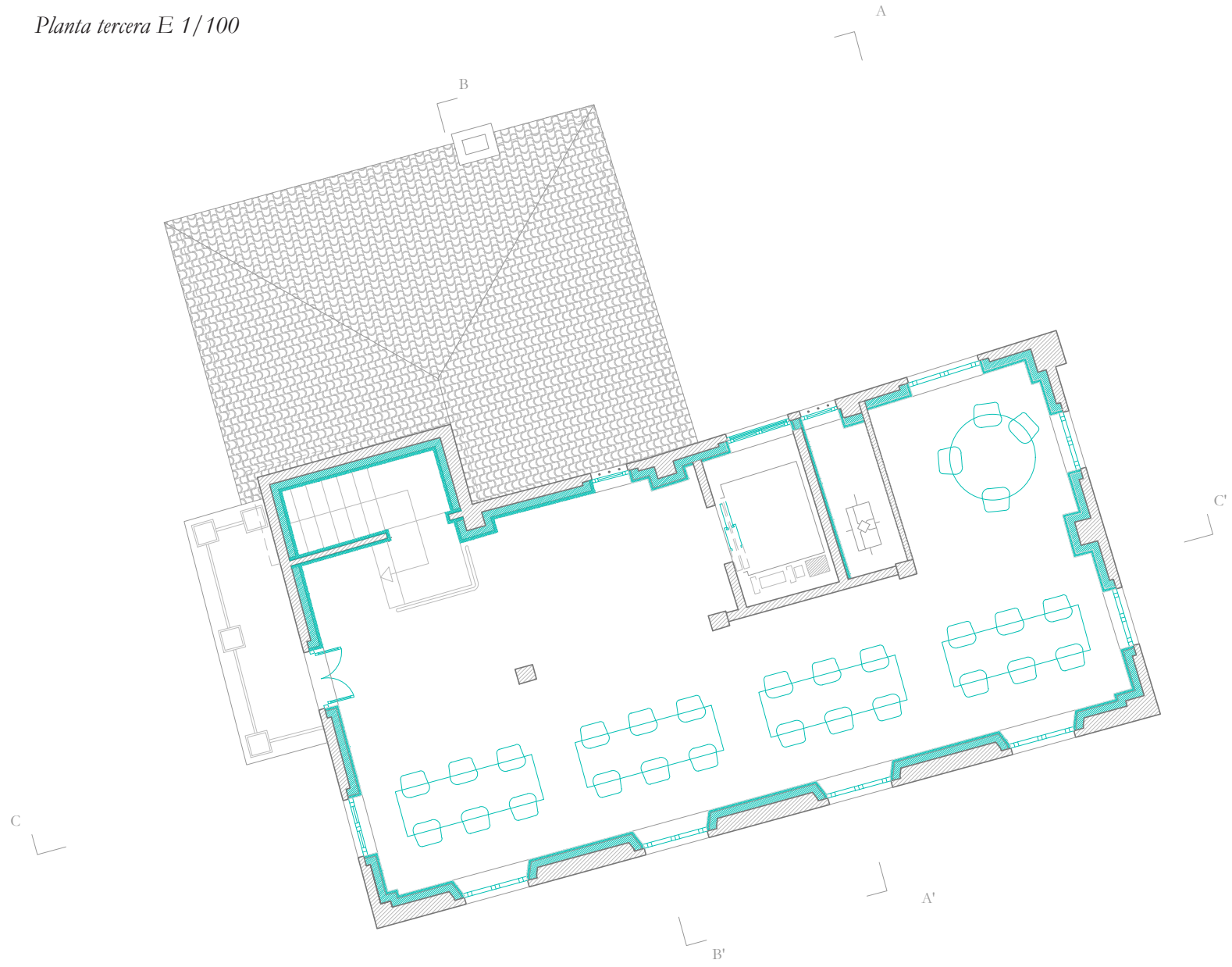
⊕ N
⊕ +3.06

Planta segunda E 1/100



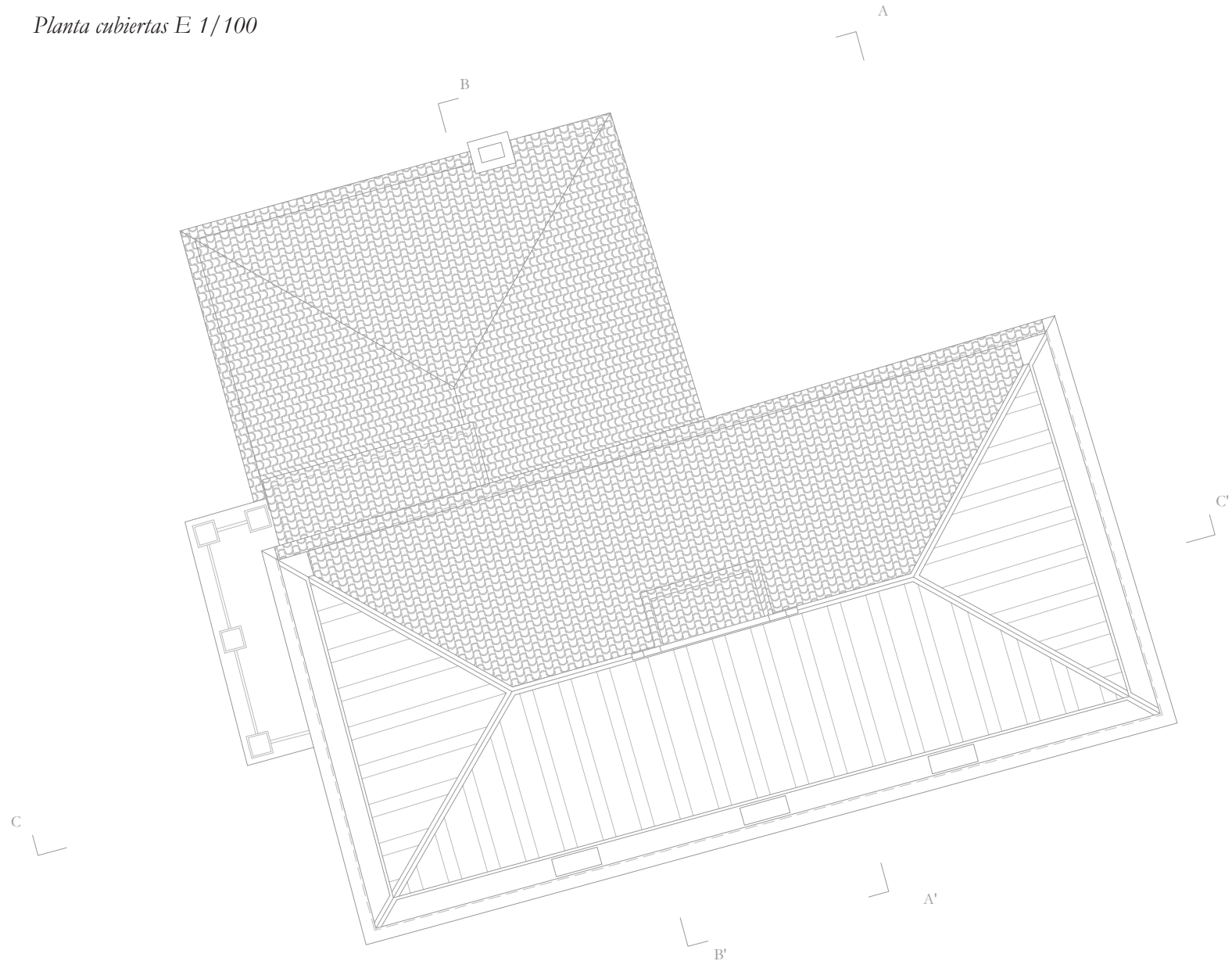
⊕ N
⊕ +6.22

Planta tercera E 1/100



⊕ N
⊕ +9.70

Planta cubiertas E 1/100

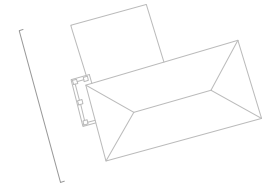
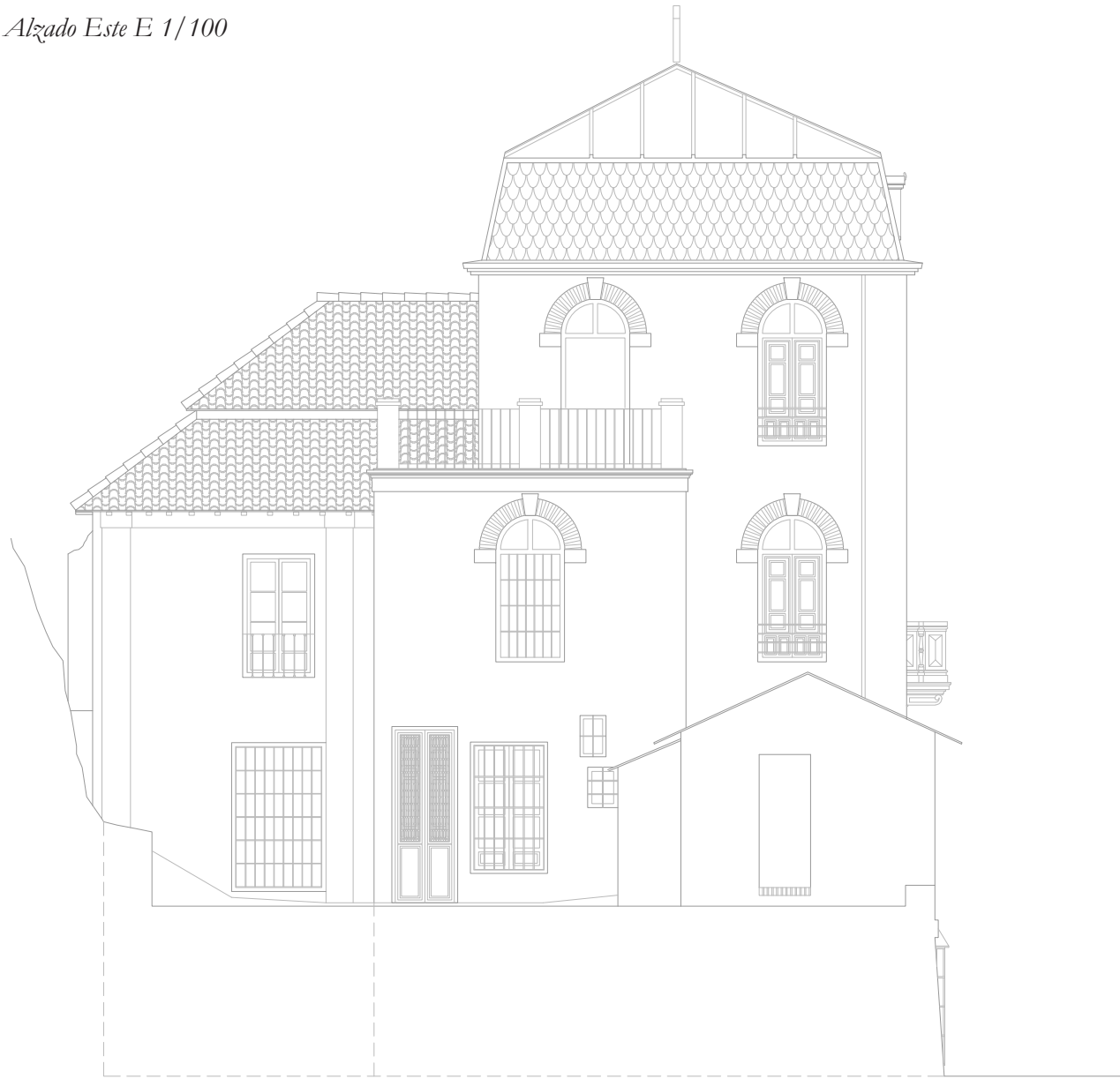


⊙ N
⊕ +13.92

Alzado Norte E 1/100



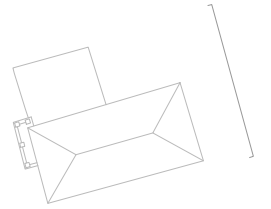
Alzado Este E 1/100



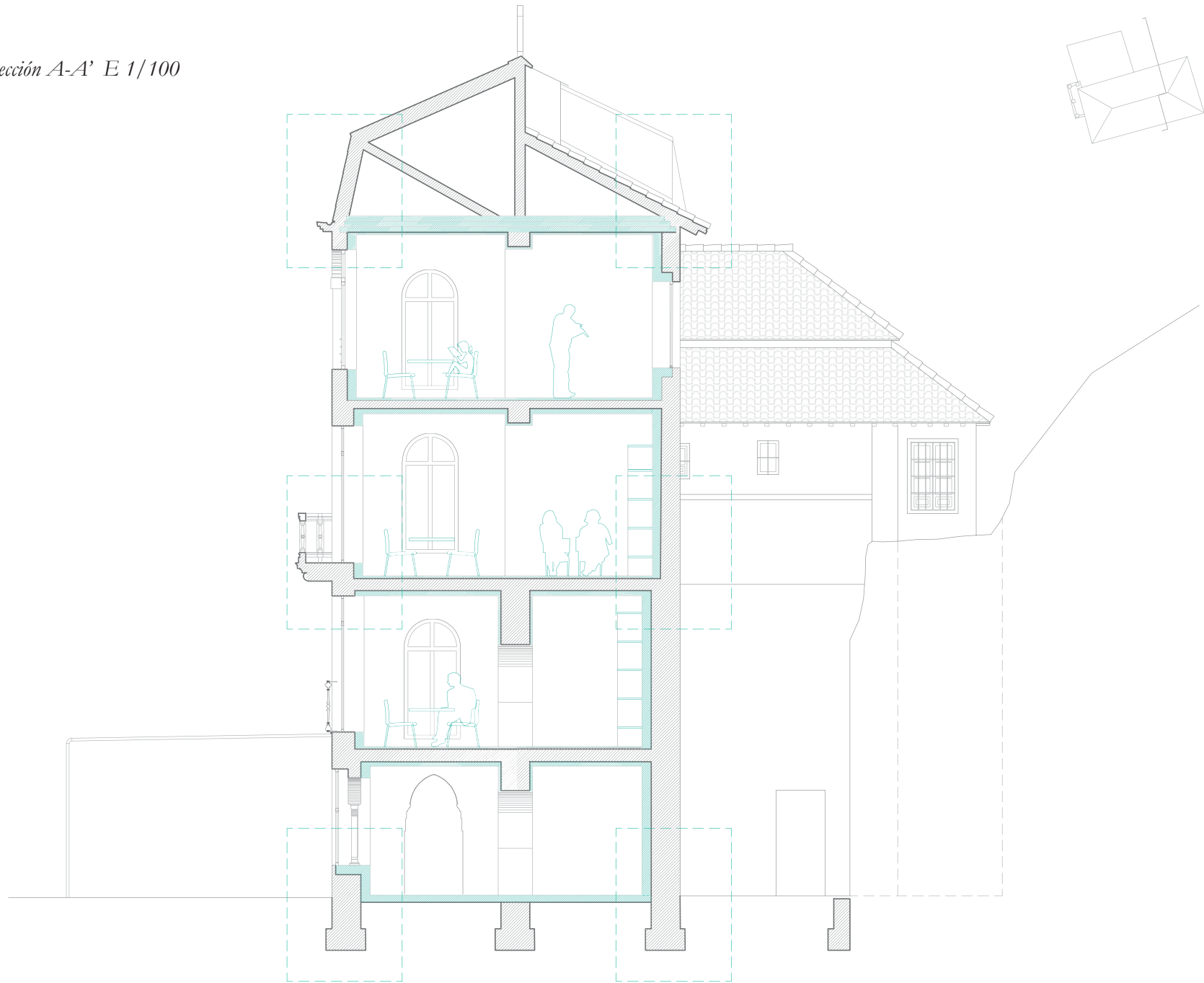
Alzado Sur E 1/100



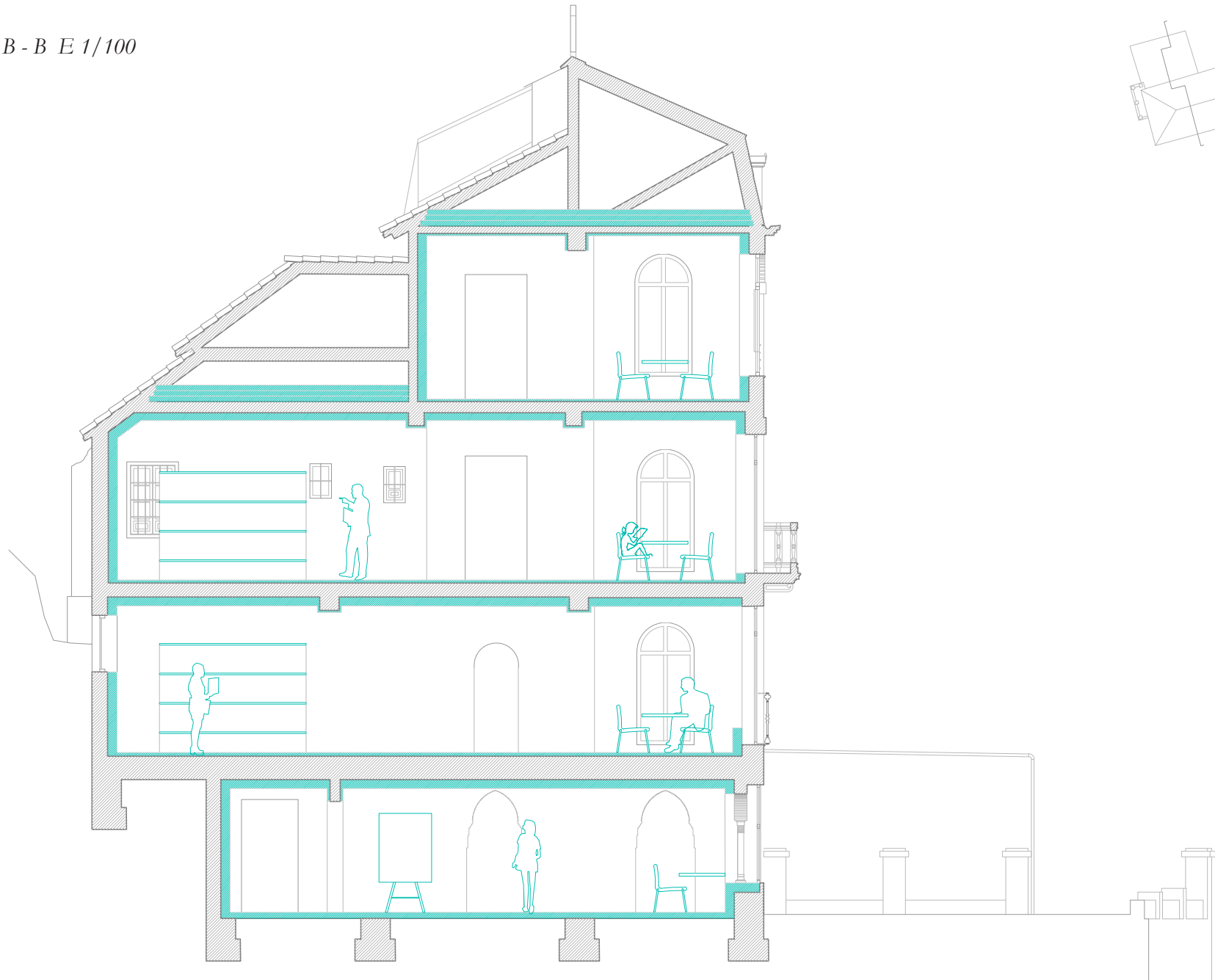
Alzado Oeste E 1/100



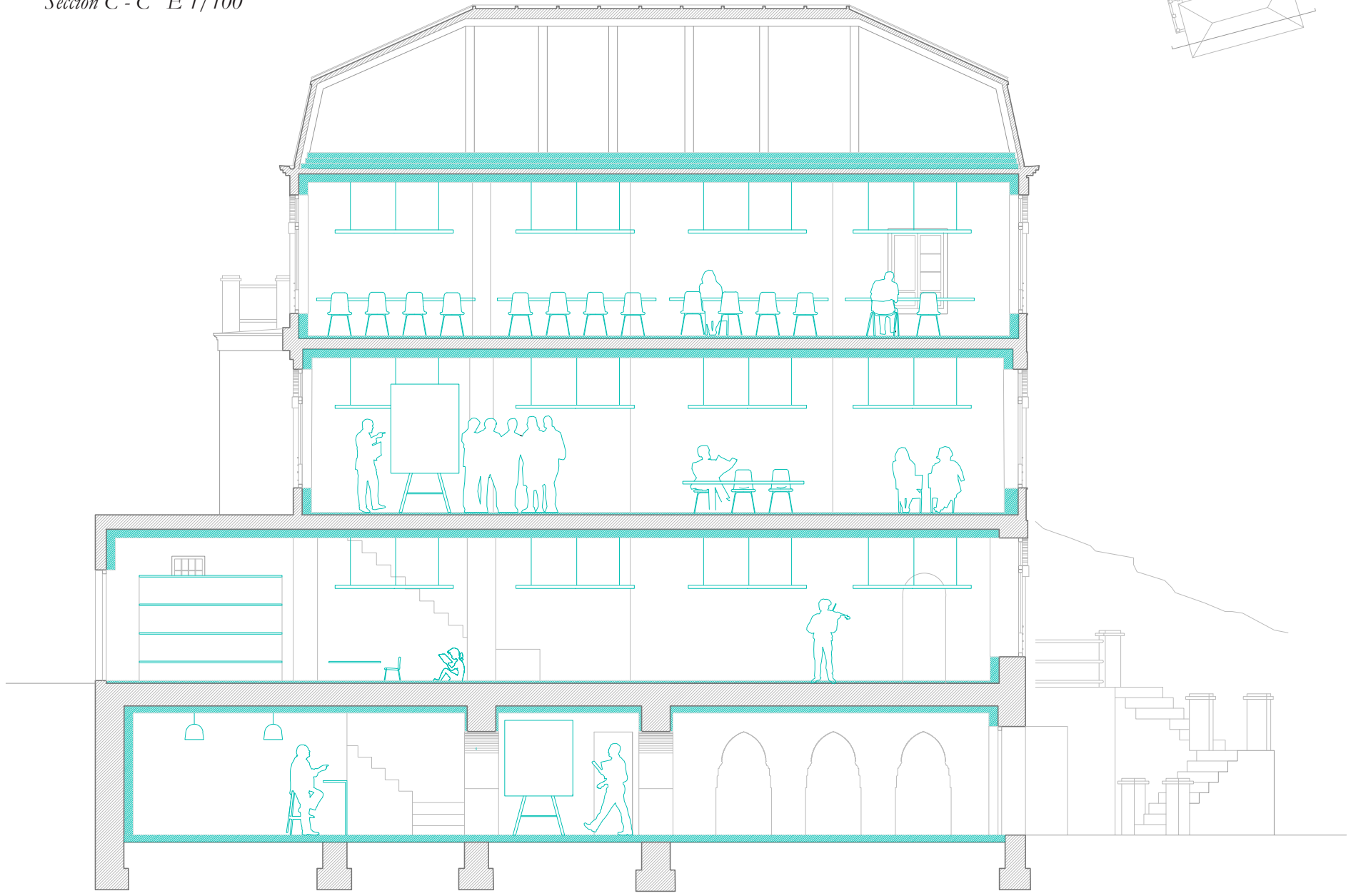
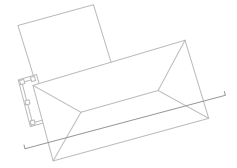
Sección A-A' E 1/100



Sección B - B E 1/100



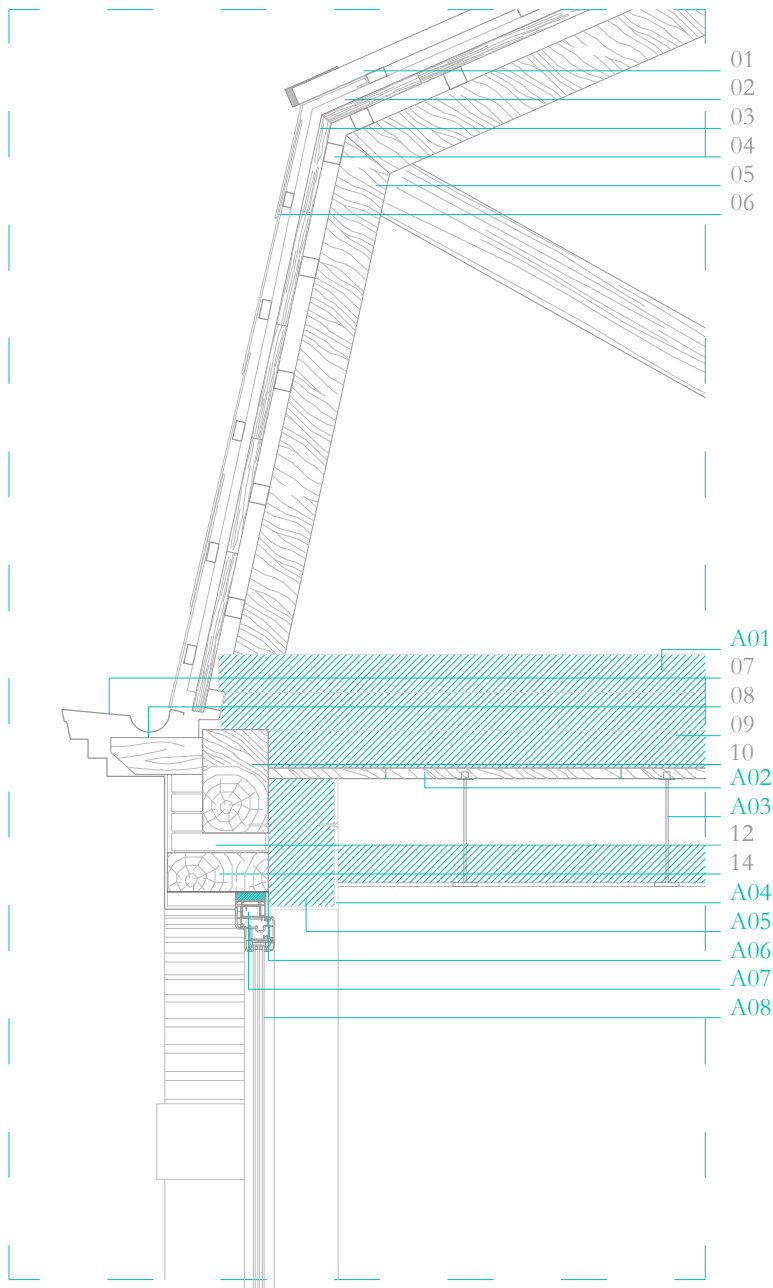
Sección C - C' E 1/100



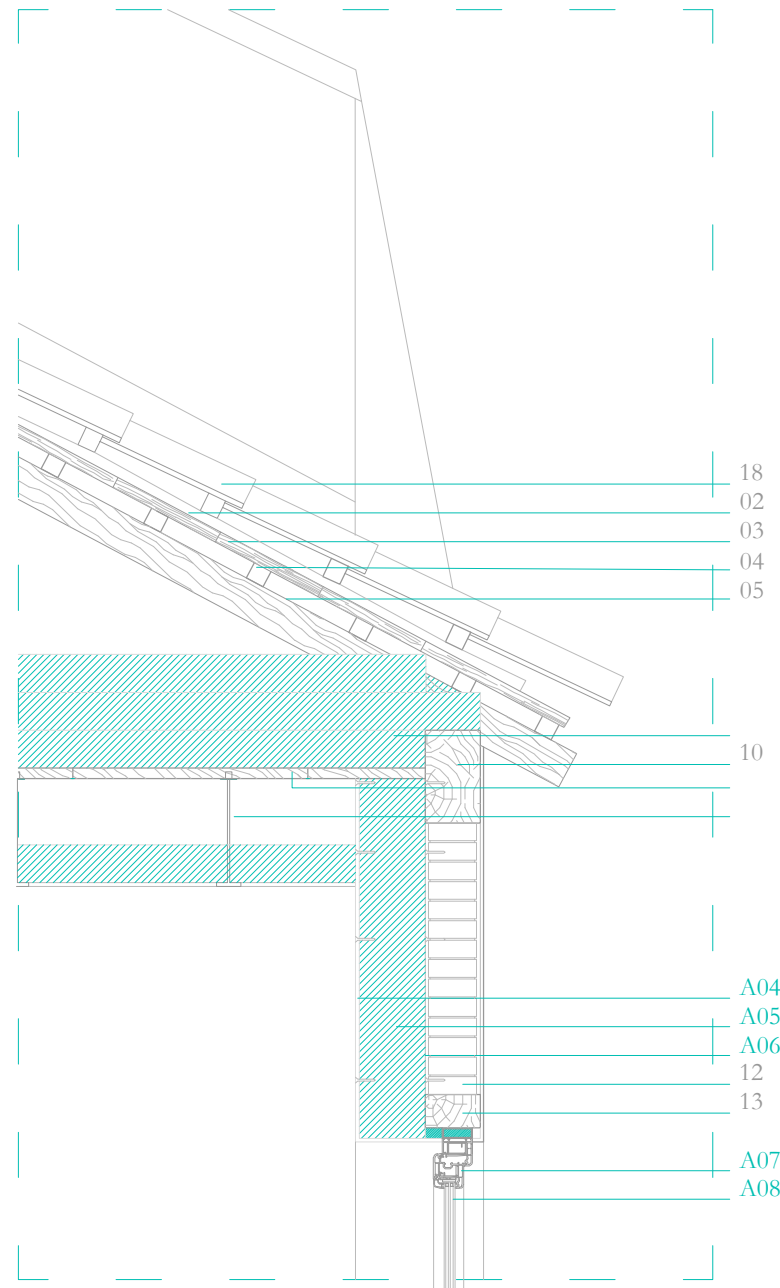
02.03. Definición constructiva.

Detalles 1/20

D 01



D 02

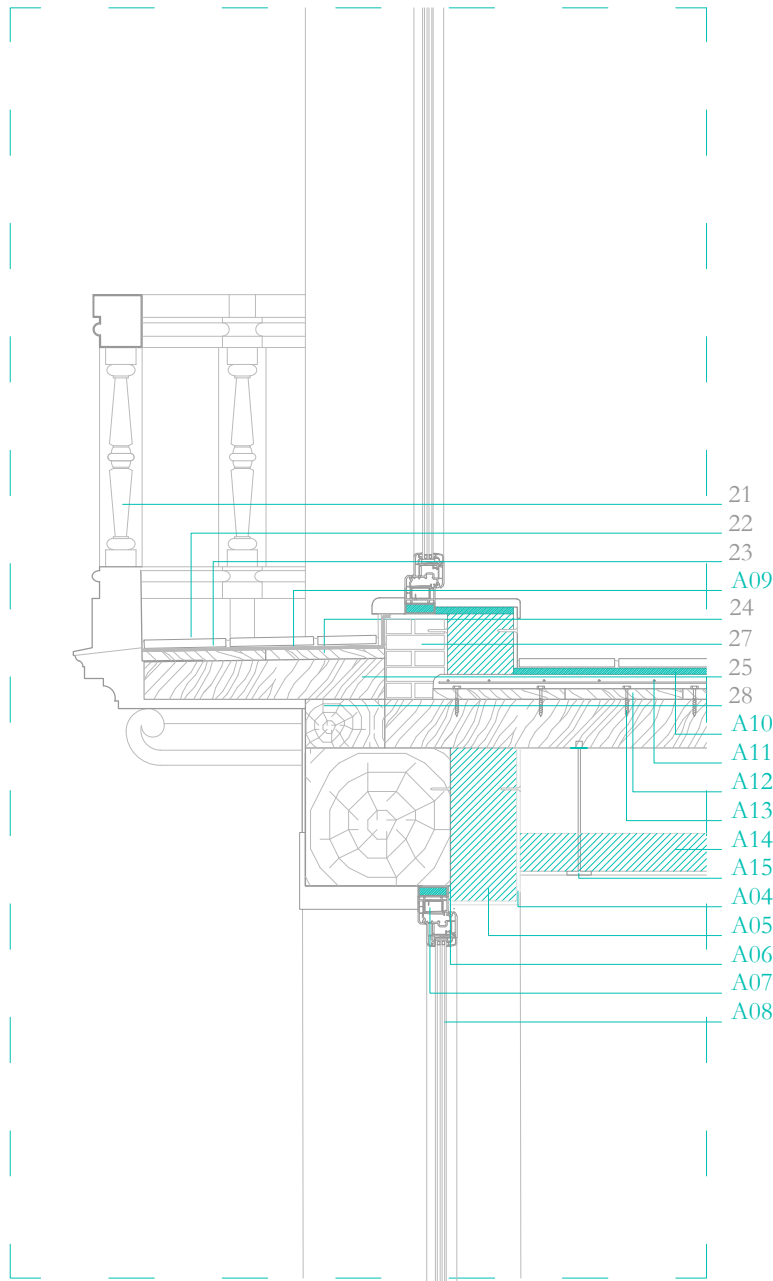


LEYENDA

- 01. Pizarra
- 02. Medias cañas
- 03. Tablazón de madera clavado
- 04. Correas de apoyo
- 05. Cercha de madera
- 06. Teja de zinc
- 07. Canalón de chapa plegada
- 08. Escuadra de madera
- 09. Viga de madera
- 10. Durmiente de madera
- 12. Muro de ladrillo macizo
- 13. Enlucido de cal
- 14. Dintel
- 17. Arco decorativo de fachada
- 18. Teja cerámica curva
- 19. Dintel de madera

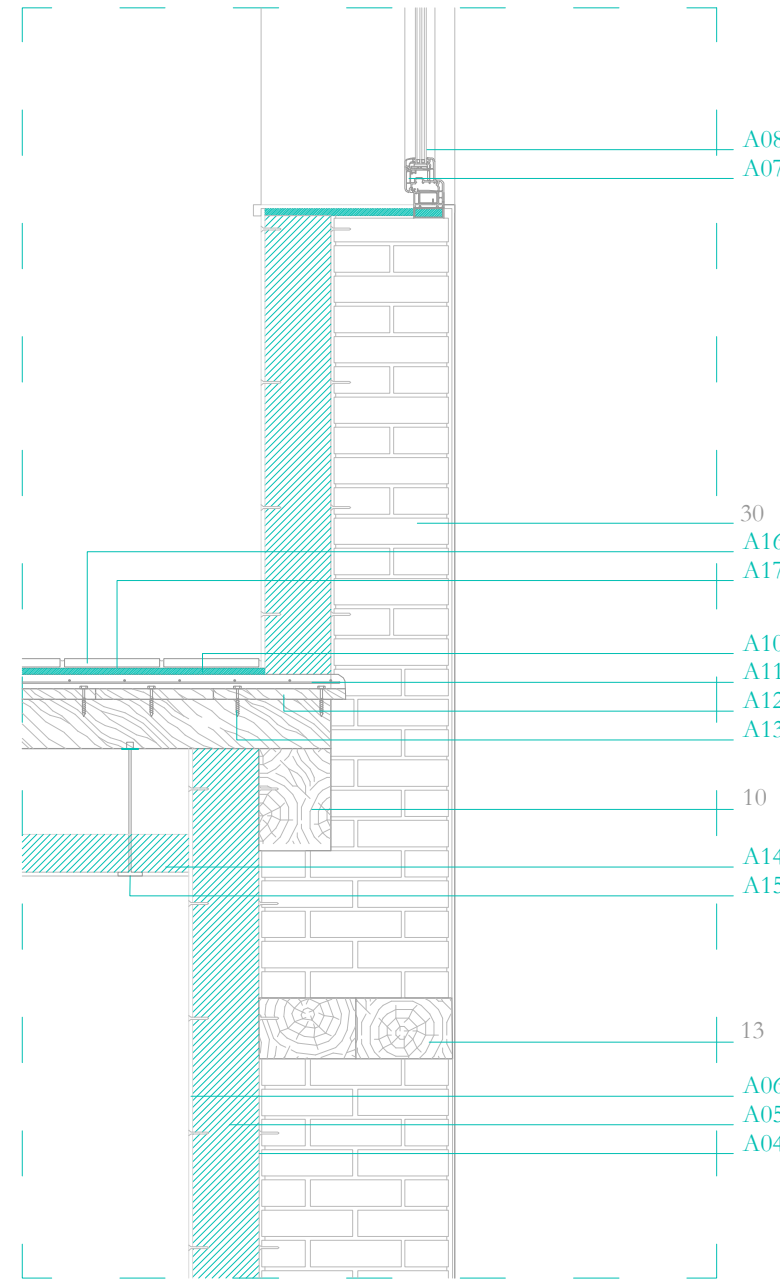
- A01. Triple capa de lana de roca (10cm x 3)
- A02. Tablazón continuo de madera
- A03. Varilla roscada 6mm
- A04. Doble capa de placa de yeso
- A05. Poliestileno extruido (140mm)
- A06. Aislamiento reflexivo
- A07. Carpintería con rotura de puente térmico
- A08. Triple vidrio con cámara de Argón 4/14/4

D 03



- 21
- 22
- 23
- A09
- 24
- 27
- 25
- 28
- A10
- A11
- A12
- A13
- A14
- A15
- A04
- A05
- A06
- A07
- A08

D 04

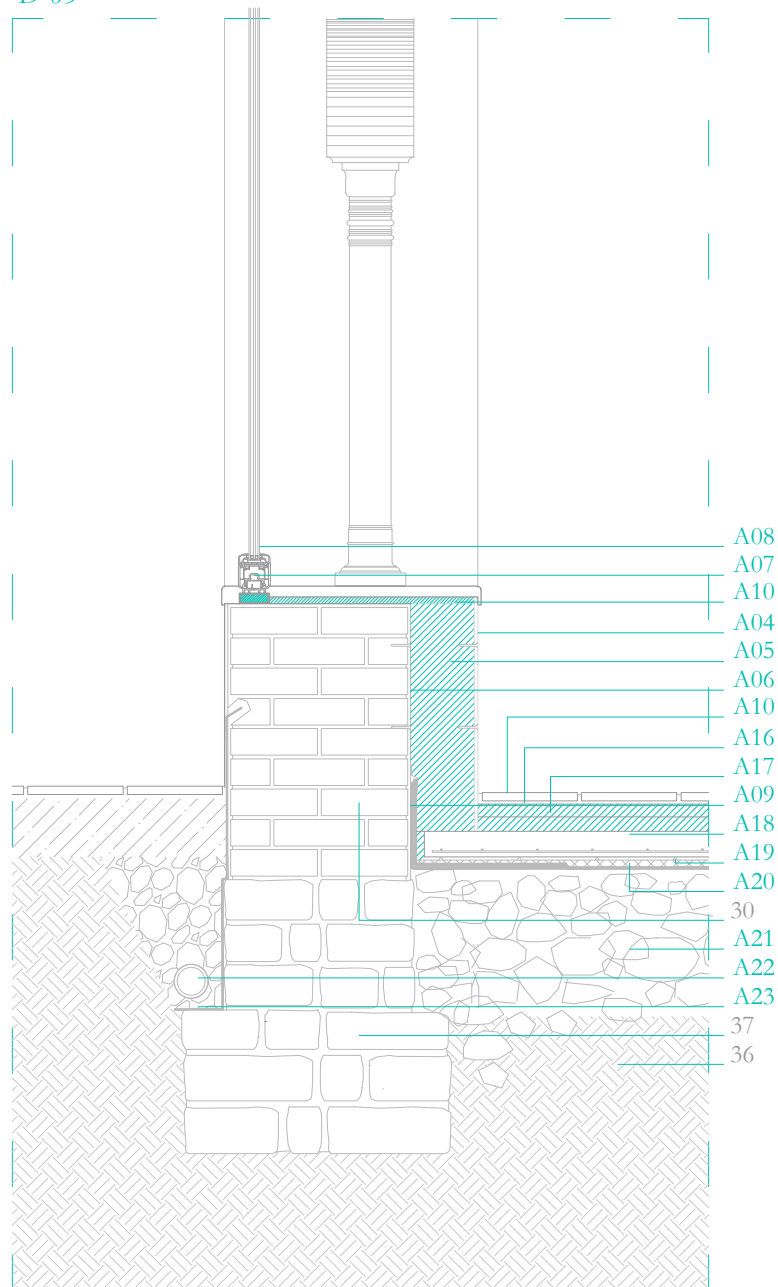


- A08
- A07
- 30
- A16
- A17
- A10
- A11
- A12
- A13
- 10
- A14
- A15
- 13
- A06
- A05
- A04

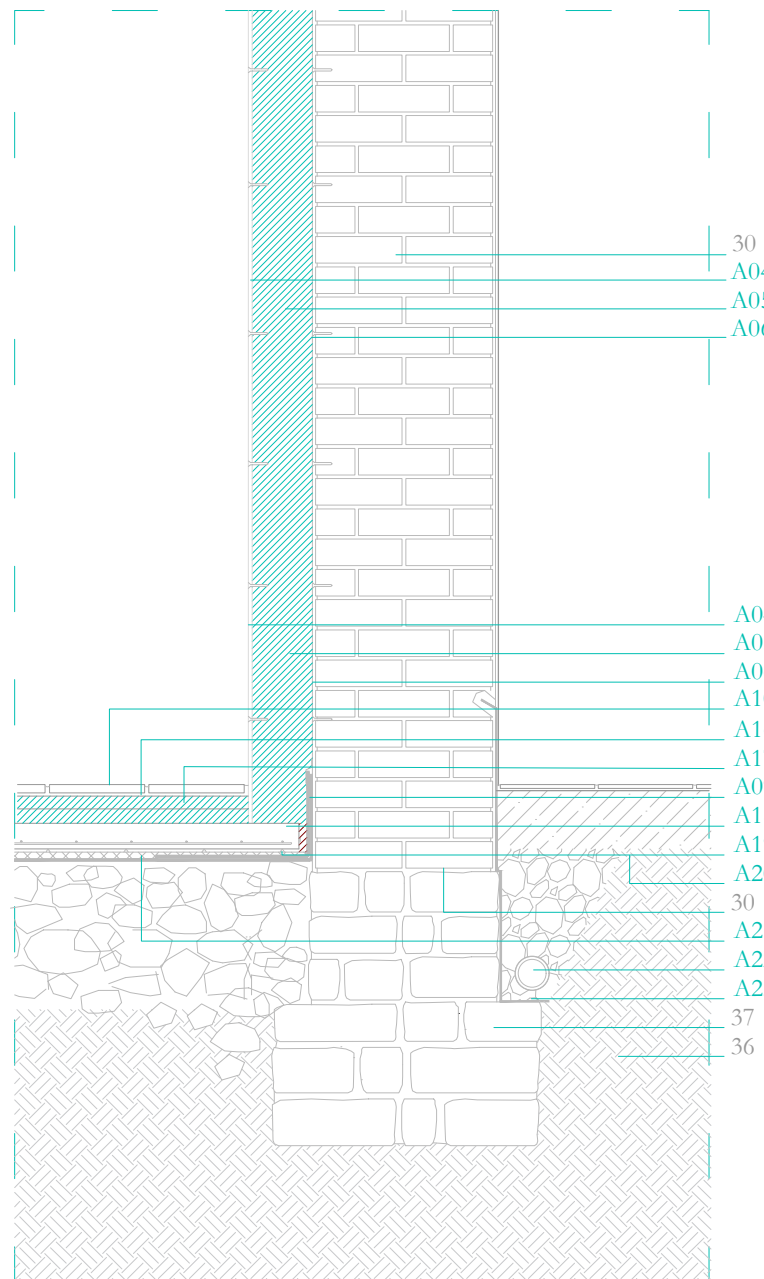
LEYENDA

- 09. Viga de madera
- 10. Durmiente de madera
- 11. Falso techo de caña y escayola
- 12. Enlucido de cal
- 15. Ventana practicable con carpintería de madera
- 16. Vidrio simple
- 21. Barandilla de chapa metálica
- 22. Baldosa cerámica
- 23. Mortero de agarre
- 24. Tablazón clavado
- 25. Viga de madera 60cm
- 27. Recalce de ladrillo
- 28. Durmiente de madera
- 29. Ladrillo decorativo de fachada
- 30. Muro de carga de ladrillo macizo
- 31. Tabicón de ladrillo para tapiar hueco de fachada
- A01. Triple capa de lana de roca (10cm x 3)
- A02. Tablazón continuo de madera
- A03. Varilla roscada 6mm
- A04. Doble capa de placa de yeso
- A05. Poliestileno extruido (140mm)
- A06. Aislamiento reflexivo
- A07. Carpintería con rotura de puente térmico
- A08. Triple vidrio con cámara de Argón 4/14/4
- A09. Lámina asfáltica
- A10. Aislamiento reflexivo 8mm
- A11. Mortero de agarre con mallazo electrosoldado
- A12. Tablazón de madera
- A13. Perno
- A14. Lana de roca 10cm
- A16. Solería cerámica
- A17. Mortero de agarre

D 05



D 06



LEYENDA

- 12. Enlucido de cal
- 15. Ventana practicable con carpintería de madera
- 16. Vidrio simple
- 22. Baldosa cerámica
- 23. Mortero de agarre
- 29. Ladrillo decorativo de fachada
- 30. Muro de carga de ladrillo macizo
- 31. Tabicón de ladrillo para tapiar hueco de fachada
- 32. Elemento decorativo
- 33. Premarco de madera
- 34. Tierra acumulada con los años
- 35. Grava y cantos rodados
- 36. Formación Alhambra
- 37. Cimentación de sillares de piedra, zapata corrida.

- A04. Doble capa de placa de yeso
- A05. Poliestileno extruido (140mm)
- A06. Aislamiento reflexivo
- A07. Carpintería con rotura de puente térmico
- A08. Triple vidrio con cámara de Argón 4/14/4
- A09. Lámina impermeabilizante
- A10. Aislamiento reflexivo 8mm
- A16. Solería cerámica
- A17. Mortero de agarre
- A17. Poliestileno extruido (7+8cm)
- A18. Solera con malla electrosoldada
- A19. Separadores
- A20. Hormigón de limpieza 10cm
- A21. Gravas y cantos rodados (20-150mm)
- A22. Tubo drenante
- A23. Gravas (2-64mm)

02.04. Reacondicionamiento pasivo

02.04.01. Introducción

El acondicionamiento pasivo es aquel que proviene de fuentes naturales, tales como la radiación solar o las corrientes de aire. Dentro de los sistemas de consumo casi nulo la optimización de este sistema es fundamental, ya que el buen diseño del mismo reducirá en sobremanera la necesidad de climatización y calefacción (acondicionamientos activos).

Dadas las condiciones preexistentes del Hotel, el aislamiento será el elemento con más protagonismo, puesto que no podemos contar con la radiación solar.

Mediante el programa de PHPP se van introduciendo variables que simulen las distintas condiciones que se generan en el interior del edificio dependiendo de los elementos constructivos, del uso y de la cantidad de usuarios. Esto da lugar al cálculo exacto de la demanda calorífica y de refrigeración que exige el edificio.

Al ser un edificio no residencial el programa pide el número de usuarios totales, cifra calculada por medio de la tabla 2.1, Densidades de ocupación, del DB-SI.

Planificación EnerPHit:

SINOPSIS DEL PROYECTO

Datos básicos

Edificio, nombre del proyecto
Calle:
CP / Ciudad:
País:
Tipo de edificio:

Clima: región / conjunto de datos climáticos
Clima: grados día / altitud

Tipo de edificio / avance de obra
Contexto de desarrollo urbano
Tipo de edificio / construcción
Categoría energética del edificio

Año de construcción / año de construcción de edificio existente
Cantidad de unidades vivienda / unidades no-residenciales
Ocupación estándar / proyectada
Ocupación estándar / relación de ocupación proyectada

Propietario / cliente:
Arquitecto
Instalaciones
PHPP / Balance energético
Ingenierías
Ingeniería estructural

Contratista / constructor / otros (max. 500 caracteres)

Temperatura interior invierno / verano:
GIC verano / invierno

Tipo de certificación
Certificación del proyecto / ID de certificación
Organismo certificador
Versión PHPP / Número de registro PHPP

Hotel Bosques de la Alhambra			
Chirimías			
18001 Granada			
España			
Vivienda Colectiva			
España		[ES] - Granada, Granada C3	
42	kWh/a	688	m
Oficinas / edificio administrativo		Completado	
Áreas especiales (p.ej. reserva natural)			
Rehabilitación Passivhaus		Construcción mixta	
EnerPHit			
1910		1910,0	
0	Un. viv.	0	Un. viv.
75	P	75	P
	m ² /P		m ² /P
Patronato de la Alhambra			
Aurora Gracia Lanzas			
20	C	25	C
3,5	W/m ²	3,5	W/m ²
Ener-Phit Rehabilitación			
si		PHI_02450348_249852	
Passivhaus Institut			
Versión 8.4.1			

[6]

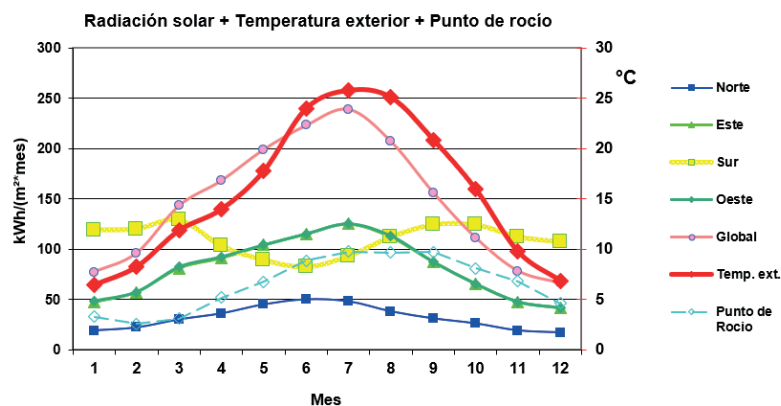
[6] Gráfico combinación de características climáticas de la zona C3. Obtenido de la página Clima del programa de cálculo PHPP.

02.04.02. Clima

Un factor decisivo es la ubicación de la obra. No será lo mismo trabajar al norte de Europa que en el sur de España. Es por eso por lo que el programa añade una hoja de cálculo en relación al clima.

En esta se encuentran recogidos los datos de las distintas zonas climáticas, tales como el punto de rocío y la radiación solar. En el caso de España los cálculos se relacionan con el mismo CTE.

Granada se encuentra en la zona climática C3, esto nos aporta los siguientes datos:



[7]

02.04.03. Envoltente térmica

Llamamos envoltente térmica al conjunto de elementos que generan el volumen general del edificio y con ello, la protección frente al clima.

A la hora del diseño de una casa pasiva, se trabaja con una envoltente estanca, que es cómo coger un lápiz y dibujar el entorno del edificio sin dejar ningún hueco. En nuestro caso consiste en intentar construir esa línea a partir de una envoltente ya existente y con la exigencia de no poder tocar la fachada al exterior.

El Hotel Reuma dispone de diferentes elementos:

- Huecos: Orientados a los cuatro puntos cardinales (Más información en el apartado 02.04.03.01. Ventanas, huecos y protección solar)
- Muros en contacto con el aire: Además de la orientación de cada fachada, el edificio trabaja con distintos espesores de muro, desde los 49cm de los muros de carga de planta baja y planta primera, hasta los 17cm de la planta tercera en la fachada sur.
- Muro en contacto con el terreno: En planta baja toda la zona este y sur se encuentran embebidas en la ladera.
- Cubierta en contacto con el aire: En este caso de 3 tipos, teja cerámica, teja de pizarra y chapa de cinc.
- Forjado en contacto con el terreno.

Los elementos que componen cada uno de ellos, así como su espesor y transmitancia son:

[7] Gráfico combinación de características climáticas de la zona C3. Obtenido de la página *Clima* del programa de cálculo PHPP.

Nr. elem. cons. Denominación de elemento constructivo

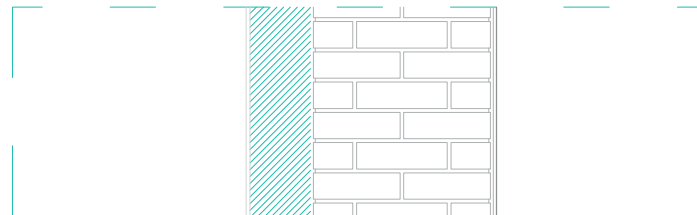
1 M1 - MURO EXTERIOR PB y P1

¿Aislamiento interior? Si

Resistencia térmica superficial [m²K/W] interior R_s: 0,13
 exterior R_{se}: 0,04

Superficie parcial 1	λ [W/(m·K)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(m·K)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(m·K)]	Esesor [mm]
1. Mortero de cemento	1,400					20
2. Ladrillo cerámico	0,639					490
3. Mortero de cemento	1,400					20
4. Aislamiento Reflexivo	0,025					3
5. Poliestileno Extruido	0,023					240
6. Placa de yeso PLADUR	0,180					30
7.						
8.						
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total
95%		5,08%				80,3 cm

Suplemento al valor-U: V(m²K) Valor-U: 0,086 W/(m²K)



Nr. elem. cons. Denominación de elemento constructivo

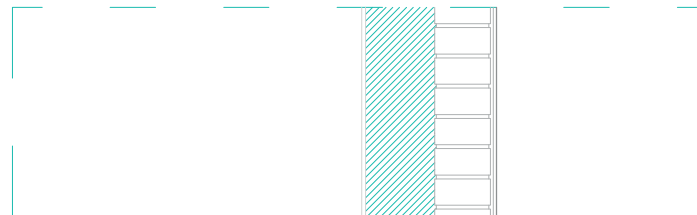
2 M2 - MURO EXTERIOR P2

¿Aislamiento interior? No

Resistencia térmica superficial [m²K/W] interior R_s: 0,13
 exterior R_{se}: 0,04

Superficie parcial 1	λ [W/(m·K)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(m·K)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(m·K)]	Esesor [mm]
1. Mortero de cemento	1,400					20
2. Ladrillo cerámico	0,639					250
3. Mortero de cemento	1,400					20
4. Aislamiento Reflexivo	0,025					3
5. Poliestileno Extruido	0,023					240
6. Placa de yeso PLADUR	0,180					30
7.						
8.						
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total
100%						56,3 cm

Suplemento al valor-U: W(m²K) Valor-U: 0,088 W/(m²K)



Nr. elem. cons. Denominación de elemento constructivo

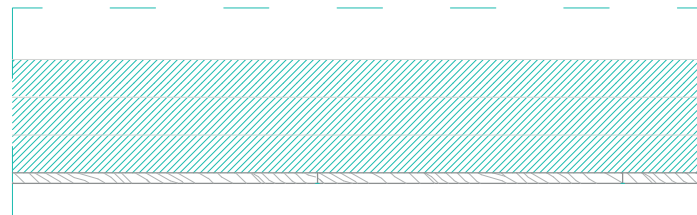
4 S1 - FORJADO CUBIERTA

¿Aislamiento interior? No

Resistencia térmica superficial [m²K/W] interior R_s: 0,17
 exterior R_{se}: 0,04

Superficie parcial 1	λ [W/(m·K)]	Superficie parcial 2 (opcional)	λ [W/(m·K)]	Superficie parcial 3 (opcional)	λ [W/(m·K)]	Esesor [mm]
1. Lana de roca	0,034					300
2. Tablazón de madera	0,130					50
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
Porcentaje superficie parcial 1		Porcentaje superficie parcial 2		Porcentaje superficie parcial 3		Total
90%		10,08%				35,0 cm

Suplemento al valor-U: V(m²K) Valor-U: 0,106 W/(m²K)



[8]

[8] Cálculo de tramitancias. Obtenido de la página *Valores-U* del programa de cálculo PHPP.

02.04.03.01. Estudio de los puntos críticos

A la hora del cálculo de la envolvente es fundamental el cálculo de los distintos puntos críticos. Estos son aquellos dónde se juntan los distintos sistemas constructivos, por ejemplo: Ventana-Muro, Cubierta- Fachada o Cimentación,

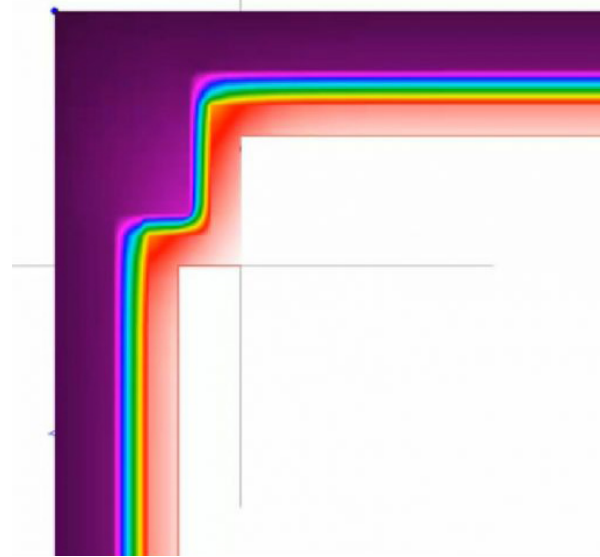
Mediante el programa THERM es posible ver mediante esquemas de color cómo se va repartiendo la temperatura a lo largo de la envolvente.

A continuación se muestra el estudio de los puntos críticos del Hotel Reuma antes y después de la intervención. Se puede observar mediante la escala de color cómo en el estado actual el calor se escapa por las ventanas, la cubierta y el forjado.

El color azul indica la temperatura 0° y el rojo los 20°.

No es necesario observar atentamente para percibir como es el aislamiento el material que mantiene todo el calor, mientras que las nuevas carpinterías y el triple acristalamiento forman una barrera contra el frío.

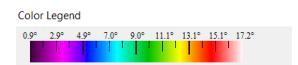
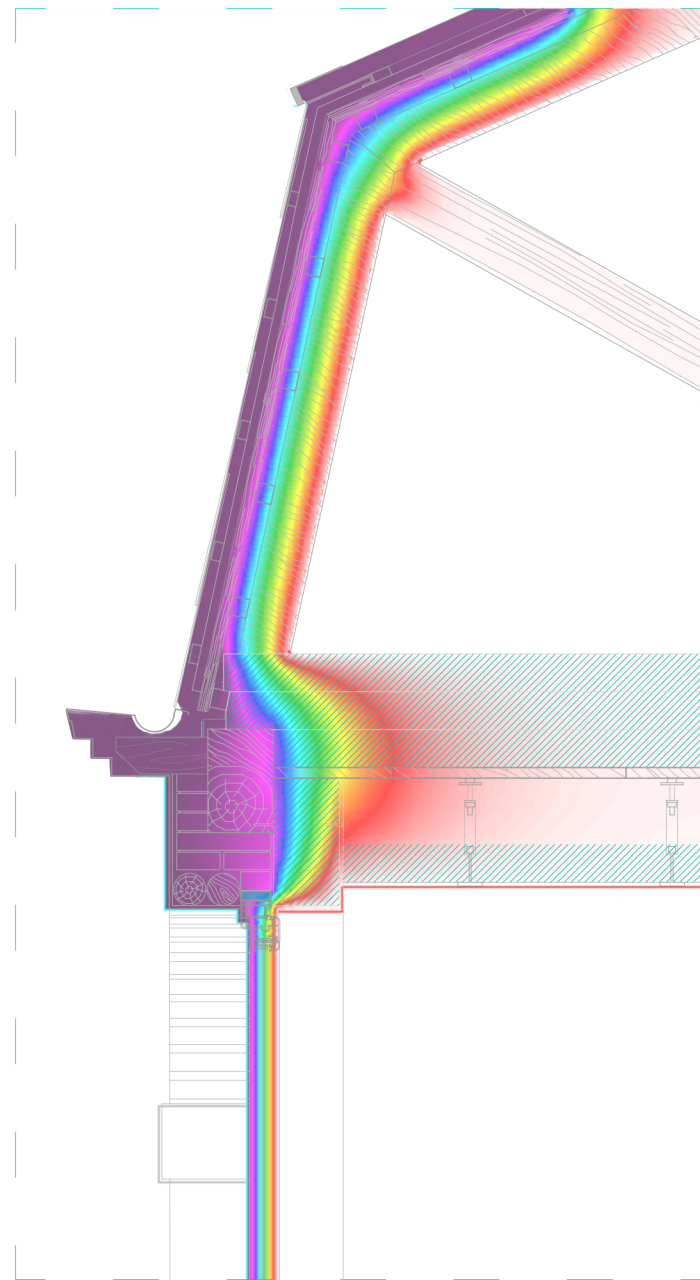
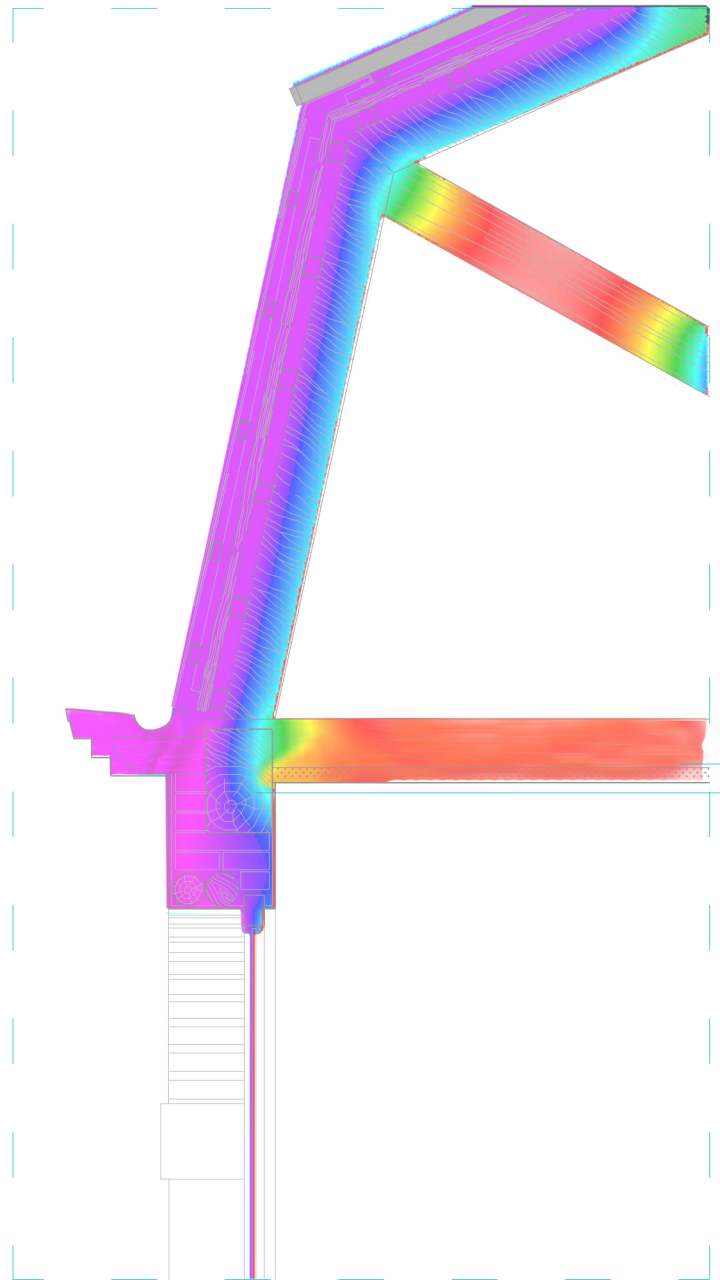
Esto supone que las demandas de calefacción y refrigeración sean mínimas, pues la temperatura generada se mantiene en el interior, evitando la necesidad de mantener una fuente constante de emisión de energía.



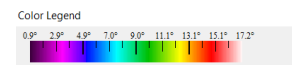
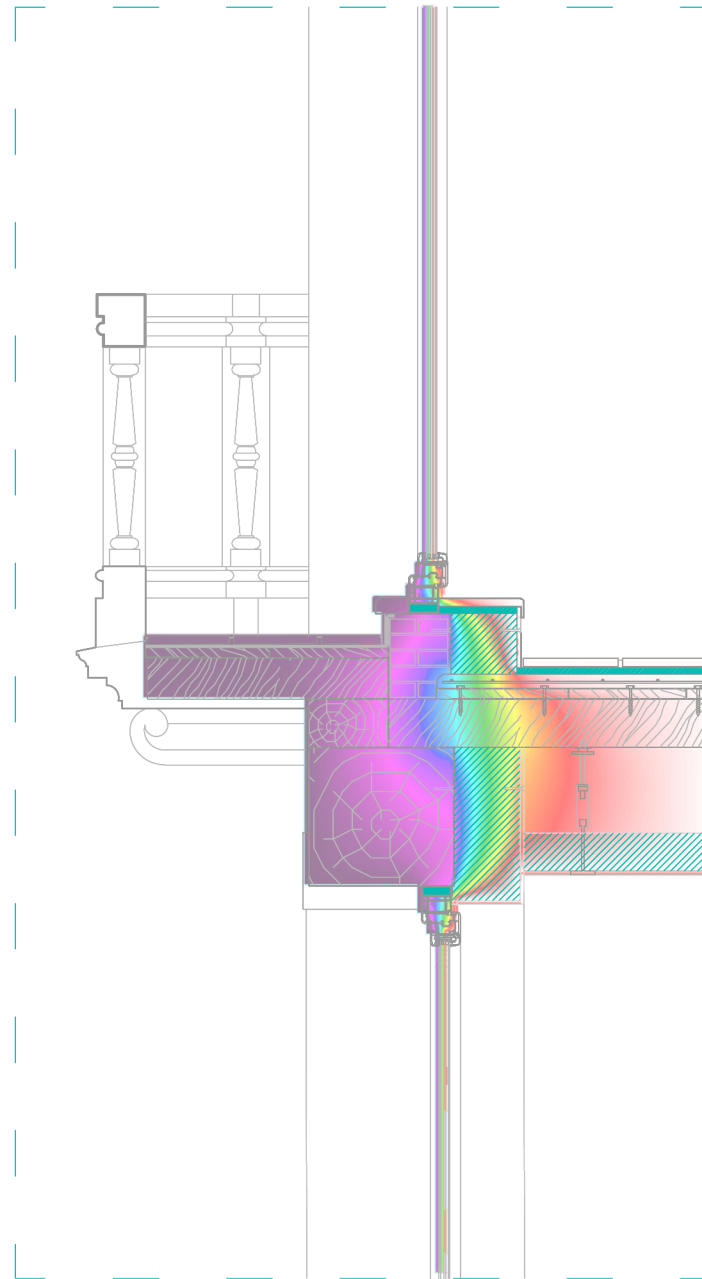
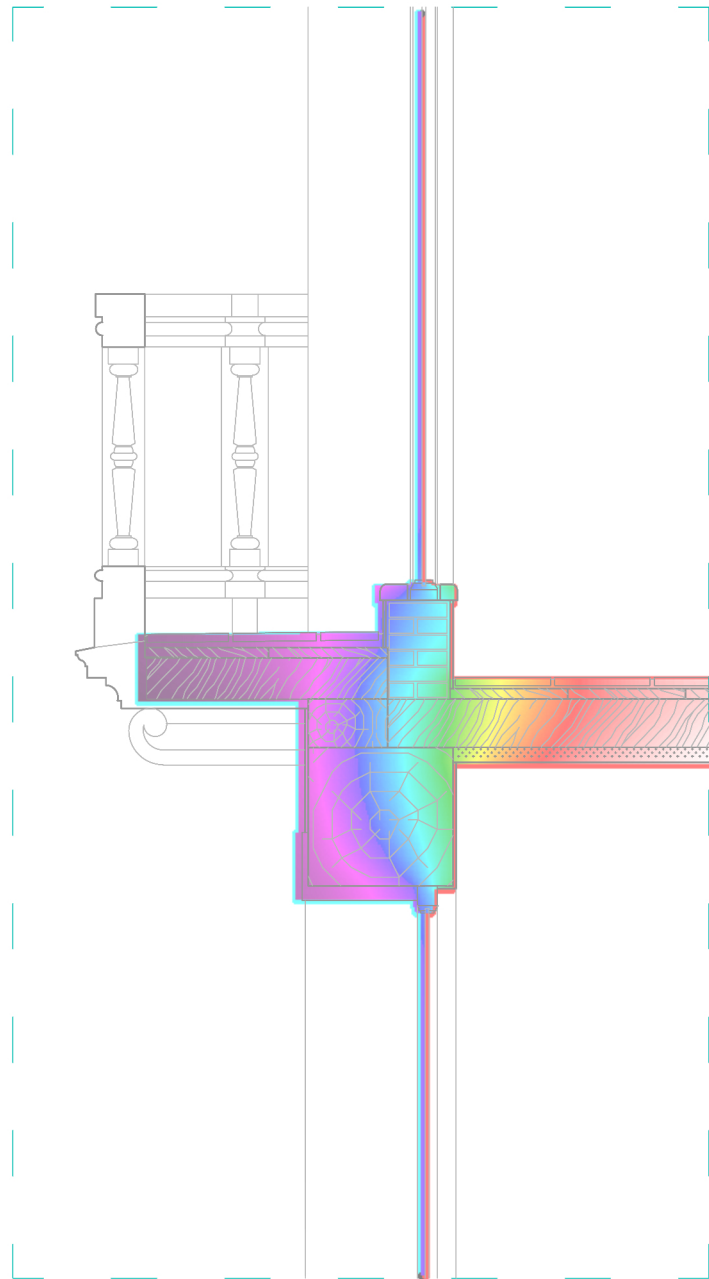
[9]

[9] Muestra de distribución de temperatura a lo largo de la envolvente mediante el programa THERM

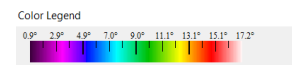
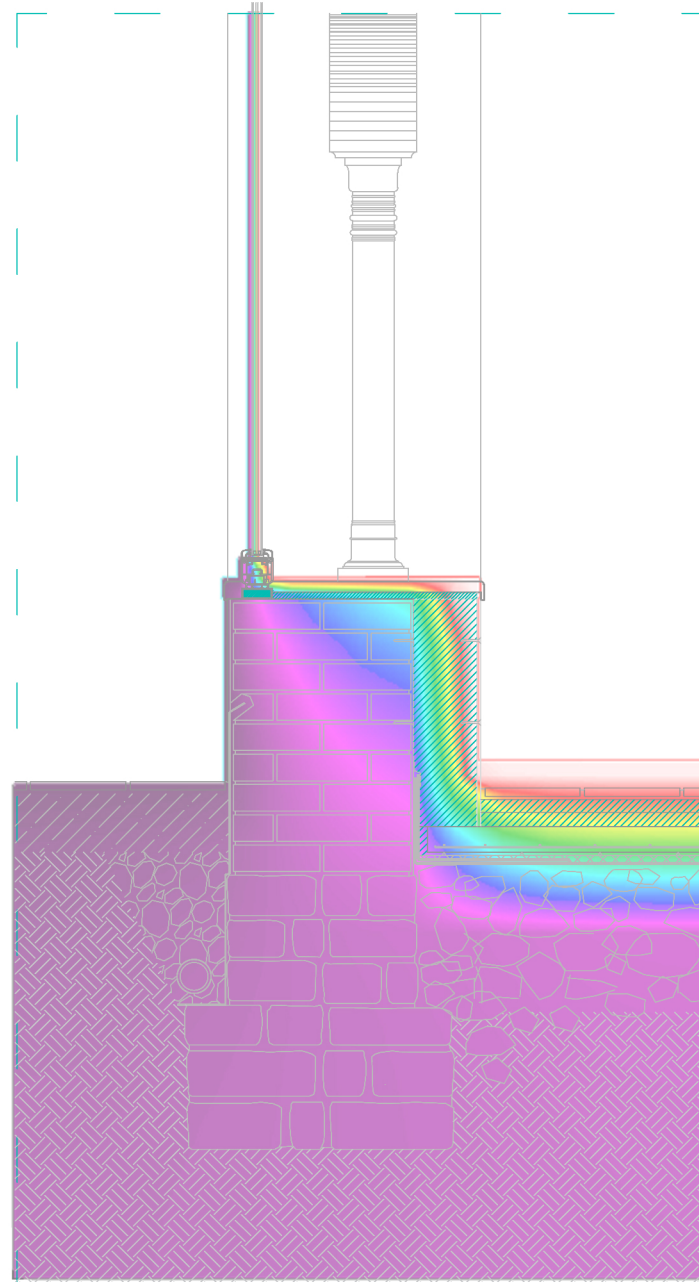
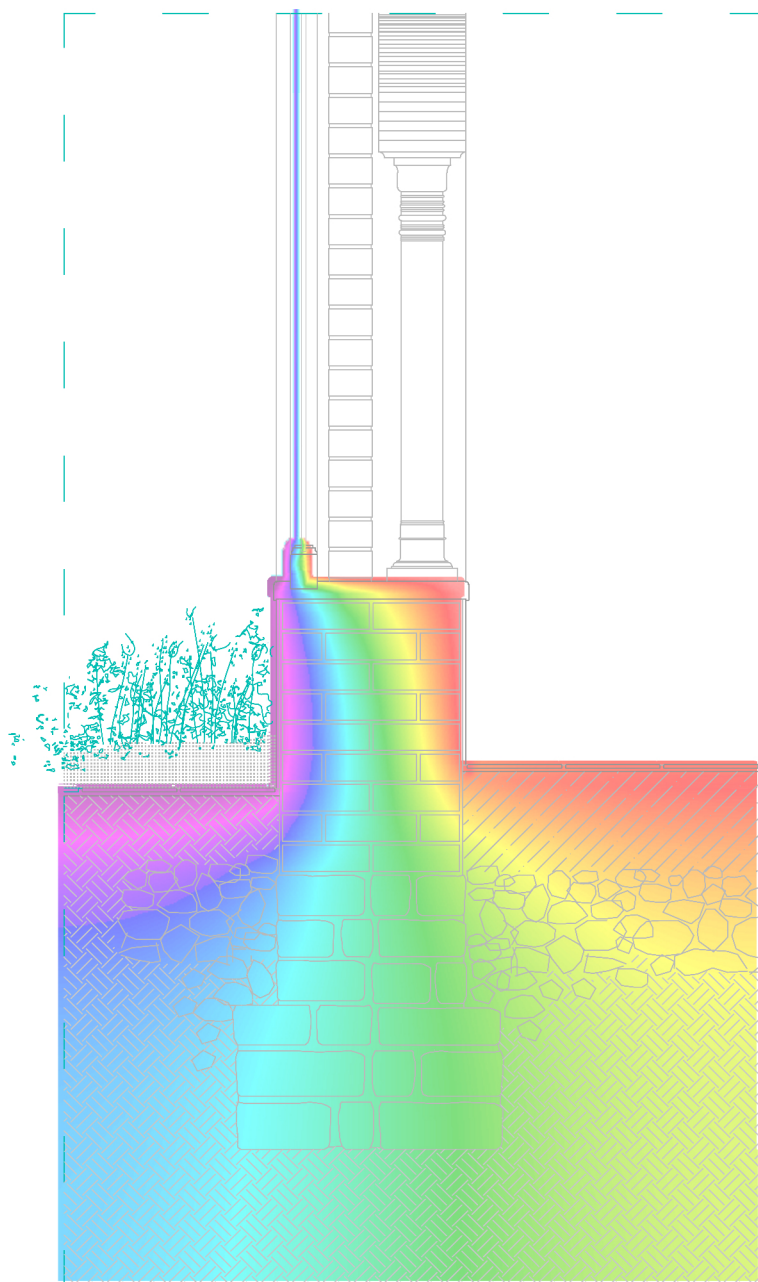
Comparativa cubierta



Comparativa balcón



Comparativa cimentación



02.04.03.01. Ventanas, huecos y protección solar

Los huecos son, por un lado puentes térmicos, ya que suponen romper la continuidad del aislamiento y por otro, los principales receptores de radiación solar.

Siempre es importante el estudio de los huecos, pero en el Hotel Reuma es muy importante tener en cuenta que la mayoría de los huecos de fachada dan a Norte, que las ventanas laterales están tras vegetación densa y que las orientadas a Sur dan a la ladera de la Alhambra. Es decir, son tan sólo puentes térmicos.

Para paliar esto se procede a la elección de una carpintería certificada por el instituto Passive House para cumplir con las especificaciones por componentes que requiere el estándar.

El programa exige dos datos básicos, por un lado la elección de la carpintería y por otra el vidrio.

A continuación es preciso indicar la superficie de vidrio de cada fachada y la orientación de este, así como los patrones de sombra. En este caso se observa como la relación fachada-huecos en la fachada norte es mayor que en la fachada sur, donde apenas hay ventanas. Sabiendo que el factor sombra en la fachada sur es un factor dominante que haya pocos huecos es importante, pues la radiación solar que se pudiese obtener por esas ventanas es inexistente. Por la misma razón es negativo que la fachada norte disponga de tantos huecos, pues al no recibir radiación solar suponen un punto crítico que hará aumentar la demanda de calefacción.

Las carpinterías elegidas son Clima Guardian.

Los marcos de ventana son BUG - Alutechnik - ALUVOGT Design Uw-08 - con Swisspacer V, con una $U=0.77$.

Los vidrios, ClimaGuard Premium (4/14/4/14/4 Ar 90%), tiene un valor $U=0.64$, que cumple el estándar, pues este exige menos de $1,2W/m^2K$.

Edificio: **Hotel Bosques de la Alhambra**

Clima:		[ES] - Granada, Granada C3				
Orientación de la superficie de la ventana	Radiación global (puntos cardinales)	Sombras	Suciedad	Radiación incidente no perpendicular	Proporción de acristalamiento	
máx.:	kWh/(m ² a)	0,75	0,95	0,85		
Norte	97	0,80	0,95	0,85	0,692	
Este	244	0,73	0,95	0,85	0,622	
Sur	534	0,02	0,95	0,85	0,668	
Oeste	245	0,58	0,95	0,85	0,653	
Horizontal	410	1,00	0,95	0,85	0,000	

Orientación	Superficie acristalamiento m ²	Factor de reducción invierno r _s	Factor de reducción verano r _s
Norte	28,14	80%	54%
Este	7,84	73%	28%
Sur	6,98	2%	0%
Oeste	9,27	58%	34%
Horizontal	0,00	100%	100%

Demanda de calefacción:	21,9	kWh/(m ² a)
Demanda de refrigeración útil:	2,4	kWh/(m ² a)
Frecuencia de sobrecalentamiento:	5,4%	

Demanda de calefacción: **22** kWh/(m²a)

Valor g	Factor de reducción para radiación solar	Superficie de ventana	Valor-U de ventana	Superficie de acristalamiento	Radiación global promedio
		m ²	W/(m ² K)	m ²	kWh/(m ² a)
0,26	0,45	40,65	0,42	28,14	51
0,40	0,37	12,61	0,74	7,84	202
0,10	0,01	10,46	0,21	6,98	111
0,19	0,30	14,20	0,30	9,27	94
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	410
0,25	0,35	77,92	0,42	52,24	

[10]

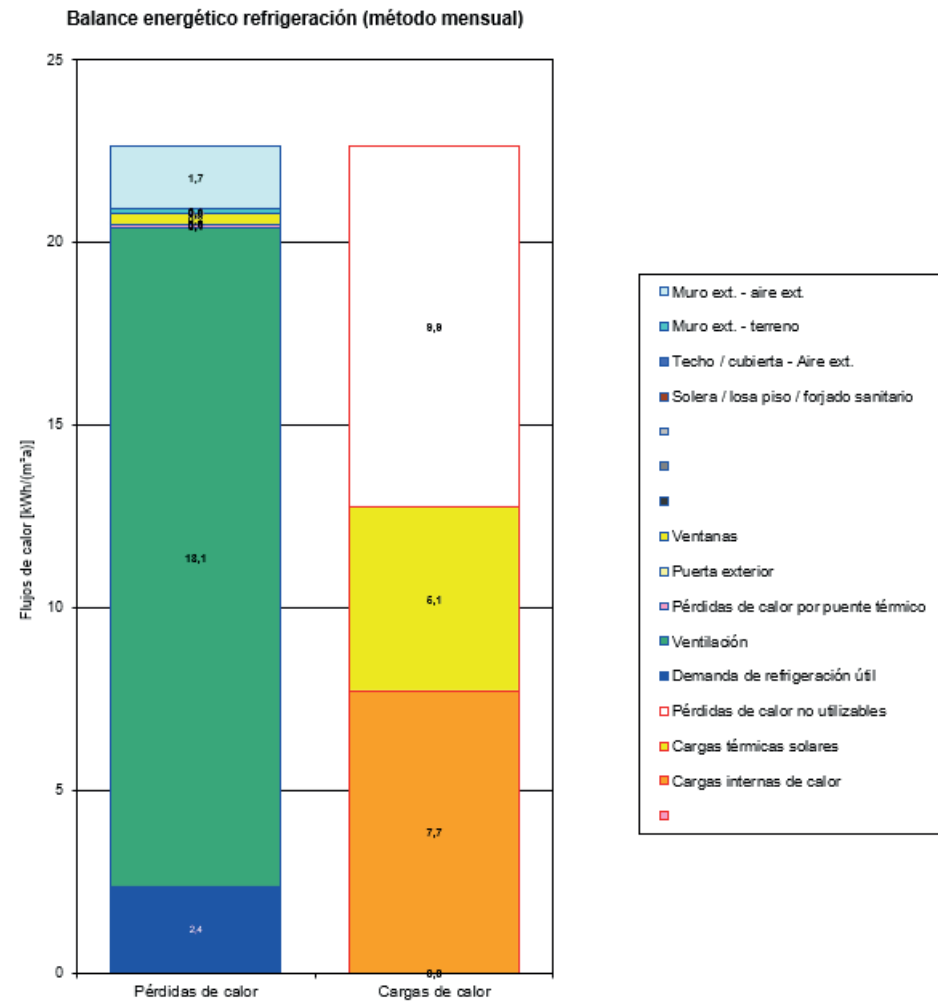
[10]Características de los huecos y las pérdidas de calor de los huecos de fachada. Obtenido de la página *Ventanas* del programa de cálculo PHPP.

02.04.04. Demanda de calefacción y refrigeración

Dada la situación del edificio no es de extrañar que haya una diferencia radical entre la demanda de calefacción y de refrigeración. Mientras que la primera se encuentra casi al límite de lo exigido por el estándar EnerPHit (25KWh/m²a), la demanda de refrigeración es mínima.

La demanda se calcula una vez obtenidos los datos de pérdidas y ganancias de calor a través de los datos de los elementos de la envolvente, las características de los componentes, la orientación y el clima del emplazamiento.

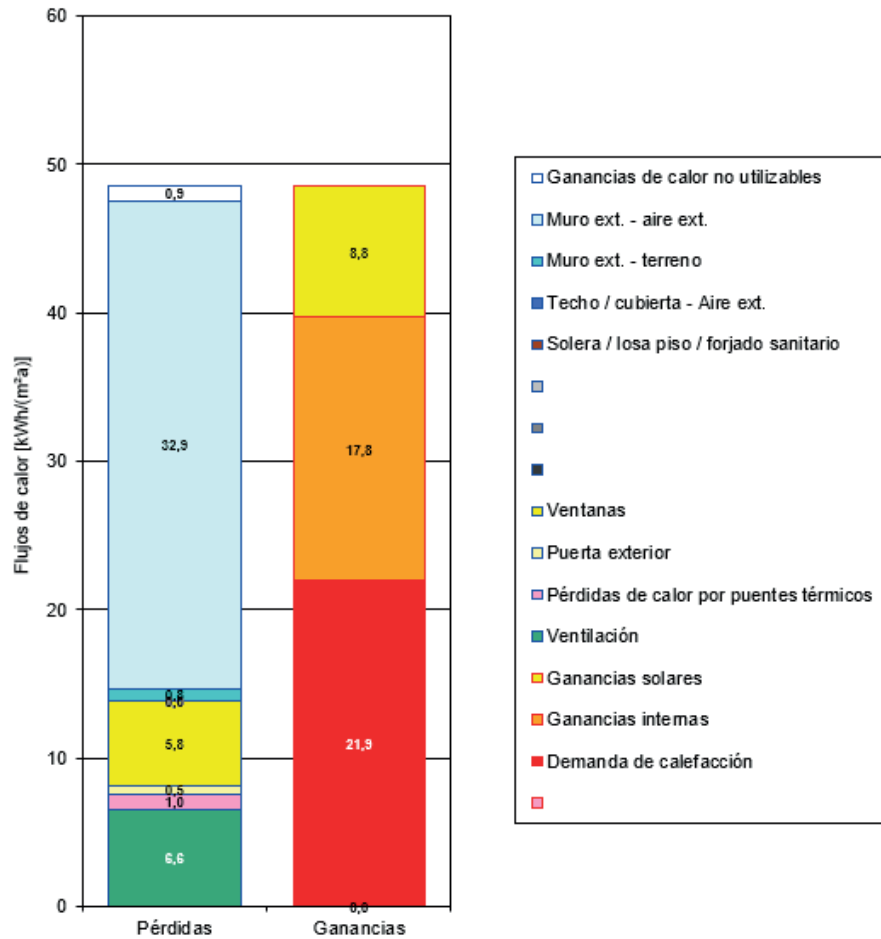
A continuación la demanda de refrigeración y calefacción calculada mediante el método mensual, así como del resumen de las pérdidas de calor



[11]

[11]Demanda de refrigeración. Obtenido de la página *Refrigeración* del programa de cálculo PHPP.

Balance energético calefacción (método mensual)



[12]

Pérdidas totales de calor Q_p

$$Q_T \text{ (kWh/a)} + Q_V \text{ (kWh/a)} \cdot \text{Factor de reducción} = Q_p \text{ (kWh/a)}$$

$$12375 + 1980 \cdot 1,0 = 14355 \text{ kWh/a}$$

$$14355 \text{ kWh/a} \cdot \text{Factor de reducción} = Q_p \text{ (kWh/m}^2\text{a)}$$

$$14355 \cdot 0,324 = 47,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Orientación de la superficie

Norte
Este
Sur
Oeste
Horizontal
Total superficies opacas

Orientación de la superficie	Factor de reducción Compare c/ hoja 'Ventanas' (Radiación perpendicular)	Valor g	Superficie m²	Radiación global kWh/(m²a)	kWh/a
Norte	0,45	0,26	40,6	88	409
Este	0,37	0,40	12,6	355	664
Sur	0,01	0,10	10,5	169	1
Oeste	0,30	0,19	14,2	165	134
Horizontal	0,00	0,00	0,0	739	0
Total superficies opacas					1436

Ganancias de calor por radiación solar Q_s

$$Q_s = 2645 \text{ kWh/a} = 8,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Ganancias internas de calor Q_i

$$Q_i = \text{Duración periodo calefacción} \cdot \text{Potencia esp. } q_i \cdot A_{SRE}$$

$$0,024 \text{ kh/d} \cdot 212 \text{ día} \cdot 3,5 \text{ W/m}^2 \cdot 301,8 \text{ m}^2 = 5374 \text{ kWh/a} = 17,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$\text{Calor disponible } Q_{\text{disponible}} = Q_s + Q_i = 8019 \text{ kWh/a} = 26,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$\text{Relación entre el calor disponible y las pérdidas } Q_{\text{disp}} / Q_p = 0,56$$

Aprovechamiento efectivo de las ganancias de calor η_G

$$\eta_G = 96\%$$

Ganancias de calor Q_G

$$Q_G = \eta_G \cdot Q_{\text{disponible}} = 7735 \text{ kWh/a} = 25,6 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Demanda de calefacción Q_{Cal}

$$Q_{\text{Cal}} = Q_p - Q_G = 6621 \text{ kWh/a} = 22 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

kWh/(m²a)

(sí/no)

[13]

[12] Demanda de calefacción. Obtenido de la página *Calefacción* del programa de cálculo PHPP.

[13] Resumen del cálculo de pérdidas de calor. Obtenido de la página *Calefacción* del programa de cálculo PHPP.

02.05. Reacondicionamiento activo

El siguiente punto a tratar es el reacondicionamiento activo. Este envuelve todos aquellos componentes que se incluyen en el edificio de manera mecánica como son la calefacción, la refrigeración, el agua caliente sanitaria o el agua fría.

Para que un edificio sea de gasto casi nulo en la energía que consumen todos estos sistemas debe ser mínima y provenir de energías limpias tales como placas solares, geotermia o eólica.

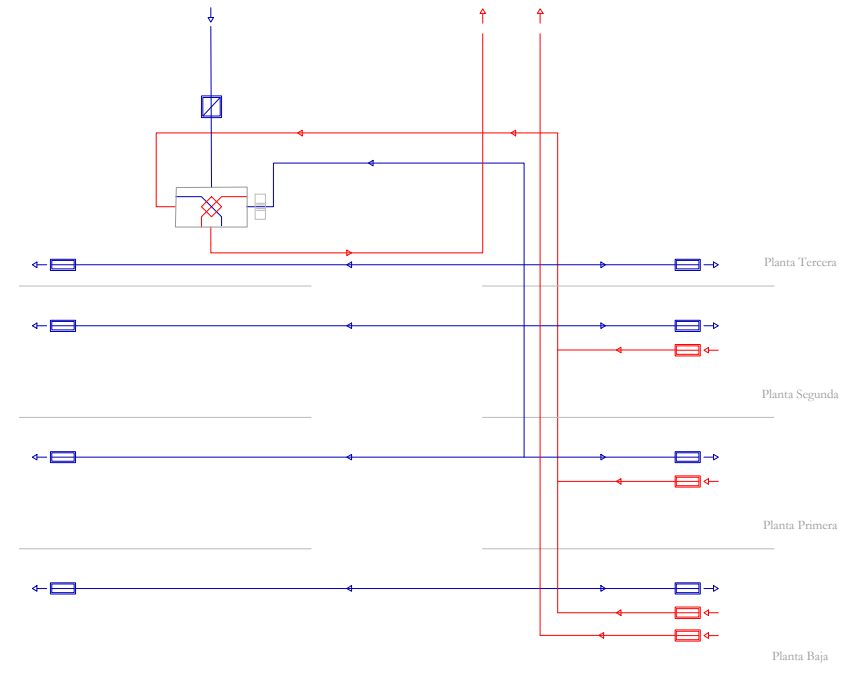
Las condiciones del Hotel Reuma impiden el uso de cualquiera de estas fuentes de energía, por lo que el acondicionamiento activo reduce la calificación del edificio. Es por eso por lo que sólo tendremos en cuenta en acondicionamiento pasivo en el cálculo del PHPP.

A continuación se muestran los esquemas de ventilación, cuyo cálculo se ha realizado a través de las exigencias de la normativa RTE, apoyándose en los apuntes de la asignatura de Instalaciones 2, sistemas de instalaciones de climatización, elementos mecánicos de desplazamiento vertical y protección contra incendios.

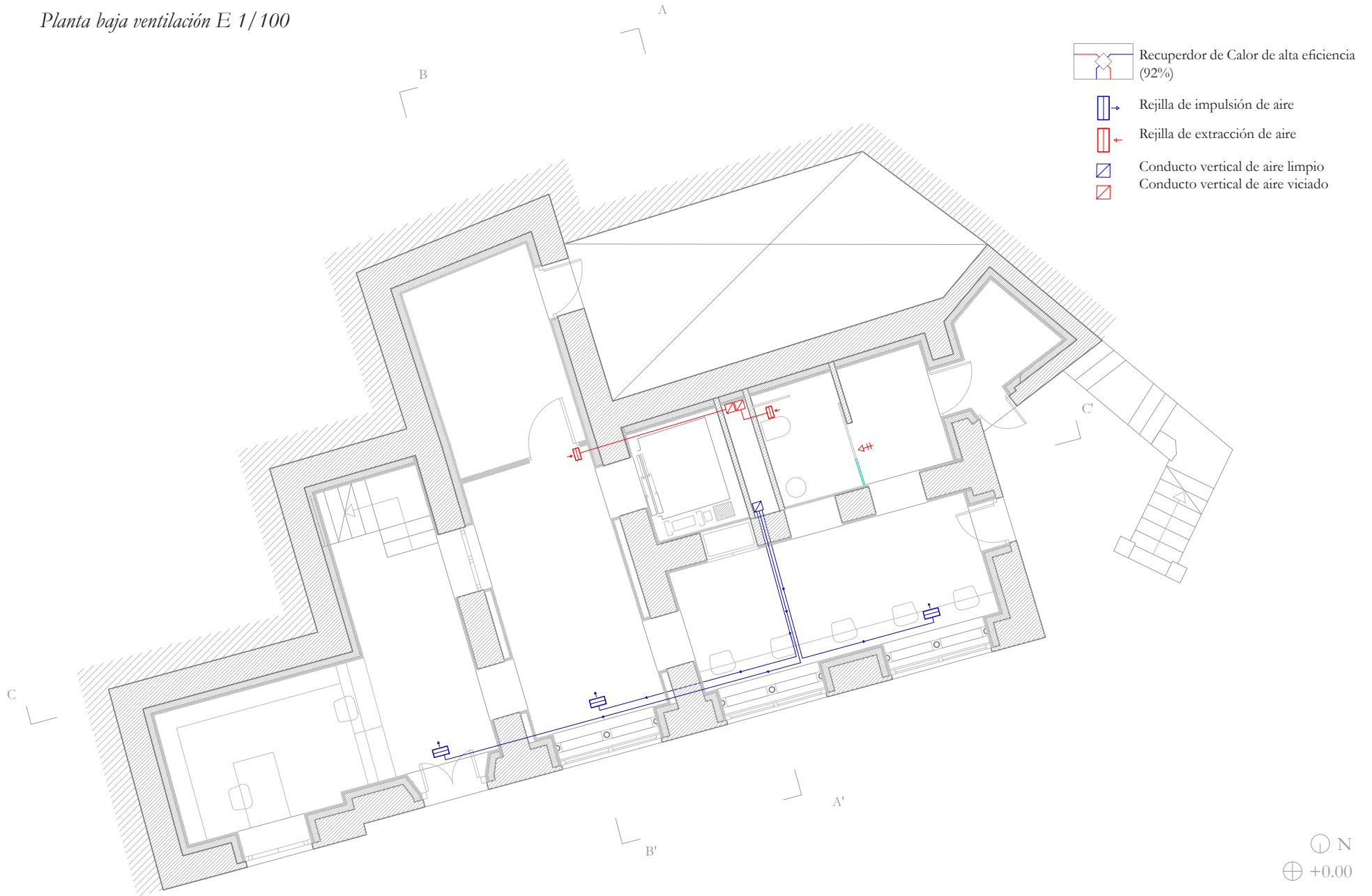
Las instalaciones de ventilación son aquellas destinadas a la calidad del aire. Esto incluye la inyección de aire filtrado, la renovación de aire y la expulsión del aire viciado. Además debe favorecer la refrigeración en verano y evitar las condensaciones.

Atendiendo a la norma la calidad del aire para un edificio con estas características debe ser IDA 2, que demanda un caudal de aire de 12.5 litros por persona.

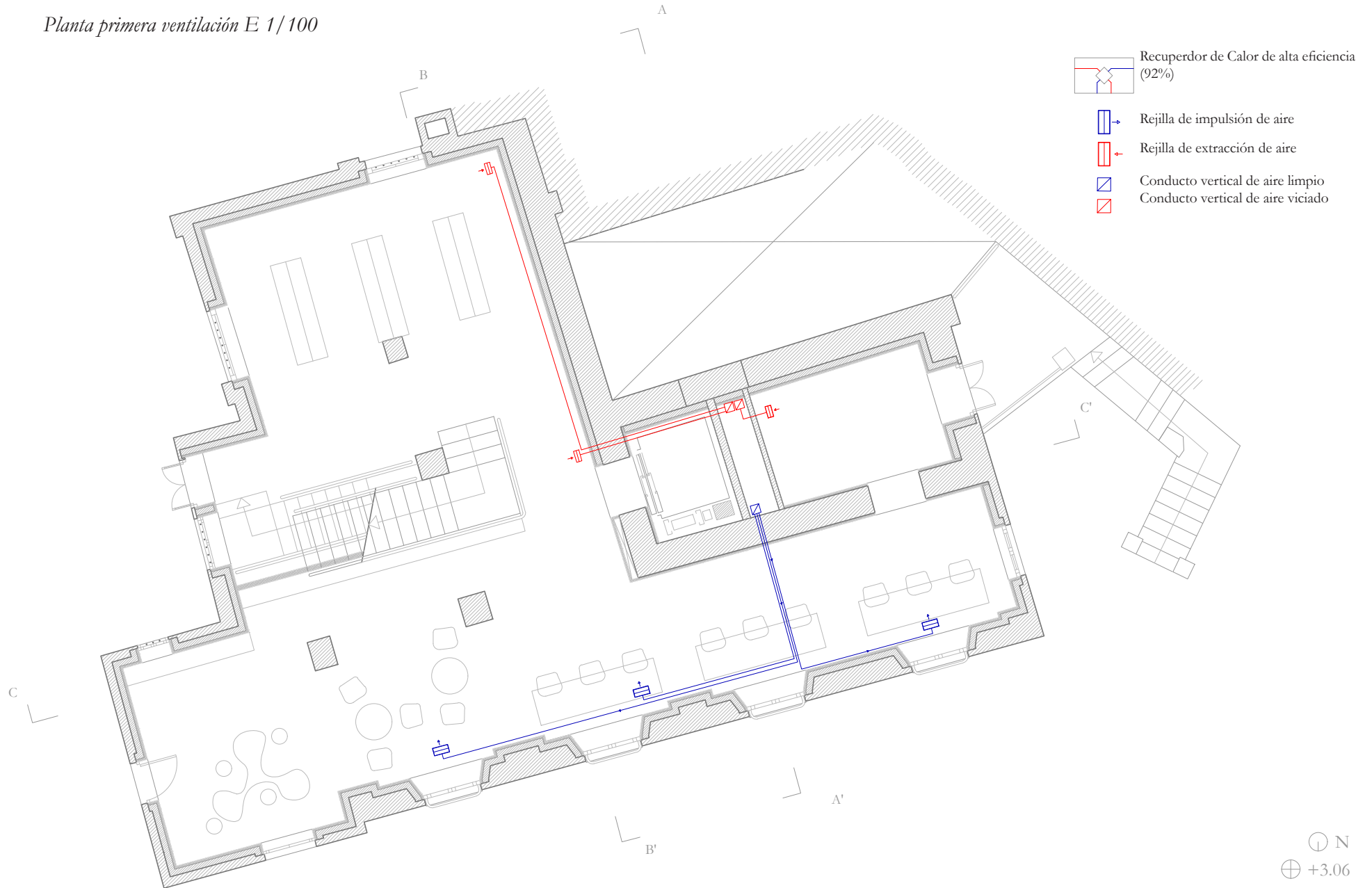
La ventilación se produce de forma mecánica y con un recuperador de calor de alta eficiencia, requisito indispensable a la hora de trabajar con el estándar Passive house y EnerPHit.



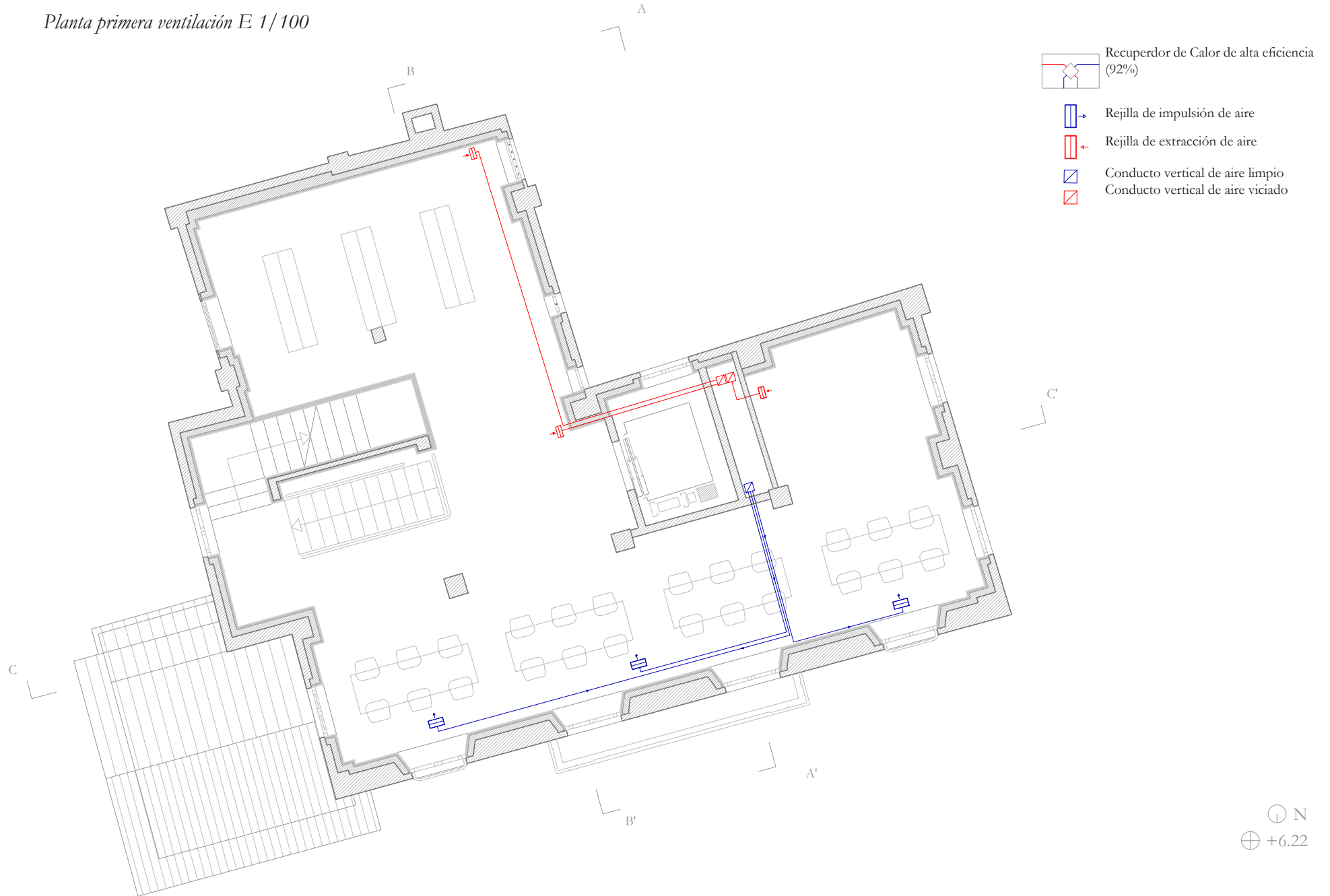
Planta baja ventilación E 1/100



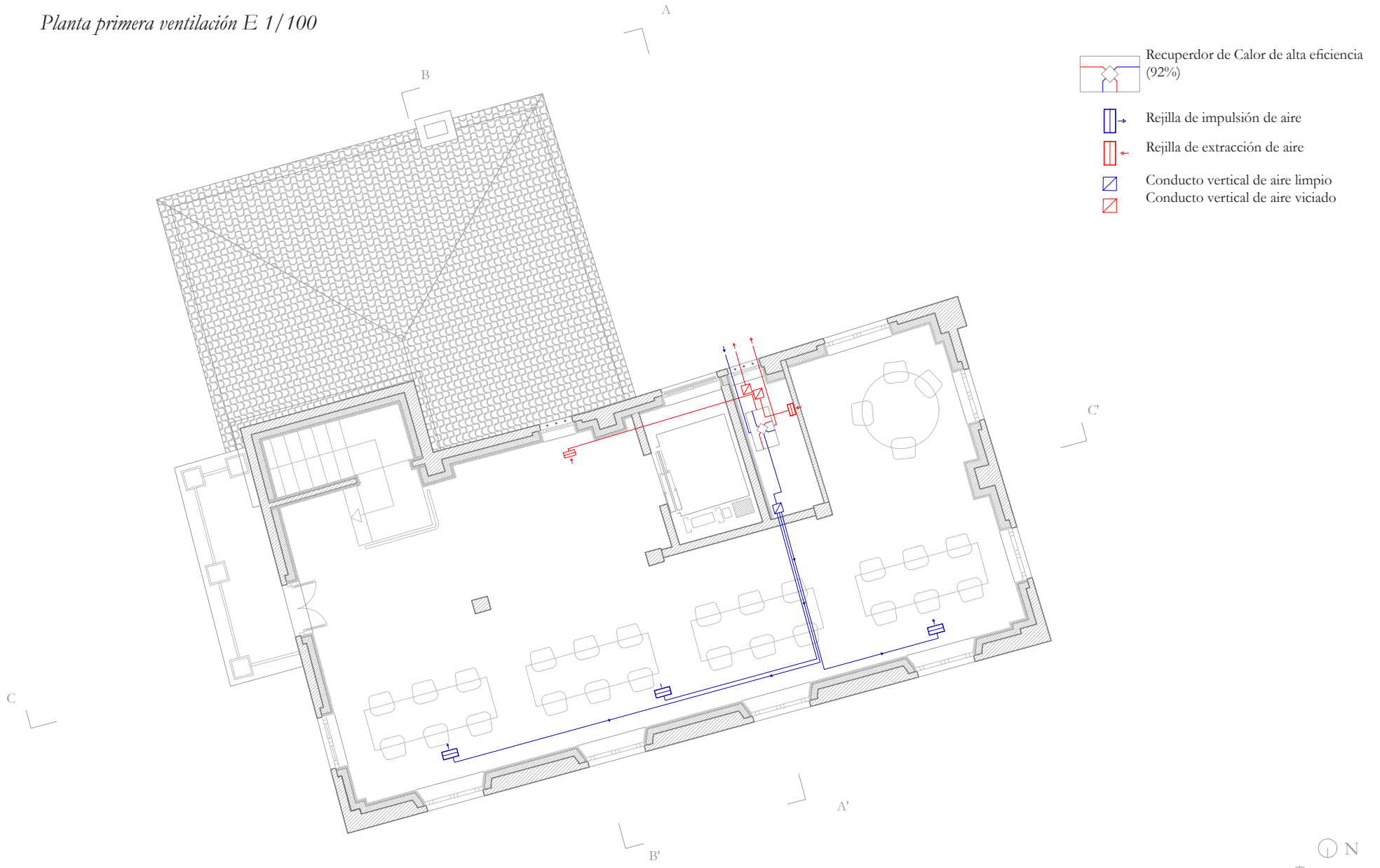
Planta primera ventilación E 1/100



Planta primera ventilación E 1/100



Planta primera ventilación E 1/100



⊕ N
⊕ +9.70

03. Comparativa y conclusión.

Una vez estudiados y analizados los parámetros y/o cuantificaciones que componen éste proyecto, se puede observar que, a pesar de que todos los condicionantes primarios del conjunto hacían parecer este trabajo una tarea imposible, los resultados han sido positivos.

Tan sólo con la herramienta del CTE, el CE3X, podemos ver, en la siguiente página, de forma gráfica cómo tras los cambios constructivos, tanto pasivos como activos, el inmueble pasa de un suspenso categórico a un estado energéticamente sobresaliente.

Esto ha sido posible tras el estudio inicial del edificio. Conocer su pasado y su presente permiten soñar con sus posibilidades de futuro: Transformar un edificio emblemático de Granada en un lugar de alto confort para los usuarios, que conecte de nuevo con la ciudad.

El PHPP ha permitido optimizar estos procesos, aprendiendo a calcular los espesores adecuados, las carpinterías especializadas y las instalaciones más eficientes.

Este Trabajo Fin de Grado nos permite afirmar el supuesto teórico de que es posible obtener el certificado EnerPHit en el Hotel Bosques de la Alhambra, convirtiéndolo en un edificio de gasto energético casi nulo. Lo que nos permite afirmar que el futuro de la rehabilitación debe tener como fin la mejora del confort del usuario.

Ahora bien, es importante recordar que este trabajo parte de un supuesto falso, pues las condiciones iniciales suponen un edificio ya restaurado. Con esto se pretende recalcar que para que este inmueble en concreto pueda ser considerado, tal y cómo exige la normativa para edificios públicos, de gasto casi nulo, es preciso realizar reformas integrales.

Como opinión personal, me gustaría añadir que al comienzo de este trabajo lo inicié con mucha ilusión, ya que desde la primera vez que lo vi, abandonado y misterioso, bajo el perfil de la Alhambra, el Hotel Reuma me enamoró. La magia que emite, las leyendas

que lo alimentan y el misterio que genera me hacía desear que esa construcción al otro lado del río pudiese formar parte una vez más de la vida de la ciudad. Sin embargo, tras el estudio histórico del mismo, pronto descubrí que apenas participó activamente en la vida de los granadinos que, los que lo habitaron no lo disfrutaron y que ha sido siempre un quebradero de cabeza para sus dueños. Las entrevistas con los vecinos y turistas asiduos me han demostrado que esa magia que yo veía no se emite para todos por igual, pues la gran mayoría ni siquiera se percata de su presencia.

La investigación y comprobación de su actual estado nos llevan a comprobar la degradación de su estructura, el tamaño y la profundidad de las humedades, así como tantas otras patologías que demuestran que, para hacer habitable el lugar es preciso una reforma de todos los elementos.

Añado también, que para cumplir con las normativas de accesibilidad e incendios (entre otras) es preciso reformar la escalera, añadir un ascensor, aseos habilitados y la eliminación de los espacios estrechos y angostos. Esta rehabilitación supone un cambio de toda la estructura espacial interior del edificio, dejando tan sólo una cascara a la que le faltan dos cubiertas y uno de los bloques anexos.

En definitiva, y aunque lo lamento, me adhiero y apoyo el plan inicial del arquitecto Don Antonio Tejedor, que hace 18 años defendía el derribo del Hotel Reuma.

Calificación energética antes de la intervención

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]		Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	
	52.84		3.21	
	Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]		Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	
	4.44		-	
Emisiones globales [kgCO2/m² año]				
60.5 G				

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	4.44	1647.94
Emisiones CO2 por otros combustibles	56.06	20791.13

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		Energía primaria ACS [kWh/m² año]	
	249.54		15.17	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	
	26.23		-	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]				
290.9 G				

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
192.9 G	26.8 F
Demanda de calefacción [kWh/m² año]	Demanda de refrigeración [kWh/m² año]

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

Calificación energética tras la intervención

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C3	Uso	Intensidad Baja - 8h
----------------	----	-----	----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]		Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	
	8.95		1.99	
	Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]		Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	
	1.97		0.00	
Emisiones globales [kgCO2/m² año]				
12.9 B				

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	0.00	0.00
Emisiones CO2 por otros combustibles	12.91	4786.82

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m² año]		Energía primaria ACS [kWh/m² año]	
	42.26		9.37	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]		Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	
	9.31		0.00	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]				
60.9 B				

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
35.5 B	7.8 B
Demanda de calefacción [kWh/m² año]	Demanda de refrigeración [kWh/m² año]

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

04. Bibliografía, normativa y manuales.

Bibliografía

AAVV. "Paseo por los cármenes del Darro. Un paisaje histórico a los pies de la Alhambra", Granada, Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Patronato de la Alhambra y Generalife, 2016.

AAVV. Plan Director Alhambra 2007-2015

AAVV. Plan Director Alhambra 2007-2020

Apuntes de la asignatura Derecho Urbanístico y Medio Ambiente de la Facultad de Derecho de Granada

Base de datos del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico.

Código 01180870723

Código Técnico de la Edificación.

(<https://www.codigotecnico.org/>)

DIRECTIVA 93/76/CEE DEL CONSEJO de 13 de septiembre de 1993 relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE)

DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios

DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética.

F. W. ALANZOR (22 de febrero de 2017). Las vidas del Hotel Reuma. Granada. *IDEAL*.

GARCÍA, ALEJANDRO (31 de octubre de 2001). A la izquierda del Darro. *EL PAIS*.

GARCÍA-TREVIJANO VALENZUELA, PILAR (29 de noviembre de 2018). El hotel Reuma, un paso más cerca de dejar atrás su etapa de abandono. *IDEAL*. pp. 9

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA.

Energía y desarrollo sostenible, Rite- Reglamento instalaciones térmicas en los edificios.

ONU-HÁBITAT, "Ciudades y cambio climático", 2011.

PASSIVHAUS INSTITUT; *EnerPHit-Planerhandbuch*, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2015.

Punto (08) del Artículo 1 de la DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018

Punto (19) del Artículo 1 de la DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018

Punto (02) del Artículo 2 de la DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018

REAL DECRETO 235/2013 de 5 de abril por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios

http://citywiki.ugr.es/wiki/Proyectos_V_Grupos_A_y_C_Curso_08/09

https://passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm

Normativa

CTE DB-HE

Rite- Reglamento instalaciones térmicas en los edificios.

Manuales

Guía de estándar Passivhaus, Edificios de gasto casi nulo.

Manual de usuario CE3X_05

Manual PHPP V8 (2013)

Manual de THERM V7.4.3

05. Citas y referencias.

Citas

ONU-HÁBITAT, "Ciudades y cambio climático", 2011.

² Passive House requirements (2015)

(https://passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm)

³ PASSIVHAUS INSTITUT; *EnerPHit-Planerhandbuch*, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2015.

⁴ Directiva 93/76/CEE DEL CONSEJO de 13 de septiembre de 1993 relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE)

⁵ DIRECTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios

⁶ REAL DECRETO 235/2013 de 5 de abril por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios

⁷ DIRECTIVA 2012/27/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE,

y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE

⁸ Apuntes de la asignatura Derecho Urbanístico y Medio Ambiente de la Facultad de Derecho de Granada

⁹ Punto (08) del Artículo 1 de la DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018

¹⁰ Punto (19) del Artículo 1 de la DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018

¹¹ Punto (02) del Artículo 2 de la DIRECTIVA (UE) 2018/844 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018

¹² MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. Energía y desarrollo sostenible, *Rite- Reglamento instalaciones térmicas en los edificios*. (<https://www.mincotur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>)

¹³ Código Técnico de la Edificación. (<https://www.codigotecnico.org/>)

¹⁴ AAVV. "Paseo por los cármes del Darro. Un paisaje histórico a los pies de la Alhambra", Granada, Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Patronato de la Alhambra y Generalife, 2016, pp.88

¹⁵ F. W. ALANZOR (22 de febrero de 2017). Las vidas del Hotel Reuma. Granada. *IDEAL*.

¹⁶ GARCÍA, ALEJANDRO (31 de octubre de 2001). A la izquierda del Darro. *EL PAIS*

¹⁷ AAVV. Plan Director Alhambra 2007-2015

¹⁸ AAVV. Plan Director Alhambra 2007-2020

¹⁹ GARCÍA-TREVIJANO VALENZUELA, PILAR (29 de noviembre de 2018). El hotel Reuma, un paso más cerca de dejar atrás su etapa de abandono. *IDEAL*. pp. 9

²⁰ Base de datos del Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. Código 01180870723

²¹ http://citywiki.ugr.es/wiki/Proyectos_V_Grupos_A_y_C_Curso_08/09

Referencias

[1] Estado Actual de la nave sobre el Darro. Imagen cedida por Fátima Cabrera Arance.

[2] Anónimo (1910). *Nuevo Hotel Bosque de la Alhambra* [Tarjetas postales publicitarias]. Colección Particular (Carlos Sanchez) Recuperado de AAVV. "Paseo por los Cármes del Darro. Un paisaje histórico a los pies de la Alhambra", Granada, Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Patronato de la Alhambra y Generalife, 2016, pp.90.

[3] Fabert, A. (1910). Carmen de la Chirimia [Tarjeta postal impresa]. Colección Particular (José Tito Rojo) Recuperado de AAVV. "Paseo por los Cármes del Darro. Un paisaje histórico a los pies de la Alhambra", Granada, Junta de Andalucía. Consejería de Cultura. Patronato de la Alhambra y Generalife, 2016, pp.88.

[4] Localización de los edificios certificados como Passivhaus https://passiv.de/en/03_certification/02_certification_buildings/02_certification_buildings.htm

[5] Anexo II de la Calificación energética del edificio. Obtenida mediante el programa de cálculo Ce3x (Herramienta CTE)

[6] Gáfrico combinación de características climáticas de la zona C3. Obtenido de la página Clima del programa de cálculo PHPP.

[7] Gáfrico combinación de características climáticas de la zona C3. Obtenido de la página Clima del programa de cálculo PHPP.

[8] Cálculo de tramitancias. Obtenido de la página Valores-U del programa de cálculo PHPP.

[9] Muestra de distribución de temperatura a lo largo de la envolvente mediante el programa THERM

[10] Características de los huecos y las pérdidas de calor de los huecos de fachada. Obtenido de la página Ventanas del programa de cálculo PHPP.

[11] Demanda de refrigeración. Obtenido de la página Refrigeración del programa de cálculo PHPP.

[12] Demanda de calefacción. Obtenido de la página Calefacción del programa de cálculo PHPP.

[13] Resumen del cálculo de pérdidas de calor. Obtenido de la página Calefacción del programa de cálculo PHPP.

