

# MEMORIA

■ TRABAJO FIN DE MÁSTER ■ ■ ■ ALUMNA: LAURA DELGADO REPESAS ■ ■ ■ TUTOR: EMILIO MARTÍN GUTIÉRREZ  
■ REHABILITAR PARA EL REFUGIO : ANTIGUA RESIDENCIA MILITAR DEL CUARTEL DE SANIDAD EN A CORUÑA ■ CURSO 2019/2020  
■ MÁSTER UNIVERSITARIO EN REHABILITACIÓN ARQUITECTÓNICA ■ ■ ■ UDC ■ ■ ■ ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA



*Realización gráfica llevada a cabo por el equipo de diseño de Lab RTVE.*

*"Quedó demostrado entonces que la llegada de personas refugiadas y migrantes crea condiciones de vida novedosas y positivas para el país de acogida. (...) Contribuyeron de manera destacada al desarrollo (...) y su huella perdura hasta el día de hoy." (Mario Amorós)*

## ÍNDICE

(1) INTRODUCCIÓN	[PÁGINA 01]
(1.1) OBJETO DEL TRABAJO	[PÁGINA 01]
(1.2) DESCRIPCIÓN GENERAL: PROPUESTA DE PLANTEAMIENTO	[PÁGINA 01]
(1.3) METODOLOGÍA	[PÁGINA 01]
(2) CONTEXTO HISTÓRICO Y ACTUAL	[PÁGINA 02]
(2.1) EDIFICACIÓN ESCOGIDA PARA REHABILITACIÓN	[PÁGINA 02]
(2.1.1) SITUACIÓN	[PÁGINA 02-03]
(2.1.2) EVOLUCIÓN HISTÓRICA	[PÁGINA 04]
(2.2) TEMÁTICA DEL USO PROPUESTO EN LA INTERVENCIÓN	[PÁGINA 04]
(2.2.1) LA CRISIS HUMANITARIA	[PÁGINA 04]
(2.2.1.1) SITUACIÓN ACTUAL	[PÁGINA 04-05]
(2.2.1.2) ORGANISMOS DE COOPERACIÓN	[PÁGINA 05]
(2.2.1.2) BARRERAS INTERPUESTAS	[PÁGINA 05-06]
(2.2.2) EL CASO DE ESPAÑA	[PÁGINA 06]
(2.2.2.1) PROCEDIMIENTO DE SOLICITUD DE ASILO	[PÁGINA 07]
(2.2.2.2) EL CASO DE A CORUÑA	[PÁGINA 07-08]
(3) ANÁLISIS CONSTRUCTIVO	[PÁGINA 09]
(3.1) DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA Y ESTRUCTURAL	[PÁGINA 09]
(3.2) DESCRIPCIÓN DE ESTADO ACTUAL	[PÁGINA 09]
(3.3) INSPECCIÓN TÉCNICA PRELIMINAR	[PÁGINA 09]
(3.3.1) EL INFORME TÉCNICO DE INSPECCIÓN	[PÁGINA 09-10]
(3.3.2) LESIONES	[PÁGINA 10]
(3.3.2.1) CLASES DE LESIONES	[PÁGINA 10]
(3.3.2.2) FICHAS DE LESIONES	[PÁGINA 11-23]
(3.3.2.3) GUÍA DE LESIONES	[PÁGINA 24]
(3.4) ANÁLISIS ESTRUCTURAL	[PÁGINA 25]
(3.4.1) FASES DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL	[PÁGINA 25]
(3.4.2) ANÁLISIS CON APLICACIÓN INFORMÁTICA (RFEM)	[PÁGINA 25-27]
(3.5) ANÁLISIS CLIMÁTICO	[PÁGINA 28-29]
(3.5.1) ANÁLISIS CON CLIMATE CONSULTANT	[PÁGINA 29]
(3.5.1.1) DATOS PREVIOS	[PÁGINA 29]
(3.5.1.2) PREPARACIÓN DE ARCHIVOS CLIMÁTICOS	[PÁGINA 30]
(3.5.1.3) SIMULACIÓN DE ARCHIVOS CLIMÁTICOS	[PÁGINA 31-32]
(3.5.1.4) ÁBACO PSICROMÉTRICO	[PÁGINA 32-33]
(3.5.1.5) ESTRATEGIAS PASIVAS RECOMENDADAS	[PÁGINA 33]
(3.5.1.6) SUGERENCIAS DE DISEÑO	[PÁGINA 34-35]
(3.5.2) GUÍA DE ARQUITECTURA PASIVA DE VIVIENDAS DE GALICIA	[PÁGINA 35]
(3.5.2.1) EMPLEO DE PASIVGAL	[PÁGINA 36-37]
(3.5.2.2) SUGERENCIAS DE DISEÑO	[PÁGINA 38]
(3.5.3) INSTALACIONES DE APOYO	[PÁGINA 39]
(3.6) ANALISIS ENERGÉTICO	[PÁGINA 39]
(3.6.1) ANÁLISIS CON HTFLUX	[PÁGINA 40-41]
(3.6.2) ANÁLISIS CON DESIGNBUILDER	[PÁGINA 41-47]
(4) PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	[PÁGINA 48]
(4.1) DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA	[PÁGINA 48]
(4.1.1) CONDICIONANTES DE PARTIDA	[PÁGINA 48]
(4.1.2) PLANTEAMIENTO PROPUESTO	[PÁGINA 48-49]
(4.2) ACTUACIONES EN EL ENTORNO: URBANISMO	[PÁGINA 49-50]
(4.3) ACTUACIONES EN INSTALACIONES	[PÁGINA 50]
(4.3.1) FONTANERÍA	[PÁGINA 50-52]
(4.3.2) SANEAMIENTO	[PÁGINA 52]
(4.3.3) CALEFACCIÓN	[PÁGINA 52-53]
(4.3.4) VENTILACIÓN	[PÁGINA 53]
(4.3.5) ELECTRICIDAD	[PÁGINA 53-55]
(4.3.6) PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	[PÁGINA 55-56]
(4.4) ACTUACIONES EN ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	[PÁGINA 56]
(5) CONCLUSIONES	[PÁGINA 57]
(6) BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	[PÁGINA 58-59]

## **(1) INTRODUCCIÓN**

---

### **(1.1) OBJETO DEL TRABAJO**

El presente documento corresponde al Trabajo Fin de Máster incluido en el programa formativo del Máster Universitario en Rehabilitación Arquitectónica (MURA) de la Universidad de A Coruña (UDC), elaborado durante el curso académico 2019-2020. Dicho trabajo, según la normativa de la titulación, implica *"el desarrollo de un proyecto, estudio o trabajo de investigación, (...), que a efectos prácticos comporte desplegar los conocimientos asimilados y las competencias adquiridas en el seno del título. Deberá servir para evaluar los resultados de la instrucción previa y el nivel de adquisición de destrezas y habilidades, considerando en todo caso el carácter especializado y multidisciplinar de la titulación."*

Las líneas temáticas dentro de las que deberá encuadrarse dicho trabajo serían las siguientes: proyectos de intervención, estudios de casos y/o sectoriales; y trabajos de investigación. En este caso, se optó por la primera opción: un proyecto de intervención en una edificación existente. El motivo de elegir esta temática y no otra, es el anhelo de, por una parte, plasmar lo aprendido durante el transcurso de las lecciones bajo un contexto real, y por otra, abordar una temática de uso tan preocupante actualmente como la que se plantea en una edificación que, a pesar de su relevancia, se encuentra en un estado de total abandono y consecuente deterioro.

### **(1.2) DESCRIPCIÓN GENERAL: PROPUESTA DE PLANTEAMIENTO**

La propuesta de rehabilitación se hará sobre la antigua residencia para jefes, oficiales y suboficiales solteros del cuartel de sanidad de la octava región militar de A Coruña, construida a mediados del siglo XIX y ubicada en una parcela que limita al sur con la Avenida Metrosidero, al oeste con la calle Veramar y al norte con el Paseo Marítimo, y por tanto situada en uno de los límites del barrio de la ciudad vieja. Este edificio, que comparte emplazamiento con otras construcciones cuyo uso estaba relacionado con dependencias del Ejército, ocupa un lugar privilegiado en la parcela, ubicándose en el extremo norte de la misma, y por consiguiente muy cercano al mar. Actualmente el edificio se encuentra en desuso desde la década de los años 80. Se escogió este edificio porque, además de considerarse un ejemplo digno de patrimonio a conservar, se creyó conveniente señalar la importancia de darle un nuevo uso, y asociar dicho uso con una de las problemáticas europeas más actuales, como es la necesidad de dar refugio temporalmente a personas que, por motivos varios, necesitan un hogar lejos de su país de origen. Por este motivo, se plantea la rehabilitación de esta antigua residencia como un centro de refugiados; que, como se explicará en detalle más adelante, se trata de un lugar en el que dichas personas se alojarán durante un corto período de tiempo, hasta que pasan a asentarse en una vivienda.

### **(1.3) METODOLOGÍA**

En lo referente a la metodología empleada para la realización de este trabajo, desde el momento de la elección de la temática a abordar, se han seguido diversos pasos. Hay que señalar que, para los trabajos solicitados en las asignaturas comprendidas en el programa de esta titulación, se realizaron estudios particulares sobre este mismo edificio, de manera que todo análisis específico quedase recogido y fuese de utilidad para este documento final. El proceso comprendió las siguientes acciones:

- Búsqueda de una construcción sobre la cual, por una serie de motivos (atractivo singular, contexto histórico, conocimiento previo del edificio, ubicación particular, abandono total...) sea lógico plantear un proyecto de rehabilitación.
- Obtención de información: fecha y motivo de su construcción, fases, programa inicial, sistema constructivo y estructural, planimetría existente. Empleo de ejemplares bibliotecarios, páginas web y documentos archivados en diversas dependencias culturales.
- Visita al edificio (en la medida de lo posible): fotografías, mediciones, toma de datos.
- Levantamiento de planos propios: a partir de la información existente y de los datos obtenidos en las mediciones, elaboración de planimetría de estado actual.
- Análisis y diagnóstico en profundidad del edificio y su entorno (análisis climático, estudio del soleamiento...)
- Aplicación de los conocimientos adquiridos durante el transcurso de las lecciones recibidas y la realización de los trabajos de las asignaturas requeridos: propuesta de proyecto de rehabilitación a partir del estudio del contexto físico (edificio) y de la investigación acerca de los requerimientos del uso propuesto.
- Reflexión acerca de las conclusiones extraídas durante el proceso de realización de este ejercicio.

## (2) CONTEXTO HISTÓRICO Y ACTUAL

### (2.1) EDIFICACIÓN ESCOGIDA PARA REHABILITACIÓN

#### (2.1.1) SITUACIÓN

El edificio elegido se encuentra en la ciudad de A Coruña, capital de provincia del mismo nombre dentro de la Comunidad Autónoma de Galicia (España).



Ubicación de A Coruña en el mapa de España (Wikipedia)



Ubicación de A Coruña en el mapa de la provincia (Wikipedia)



A Coruña ciudad y alrededores (elaboración mediante Snaazymaps)

Con referencia a la ciudad, se sitúa compartiendo lugar con otras edificaciones de índole militar (hoy en día todas ellas en desuso y abandono) en el extremo de una parcela situada al noreste de la península que forma la ciudad, flanqueada por: la avenida Metrosidero al sur, la calle Veramar al oeste, el Paseo Marítimo al Norte, y el complejo deportivo de la R.S. Hípica. Se trata de una zona límite entre la ciudad histórica y el barrio de Montealto, próxima a zonas turísticas como la plaza de María Pita o la Marina y también cercano a zonas de comercio de barrio como la calle de la Torre o la calle Orillamar.



Señalización de parcela y calles circundantes sobre mapa de Google Maps.

En lo referente al emplazamiento del edificio (en el extremo noreste de la parcela), hay que considerar ventajas e inconvenientes. Por una parte, existen ciertos condicionantes positivos innegables como son la proximidad al mar, con sus consecuentes vistas hacia la orilla opuesta de la ría (Mera, Miño...) y su emplazamiento con respecto a la ciudad. Por otra, dichos condicionantes positivos también acarrearán ciertas desventajas. En el caso de la proximidad al mar, en esa zona también implica la exposición plena al viento, y la mala orientación de esa fachada. En cuanto a la ubicación, existe cierta falta de comunicación del edificio con la vía pública, ya que por la cara norte existe un gran desnivel con respecto al paseo marítimo, que de momento no está salvado de ninguna manera, y desde la zona sur es necesario atravesar toda la parcela desde la Avenida Metrosidero para llegar al mismo y gran parte de ese acceso está bloqueado por la ampliación de instalaciones del complejo hípico. La posible solución a este tema volverá a tratarse en el proyecto de rehabilitación, en lo referente al urbanismo.



*Avenida Metrosidero (vista hacia el Este)*



*Rúa Veramar (vista hacia el Norte)*



*Confluencia entre Avenida Metrosidero, Rúa Veramar y Rúa Orillamar (vista hacia el Noroeste)*



*Rúa Veramar (vista hacia el Sur)*



*Paseo Marítimo (Vista hacia el Este)*



*Paseo Marítimo (Vista hacia el Oeste)*



*Vista al mar desde el Paseo Marítimo (Vista Norte)*



*Vista del edificio desde el Paseo Marítimo*



*Fachada Sur*



*Fachada Norte*

## (2.1.2) EVOLUCIÓN HISTÓRICA

La conversión de la ciudad de A Coruña en sede principal de la Ingeniería Militar en Galicia llevó consigo la construcción de ciertas edificaciones destinadas a ese tipo de uso, algunas de las cuales han pasado a formar parte del Patrimonio Histórico, como es el caso de este edificio en cuestión.

En el año 1943 se encarga la redacción de un informe para realizar el proyecto de "Residencia para jefes, oficiales y suboficiales solteros del cuartel de sanidad de la octava región militar". Se comienza entonces la construcción del edificio sobre el baluartillo de la Cruz de Roma, obra de la ingeniería militar del primer tercio del siglo XVIII. El programa de necesidades consistía en el alojamiento de cuatro oficiales y siete suboficiales, en plantas independientes. Los requisitos planteados eran: por una parte, una buena higiene en cuanto a saneamiento, ventilación e iluminación; y por otra, entradas independientes para cada una de las plantas superiores, y en consecuencia dos escaleras diferenciadas.

En cuanto a la vertiente estilística de la edificación, se hablará primero del contexto histórico en el que se construyó.

A finales del siglo XIX y principios del XX, en plenos inicios del Movimiento Moderno, comenzó a entrar en auge el diseño racionalista, y empezaron a tenerse en cuenta en particular los diseños realizados por ingenieros navales. Le Corbusier relataba en *Hacia una arquitectura* (1923) que *"ingenieros anónimos (...) han construido esas casas formidables que son los paquebotes. Nosotros, habitantes de tierra firme, carecemos de los medios de valoración y sería una suerte que para que aprendiéramos a descubrirnos ante las obras de la "regeneración" se nos brindase la oportunidad de recorrerlos kilómetros que representa la visita a un paquebote. (...) El paquebote es la primera etapa en la realización de un mundo organizado de acuerdo con el espíritu nuevo."* En la España de principios de siglo XX, convivieron varios estilos, y en ocasiones características de varios de ellos podían verse reflejadas en una misma construcción (estilo moderno, racionalismo, Art-Décó...). Comienzan entonces a verse obras de arquitectura que incorporaban elementos propios de la ingeniería naval (limpieza de formas y volúmenes, carencia de ornamentación, creación del elemento cornisa para rematar volúmenes y marcar horizontalidad, cambio de ángulos rectos por curvos en los extremos, barandillas metálicas tubulares, cubiertas planas y azoteas...) así como también del estilo moderno y del estilo Art-Décó. Esto puede apreciarse en obras como el Mercado de la Ribera de Bilbao, el Club Náutico de San Sebastián, El Real Club Náutico de Vigo, La Atalaya en A Coruña, y es el caso también del edificio que nos ocupa.

Son evidentes en este edificio rasgos de la arquitectura militar (composiciones y distribuciones muy marcadas por la geometría, construcción económica con materiales locales...), así como del estilo racionalista comentado anteriormente (cubiertas planas, formas náuticas, azoteas...). Todo esto se traduce también en fachada: creación de huecos estrictamente indispensables, mayor apertura de huecos al sur y menor proporción de huecos al norte, huecos de ventana en forma de óculo, barandillas tubulares en balcones...).

En cuanto al programa inicial, se planteó lo siguiente:

Planta baja: accesos, espacios auxiliares y salón para reuniones y juegos

Planta primera: dormitorios de suboficiales, cocina, salón y comedor.

Planta segunda: dormitorios de oficiales, cocina, salón, comedor y terraza.

Como se dijo anteriormente, el acceso a cada una de estas plantas era independiente, realizándose el acceso a la primera planta a través de una escalera situada en la parte posterior, con acceso directo desde el exterior; y el acceso a la segunda planta por la escalera principal, de mayor empaque y singularidad volumétrica y situada en el recibidor principal de planta baja.

A lo largo de los años se han ido realizando pequeñas modificaciones, si bien ninguna de ellas de gran notoriedad (cambios en tabiquería para ampliación de algún habitáculo, realización de armarios nuevos...).

## (2.2) TEMÁTICA DEL USO PROPUESTO EN LA INTERVENCIÓN

Como ya se ha dicho, el uso propuesto para esta rehabilitación es un centro de acogida para refugiados. En este apartado se intentará resumir en qué consiste actualmente el problema de la búsqueda de refugio, el procedimiento de asilo y las soluciones existentes en la actualidad en España.

### (2.2.1) LA CRISIS HUMANITARIA

#### (2.2.1.1) SITUACIÓN ACTUAL

Las personas refugiadas son aquellas que se han visto obligadas a huir de su país sin poder o querer retornar a él por temor a ser perseguido o atacado a causa de diferentes factores: guerras, regímenes dictatoriales, religión, pertenencia a un grupo social determinado, violencia arbitraria o destrucción del lugar de origen derivado de fenómenos relacionados con el cambio climático.

Solo el año pasado hubo 25 millones de desplazamientos internos provocados por desastres naturales (desde los años 70, se han duplicado los riesgos de desplazamiento por este motivo). Los desplazados climáticos se han visto obligados a huir dentro de sus propios países o a otros debido a catástrofes y peligros como tormentas, ciclones, inundaciones, sequías, incendios forestales y deslizamientos de tierra.

La discriminación racial o por el país de origen está detrás de muchos casos de desplazamiento forzado. El régimen racista apartheid que gobernó en Sudáfrica hasta 1994 es un ejemplo clásico de un sistema discriminatorio que expulsó a miles de personas de sus hogares. El caso de los Rohingya, la minoría étnica expulsada del norte de Myanmar y reubicada en Bangladesh, es otro ejemplo más cercano en el tiempo.

El debate sobre los refugiados suele mezclarse con una cuestión complementaria pero diferente: la inmigración. El exiliado no huye para mejorar unas condiciones económicas, sino para salvar su vida. Este caso exige un tratamiento distinto, ya que muchos refugiados terminarán residiendo de modo permanente o durante un largo período de tiempo en el destino que los acoga. Así lo enseña la experiencia histórica de este tipo de fenómenos: refugiados europeos o asiáticos que llegaron a América en el siglo XXI han permanecido allí, incluso después de haberse solventado el conflicto del que huyeron en primer lugar.

En la actualidad, casi 80 millones de personas viven forzosamente lejos de su hogar, cifra que supone el 1% de la población mundial y el número más alto jamás registrado; se trata de la mayor crisis humanitaria desde la Segunda Guerra Mundial. Más de un tercio de ellas se han visto obligadas a huir de sus países, mientras que 45,7 millones están desplazadas internamente y 4,2 millones están esperando la resolución de sus solicitudes de asilo.

Siria es ahora mismo el país de origen de la mayor parte de personas refugiadas en el mundo, seguida de Venezuela y Afganistán. El 85% trata de buscar refugio en países vecinos. Turquía, con 3,6 millones de personas refugiadas, es el principal país donde se quedan atrapadas debido a las políticas de cierre y externalización de fronteras de Europa. Colombia, Pakistán, Uganda y Alemania.

Más de 5.000 personas fallecieron en alguna ruta migratoria, el 35% en el Mediterráneo (manteniéndose como la ruta más mortal del mundo). En 2019 Grecia se convirtió de nuevo en la principal ruta de personas migrantes y refugiadas por mar a Europa, tras los obstáculos y las políticas de externalización de fronteras impuestas por España e Italia, provocando que dichos desplazamientos humanos se realicen cada vez en condiciones de mayor riesgo para la vida e integridad física de las personas.

### **(2.2.1.2) ORGANISMOS DE COOPERACIÓN**

Al término de la Segunda Guerra Mundial (1950) se funda la ACNUR (La oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados), para ayudar a los millones de europeos desplazados por el conflicto bélico.

La Comisión Española de Ayuda al Refugiado (CEAR) lleva desde 1979 defendiendo el derecho de asilo y los derechos humanos, promoviendo el desarrollo integral de las personas refugiadas que vienen huyendo de conflictos bélicos o de violación de derechos humanos, solicitantes de asilo, apátridas y migrantes con necesidad de protección internacional y/o en riesgo de exclusión social.

La Convención sobre el Estatuto de los Refugiados se aprobó en Ginebra en 1951 para dar una protección legal a los refugiados, definiendo sus derechos y estableciendo una serie de obligaciones que los países deben cumplir para protegerlos. En todo el mundo, 144 países han firmado la Convención. Una vez se les concede el estatus de "refugiados", los países están legalmente obligados a garantizarles una serie de derechos: derecho a la educación, al trabajo, a la vivienda y a la salud, además de ofrecerles documentación para legalizar su situación.

El 17 de diciembre de 2018, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó el Pacto Mundial sobre los Refugiados, un marco para una distribución previsible y equitativa de la carga y la responsabilidad, reconociendo que una solución sostenible a las situaciones de refugiados no se puede lograr sin la cooperación internacional.

Proporciona un plan para que los gobiernos, las organizaciones internacionales y otras partes interesadas aseguren que las comunidades locales obtengan el apoyo que necesitan y que las personas refugiadas puedan llevar vidas productivas.

Constituye una oportunidad única para transformar la manera en que el mundo responde a las situaciones de refugiados, beneficiando tanto a las personas refugiadas (desarrollo de su autosuficiencia, fomentar condiciones de regreso voluntario con seguridad a sus países) si lo desean como a las comunidades que los albergan (aliviar presiones, establecimiento de herramientas como financiamiento, alianzas y recopilación y distribución de datos).

En junio de 2019 el ACNUR publicó una estrategia de reasentamiento y vías complementarias para el periodo 2019-2021 que contempla que, hasta 2028, un millón de personas refugiadas deberían ser reasentadas y otros dos millones admitidas a través de vías complementarias. Se calculó que en 2019 habría 1,4 millones de personas refugiadas con necesidad de ser reasentadas, pero en el primer semestre solo 32.000 lo fueron. El problema actual es que los países que deberían acoger a personas desplazadas no lo hacen, por temor a verse saturados con la llegada masiva de personas que piden asilo.

A consecuencia de la pandemia de la COVID-19 y la situación de emergencia sanitaria global decretada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), los programas de reasentamiento para 2020 se paralizaron. En este contexto actual de emergencia mundial, preocupa especialmente su impacto en los países que acogen a un mayor número de personas desplazadas forzosamente, ya que a menudo están desbordados en sus capacidades. Por esta razón, el ACNUR ha recordado que los Estados han de respetar el derecho internacional y el principio de no devolución, incluso en una circunstancia como la actual. La situación provocada por la COVID-19 ha puesto en evidencia la necesidad de una respuesta común, solidaria y basada en el principio de responsabilidad.

### **(2.2.1.2) BARRERAS INTERPUESTAS**

Para la mayoría de los refugiados y desplazados del mundo, los problemas no terminan cuando consiguen huir de su país. Una vez llegan a su destino, deben hacer frente a problemas relacionados con el reinicio de su forma de vida en un lugar con otra lengua, otras costumbres y otro modo de relacionarse:

-INSERCIÓN LABORAL

Un estudio publicado en 2016 por la fundación Bartelsmann señalaba que el porcentaje de paro entre la población refugiada de la Unión Europea era mayor que entre la población inmigrante y mucho más alta que la población local, apuntando a que las políticas del país de destino se centran más en la recepción que en la integración en el mercado laboral. A pesar de esto, numerosos estudios tanto en Europa como en países en vías de desarrollo demuestran que el efecto de los refugiados en las

economías locales es siempre positivo. Los gastos que producen son inferiores a los beneficios que reportan a los países de acogida en forma de impuestos sobre el consumo y productividad laboral.

La formación y el empleo son pilares básicos para la inclusión plena de las personas solicitantes y refugiadas. Entre las dificultades más comunes que influyen directamente en su inserción laboral están: la experiencia traumática del exilio, el desconocimiento del idioma, las dificultades de conciliación, el no reconocimiento de la formación y la experiencia laboral en el país de origen, la provisionalidad de la documentación, que genera mucha desconfianza en el sector empresarial; y la falta de un entorno familiar y social y de redes de apoyo mutuo.

#### -EDUCACIÓN

Casi la mitad de las personas en busca de refugio son niños que tuvieron que interrumpir su proceso educativo. Solo un 61% de los niños refugiados tienen acceso a la educación primaria, frente a una media del 91% a nivel mundial. En educación secundaria las diferencias son aún más claras, con solo un 23% de refugiados adolescentes matriculados frente a un 84% a nivel mundial. La educación debe ser inclusiva y concebirse como un modelo que posibilite la cobertura de las necesidades de aprendizaje tanto de niños y niñas como de personas adultas, con especial énfasis en aquellas personas en situación más vulnerable y en riesgo de exclusión social. Constituye una herramienta para potenciar sus oportunidades, así como para prevenir la pobreza y la exclusión social, ya que determinará las oportunidades futuras de empleabilidad. Sin embargo, existe un porcentaje muy reducido de jóvenes solicitantes de protección internacional que no acceden a la etapa universitaria debido a la necesidad de incorporarse al mercado laboral para apoyar a su unidad familiar y a otros motivos, como el dominio insuficiente del idioma o las escasas ayudas que contempla el sistema para apoyar dichos estudios.

La experiencia de CEAR permite afirmar que el desarrollo educativo de los niños y niñas y jóvenes solicitantes en los ciclos educativos inferiores es proporcional al resto de la población en estas edades, incluidas por supuesto las consideraciones específicas de formar parte de familias en situación de especial dificultad social y lo que lleva asociado a dicho desarrollo educativo.

#### -SALUD FÍSICA Y MENTAL

Habiendo estado sometidos a situaciones de violencia y gran tensión bien en su país de origen o en el tránsito hacia su destino, muchos refugiados padecen traumas que requieren tratamiento médico, especialmente en niños. No se trata solo del estrés postraumático derivado de dichas situaciones vividas, sino también de lo que viven aquí: condiciones de vida difíciles, situaciones de discriminación, carencia de medios económicos, y falta de redes de apoyo.

Si, como la OMS, se concibe la salud como "un estado de bienestar físico, mental y social", y no solo como la ausencia de enfermedad, muchas de las desigualdades en esta materia se relacionan con las dificultades de acceso de las personas solicitantes de protección internacional a prestaciones básicas que no son cubiertas por el sistema público de salud, tales como la atención odontológica, óptica, recursos protésicos y sobre todo la atención en salud mental.

2019 estuvo marcado por una tendencia creciente de atención en el sistema de acogida a personas con enfermedades severas y crónicas; con problemas agudos de salud mental (trastornos de personalidad, estados de depresión o ansiedad y crisis agudas que requirieron hospitalizaciones); a víctimas de violencias múltiples; a personas de edad avanzada o con patologías médicas diversas con necesidad de tratamiento, hospitalizaciones, intervenciones quirúrgicas y apoyo emocional y personas solas con politoxicomanías sin control médico periódico. Tampoco han sido escasas las familias acogidas en las que algún miembro, generalmente niños y niñas, ha presentado un grado de discapacidad o trastorno madurativo que ha requerido el seguimiento de otros profesionales (psicólogos, profesionales del centro escolar, servicios especializados...).

El sistema sanitario no se ha adaptado a la realidad multicultural de la sociedad actual, lo que origina el alejamiento y la desconfianza por parte de la población foránea, más aún cuando existe una barrera idiomática que dificulta la comunicación entre personal médico y paciente.

#### -INTEGRACIÓN SOCIAL

Para asegurar la plena inclusión de las personas refugiadas y solicitantes de protección internacional no puede olvidarse tampoco el derecho a la participación en la comunidad y, por ende, hay que poner de relieve las barreras que lo dificultan, tanto el desconocimiento del idioma o las diferencias culturales, como los estereotipos y los prejuicios.

En los espacios formales de participación, como los sindicatos, las asociaciones vecinales o los clubes deportivos, existe una escasa presencia de personas migrantes y refugiadas. Sin embargo, a medida que aumenta el tiempo de permanencia en el país, crece también su participación, principalmente en asociaciones de inmigrantes, quizás por sentirse más identificadas y afines con sus miembros. Otro aspecto importante relacionado con la participación comunitaria es el derecho al ocio como parte de un proceso de desarrollo que conduzca a una vida normalizada en nuestra sociedad.

El ocio implica la posibilidad de manifestar emociones, salir de la rutina cotidiana y sentirse parte de la comunidad en la que se vive; es, por tanto, una herramienta fundamental para la inclusión. Pero, a pesar de todo ello, no suele estar contemplado en los procesos de intervención de los recursos sociales, como si fuera un privilegio reservado a una parte de la población.

### **(2.2.2) EL CASO DE ESPAÑA**

A lo largo de 2019 en España se presentaron un total de 118.264 solicitudes de asilo, más del doble que el año anterior. Un 77% del total de refugiados procedía de Venezuela, Colombia, Honduras, Nicaragua, El Salvador y Perú. España se situó en el tercer lugar entre los países de la UE que más solicitantes atendieron detrás de Alemania y Francia, y por delante de Grecia e Italia. El porcentaje de solicitudes presentadas en España es del 16% del total de la Unión Europea. A pesar de esto, de las solicitudes de asilo resueltas, solo el 5,2% fueron favorables, muy lejos del 31% de media europea.

Las autoridades españolas concedieron la autorización de residencia por razones humanitarias a cerca de 40.000 personas, en su inmensa mayoría originarias de Venezuela, mientras que más de 17.000 solicitudes fueron denegadas, entre ellas muchas que proceden de países en conflicto o con graves situaciones de desprotección. Esto puso de manifiesto, una vez más, la necesidad de reforzar el Sistema de Acogida e Integración de Personas Solicitantes de Protección Internacional, a pesar de que duplicó su capacidad desde las 4.000 plazas de diciembre de 2016 hasta las 8.000 de un año después y ha impulsado un crecimiento constante a través de las ONG hasta alcanzar las 9.000 a finales de 2019. Un incremento sustancial, pero insuficiente, para atender a las más de 324.000 personas que han solicitado asilo en el mismo periodo de tiempo (el mayor número anual de solicitantes de protección internacional hasta la fecha). La saturación originó que para acceder a una plaza de acogida temporal el plazo medio de espera creciera de cuatro a seis meses. A pesar de aumentar el personal de la Oficina de Asilo y Refugio y de designar más comisarías de Policía Nacional para formalizar solicitudes, estas medidas han sido insuficientes para ofrecer una respuesta adecuada a las necesidades de protección internacional de un número creciente de personas, en cumplimiento de las obligaciones legales de España.

### **(2.2.2.1) PROCEDIMIENTO DE SOLICITUD DE ASILO**

En 2019, debido al elevado número de peticiones de protección internacional, fue mayor el esfuerzo económico que las diferentes administraciones realizaron para dar cobertura a las necesidades básicas de las personas refugiadas y solicitantes de asilo. No obstante, persisten grandes desigualdades en el acceso a los derechos sociales. En concreto, en el caso de las rentas básicas, hay un importante desequilibrio entre los criterios establecidos por las diferentes comunidades autónomas.

Así, en Andalucía entre los requisitos para solicitar su Renta Mínima de Inserción Social se exige un año de empadronamiento en el mismo domicilio y no percibir otras ayudas económicas. Por tanto, las personas solicitantes de protección internacional que están en la etapa final de su itinerario del sistema de acogida estatal no la pueden solicitar hasta que no han finalizado completamente el itinerario, lo que supone que se quedan un largo período de tiempo sin ningún apoyo económico hasta que se resuelve la solicitud de dicha prestación.

En el caso de Navarra, los requisitos de acceso a la Renta Garantizada estipulan con carácter general un año de empadronamiento para familias con menores y dos para el resto. Sin embargo, a las personas solicitantes de protección internacional no se les aplica este requisito, sino que todas ellas la pueden solicitar desde el año de empadronamiento. Además, la solicitud puede cursarse mientras se perciben las ayudas del sistema de acogida estatal.

En Euskadi, para solicitar la Renta de Garantía de Ingresos se exige al menos tres años consecutivos de empadronamiento en la comunidad o haberlo estado al menos cinco años seguidos durante los últimos diez, además de que se hayan agotado todas las ayudas posibles (prestaciones y subsidios por desempleo, pensiones...).

En el caso de la Comunidad de Madrid, las personas solicitantes de protección internacional están excluidas del derecho a la prestación de la Renta Mínima de Inserción porque no se reconoce su autorización de residencia temporal como documento válido para poder acceder.

Queda patente, pues, una llamativa disparidad de criterios y la descoordinación entre el Gobierno central y las administraciones autonómicas en materia de prestaciones para este colectivo y la falta de un esfuerzo compartido para favorecer su inclusión.

En cuanto al procedimiento completo de solicitud de asilo en España, funciona de la siguiente manera:

1º SOLICITUD DE ASILO: Presentación de la solicitud de asilo para su tramitación. Primera acogida en hostales o albergues.

2º ACOGIDA TEMPORAL: Si la solicitud es denegada, se lleva a cabo una revisión de la solicitud y de las condiciones y características individuales de la persona demandante. Si es aceptada, se concede la acogida temporal (normalmente seis meses, o nueve meses en los casos más vulnerables) en centros gubernamentales o gestionados por ONGs mientras se resuelve su situación legal. En este tiempo, las personas solicitantes reciben clases de español, atención sanitaria, escolarización, alimento y vestuario.

3º INTEGRACIÓN: Salida del centro y acogida en una vivienda subvencionada durante los seis meses siguientes.

4º AUTONOMÍA: Independencia económica total con apoyo constante en la búsqueda de empleo.

El derecho a disfrutar de una vivienda en condiciones adecuadas es una necesidad prioritaria para garantizar la dignidad y el desarrollo integral. Su obtención es complicada debido a las dificultades del mercado inmobiliario y a que persiste una discriminación por motivos raciales, étnicos, de género, de orientación sexual, religión o situación económica, además de la singularidad de su propia condición.

Los precios elevados de la vivienda en alquiler en muchas ciudades son inasequibles para las personas beneficiarias de las prestaciones del sistema de acogida, puesto que carecen de avales e ingresos. En ocasiones, su única opción surge en barrios con un elevado índice de marginalidad, lo que les aboca a unas condiciones de vida alejadas de las que las entidades especializadas consideran necesarias para alcanzar un proceso adecuado de inclusión con acceso a los derechos básicos.

Asimismo, cabe señalar la enorme inseguridad respecto a la posibilidad de mantener dicha vivienda cuando finalicen las ayudas del Sistema de Acogida e Integración y esto ocasiona una inestabilidad e inquietud permanentes, especialmente en el caso de las familias con niños y niñas menores a cargo.

Por estos motivos, es importante que el paso 2 del proceso de asilo (la acogida en un centro) sea una experiencia positiva, ya que esto mejorará la percepción de la estancia, y a su vez promoverá una actitud más positiva hacia los siguientes pasos a dar hasta conseguir la independencia, y por eso se ha escogido este uso para el edificio a rehabilitar.

### **(2.2.2.2) EL CASO DE A CORUÑA**

Lo más similar a un centro dedicado íntegramente a refugiados que existe ahora mismo en los alrededores de A Coruña es la sede de la Cruz Roja en Vigo, un antiguo hospital rehabilitado que reparte su programa entre centro de día para mayores y centro de refugiados, tratándose del primer espacio creado en Galicia para este fin (hasta ese momento, existían espacios para acogida de personas solicitantes de asilo, pero eran pisos), con capacidad para 31 personas. En algunos casos son familias de 3, 4, 5 y hasta 6 miembros, y en algunos casos un único solicitante.

En cuanto a la procedencia, en Galicia, un tercio de las solicitudes de asilo provienen de personas con nacionalidad venezolana. Le siguen las nacionalidades de Colombia, Georgia, Ucrania y Siria.

En 2016, el alcalde de A Coruña (en aquel momento, Xulio Ferreiro) anunciaba la movilización de sus recursos institucionales y sociales para ofrecerse como "ciudad refugio", convocando reuniones con asociaciones benéficas de la ciudad y entidades sociales vinculadas con movimientos migratorios, para valorar las aportaciones que se podían hacer desde ese ámbito, proponiendo el diseño de un plan de acogida a humanitaria con el desarrollo de una mesa de apoyo a personas solicitantes de asilo.

A finales de 2017, el ayuntamiento coruñés contabilizaba hasta 217 refugiados viviendo en la ciudad, dentro de los programas de acogida que comparten la Asociación Comisión Católica Española de Migraciones (Accem) y Cruz Roja, con un aumento de 47 plazas con respecto a las disponibles en 2016.

Por estos motivos, por existir un aumento inequívoco de solicitudes y ninguna propuesta de programa arquitectónico completo e íntegramente dedicado a esta causa, se propone la rehabilitación del edificio escogido como un centro de refugiados de primera acogida, cuyo programa se explicará en el apartado pertinente.

### (3) ANÁLISIS CONSTRUCTIVO

---

#### (3.1) DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA Y ESTRUCTURAL

En cuanto a los materiales, se emplearon los más adecuados para poder llevar a cabo una construcción lo más económica posible.

- Cimentación: A falta de más información, suponemos que coincide con la escasa planimetría existente y que se trata de zapatas corridas ataludadas bajo los muros de hormigón.
- Estructura: Pórticos de hormigón armado y tramos de muros de carga de hormigón en masa en planta baja. Pilares de hormigón armado en planta primera y segunda. Vigas planas y de canto de hormigón armado. Forjados de 20cm de casetones con nervios in situ. En algunas zonas (especialmente las zonas voladas) losa bidireccional de hormigón armado.
- Cubierta: Vigas de hormigón. Material de revestimiento: zinc.
- Aleros y petos: Realizados en hormigón.
- Cerramiento: Muros de hormigón con cámara de aire interior y rasilla de ladrillo.
- Particiones interiores: Ladrillo de rasilla, en ocasiones doble.
- Falsos techos: De madera.
- Pavimentos: Predominantemente baldosa hidráulica, y corcho en las estancias más nobles (dormitorios y salones de planta segunda).
- Revestimientos: Mortero de cemento pintado de blanco en toda la envolvente exterior excepto en las zonas que se revisten con ladrillo rojo prensado (planta baja y entre carpinterías de planta segunda). En interiores, mortero y alicatados en función del tipo de estancia. Se planteó pintura en todas las estancias exceptuando estancias húmedas, alicatadas en cerámica de formato pequeño. En algunas zonas, revestimiento de madera hasta la mitad de la altura de la habitación.
- Instalaciones: Bajantes y tuberías metálicas.

#### (3.2) DESCRIPCIÓN DE ESTADO ACTUAL

Actualmente el edificio se encuentra en estado de abandono. En el momento en el que se comenzó la investigación para elaborar este trabajo, todavía se podía acceder a la construcción (por esto existe suficiente documentación gráfica actual), pero actualmente las entradas están tapiadas, y el acceso a la parcela es restringido.

A partir de la toma de datos e inspección del exterior e interior, se aprecia lo siguiente:

- El propio estado de abandono propicia que no se realice ningún tipo de mantenimiento a nivel de limpieza, con lo cual las fachadas están recubiertas de suciedad. A mayores, al no haber existido hasta hace poco un control de acceso a la parcela, hay destrozos en los interiores y muchos *graffiti* tanto en cerramientos, por el interior y exterior, como en tabiquería.
- Desaparición de todas las carpinterías, lo que ha derivado en una degradación muy rápida de los interiores por acción de agentes climáticos externos. Por estas razones se aprecian eflorescencias, hongos, vegetación, filtraciones de agua constantes, fisuras, grietas, corrosión de las armaduras en algunos puntos por desprendimiento del recubrimiento...
- Interiormente, faltan todos los detalles decorativos en madera que conformaban el tratamiento similar al interior de un barco que se le había dado a la sala de reuniones de planta baja.

En el apartado 3.3.2.2 (fichas de lesiones) se incluyen imágenes de estado actual del edificio.

#### (3.3) INSPECCIÓN TÉCNICA PRELIMINAR

En este apartado se relatará cómo, en base al análisis del edificio, se señalarán las lesiones observadas y se reflejará el origen preliminar de las causas, los efectos, y las pruebas para una inspección complementaria. Es de gran importancia reconocer todos los procesos patológicos que pueden intervenir en una edificación, tanto antigua como nueva, pero sobre todo (y en nuestro caso, por ser la temática de la titulación) la importancia de las lesiones en edificios a rehabilitar. Solamente así podremos tomar decisiones fundadas a la hora de acometer una actuación en un elemento construido, sobre todo teniendo en cuenta que en muchas ocasiones el presupuesto requerirá el poder recuperar todos los elementos posibles de la edificación para evitar gastos innecesarios.

##### (3.3.1) EL INFORME TÉCNICO DE INSPECCIÓN

El informe técnico consiste en un documento informativo, redactado por un técnico competente y basado en un reconocimiento organoléptico de posibles lesiones que pueda tener el edificio en cuestión. Es una simple exposición de datos, hechos o recomendaciones, en la que prima el dato y la descripción, dirigida a documentar aspectos técnicos. No se debe confundir con un dictamen técnico.

Conviene la explicación de diversos conceptos clave a la hora de entender qué involucra un estudio patológico:

**PATOLOGÍA (CONSTRUCTIVA):** Ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio (o en alguna de sus unidades) después de su ejecución.

**PROCESO PATOLÓGICO CONSTRUCTIVO:** Proceso que comprende la lesión de un producto de construcción, la(s) causa(s) que la originan y su evolución.

**PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN:** Materiales o elementos compuestos por ellos, elaborados para su incorporación permanente a las obras.

**LESIÓN:** Es el daño que se manifiesta en un producto de construcción, como resultado de un proceso patológico constructivo.

**CAUSA:** Agente, activo o pasivo, que actúa como origen de un proceso patológico constructivo y que desemboca en una lesión.

**DIAGNÓSTICO:** Identificación de la lesión, de la/s causa/s que la provocan y de su reparación.

**REPARACIÓN:** Intervención para recuperar la prestación de un producto constructivo, anulando la/s causa/s de la lesión y suprimiendo la misma.

**SUSTITUCIÓN:** Reemplazo de un producto constructivo, que haya dejado de cumplir su función.

**MANTENIMIENTO:** Conjunto de operaciones y cuidados a efectuar periódicamente para prevenir el deterioro de un edificio y mantenerlo en buen estado.

La conservación y restauración de un edificio implica previamente el conocimiento y comprensión de todos los procesos patológicos y diseño de soluciones constructivas para su reparación. Para las actuaciones de reparación resulta imprescindible proceder previamente a un correcto diagnóstico de los procesos patológicos que afectan al edificio o a los elementos constructivos a reparar. El diagnóstico debe indicarnos tanto las lesiones aparentes, identificando correctamente cada una de ellas cuando aparecen varias simultáneamente, como los procesos patológicos ocurridos, con objeto de precisar las causas (directas e indirectas) que han facilitado la aparición de los procesos. La identificación de estas causas resulta primordial antes de proponer ningún tipo de actuación.

### **(3.3.2) LESIONES**

#### **(3.3.2.1) CLASES DE LESIONES**

Para realizar las fichas de identificación de las lesiones aparentes en el edificio, hablaremos primero de las clases y causas de las lesiones, para así saber a qué situación nos referimos cuando las calificamos más adelante.

Clases de lesiones por su naturaleza:

- Lesión física: humedades, suciedades por partículas, tinciones y erosiones físicas.
- Lesiones mecánicas: fisuras y grietas, desprendimientos y erosiones mecánicas.
- Lesiones químicas: oxidación, corrosión, eflorescencias, organismos y erosiones químicas.

Clases de lesiones por cuándo se producen:

- Lesión primaria: es la que aparece en primer lugar en la secuencia de un proceso patológico.
- Lesión secundaria: es la que surge como consecuencia de una lesión primaria anterior.

Clases de lesiones por su riesgo inherente:

- Lesión leve: cuando no afecta a la seguridad del edificio, ni constituye riesgo para sus usuarios o terceros.
- Lesión importante: cuando afecta a la seguridad del edificio, pero no constituye riesgo alguno para los usuarios o terceros.
- Lesión grave: cuando afecta a la seguridad del edificio y representa un peligro para los usuarios o terceros.

Causas de lesiones:

- Directas: aquellas que ponen en marcha un proceso patológico y que son origen de la lesión o lesiones que se producen en un producto constructivo.
  - Mecánicas: sollicitaciones de esa naturaleza que actúan sobre el producto.
  - Físicas: cambios de temperatura, de grado de humedad, viento y contaminación atmosférica, son las más destacables.
  - Químicas: reacciones de esa naturaleza, que se producen en la formación de los productos constructivos o en su reacción con productos o medios que están en contacto con ellos.
- Causas indirectas: aquellas que pueden generar una causa directa:
  - Debidas a defectos de proyecto.
  - Debidas a defectos de ejecución.
  - Debidas a defectos de mantenimiento.
  - Debidas a efectos sobrevenidos.

Las fichas las dividiremos en seis grandes grupos según el tipo de lesión a la que hagamos referencia: HUMEDADES, DESPRENDIMIENTOS, FISURAS Y GRIETAS, EROSIONES, FENÓMENOS DE OXIDACIÓN-CORROSIÓN y SUCIEDADES.

En cuanto a los niveles de daño del hormigón, los definiremos de la siguiente manera:

- Ninguno / muy leve: Algunas fisuras de ancho menor a 0.2 mm, casi imperceptibles sobre la superficie del hormigón.
- Leve: Fisuración perceptible a simple vista, con anchos entre 0.2 mm y 1.0 mm sobre la superficie del hormigón.
- Moderado: Grietas con anchos entre 1.0 mm y 2.0 mm en la superficie del hormigón, pérdida incipiente del recubrimiento.
- Fuerte: Agrietamiento notable del hormigón, pérdida del recubrimiento y exposición de las barras de refuerzo longitudinal.
- Severo: Degradación y aplastamiento del hormigón, agrietamiento del núcleo y pandeo de las barras de refuerzo longitudinal. Deformaciones e inclinaciones excesivas.

### (3.3.2.2) FICHAS DE LESIONES

#### (A) HUMEDADES

##### FICHA A.1: AGUA DE CAPILARIDAD

###### CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: física
- por cuándo se produce: primaria
- por riesgo inherente: leve

###### CAUSA DE LESIÓN: directa (física)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: El agua de capilaridad es el agua líquida que asciende por la red capilar de un material, en virtud de su tensión superficial y en contra de la gravedad. Deja de subir cuando se establece un equilibrio entre las fuerzas de ascensión y el peso de la columna de líquido. En este caso, el agua sube desde el subsuelo hasta superar la rasante del terreno. La altura de ascensión viene dada por el tamaño de los poros y su estructura interna.

###### EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Presencia de agua que puede dar lugar a la aparición de hongos, mohos, líquenes, musgos...
- Deterioro del mortero de revestimiento y disminución de sus capacidades mecánicas, aumentando la pérdida de adherencia.
- Aparición de suciedades por depósito.

###### PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- Utilización del higrómetro para localizar las zonas con mayor presencia de humedad y reducir la posibilidad de ataques químicos
- Utilización de termografía para estudiar el comportamiento térmico y la presencia de humedades.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Zócalos exteriores del lado Este del edificio. (Consultar guía de lesiones en fachadas)

###### FOTOGRAFÍAS:



## FICHA A.2: EFLORESCENCIAS

### CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: física
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

### CAUSA DE LESIÓN: directa (física)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Las eflorescencias son el efecto de las cristalizaciones de sales hidrosolubles, que se producen en materiales porosos, mojados o saturados, que están en contacto con el exterior. Hay aportación de agua y las sales se disuelven en ella; el agua se mueve hacia el sitio en que puede evaporarse; una vez que se evapora, las sales cristalizan produciendo la lesión. En este caso se producen la superficie del material.

### EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Constituyen una lesión estética grave, en forma de mancha, en este caso blancuzca, aunque puede ser de otros colores (pardas o amarillas) según la naturaleza de las sales.

### PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- Utilización del higrómetro para localizar las zonas con mayor presencia de humedad y reducir la posibilidad de ataques químicos
- Utilización de termografía para estudiar el comportamiento térmico y la presencia de humedades.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Zócalo exterior de la fachada Este del edificio (Consultar guía de lesiones en fachadas) y zona de acceso en las escaleras principales.

### FOTOGRAFÍAS:



### FICHA A.3: AGUA ACCIDENTAL

#### CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: física
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

#### CAUSA DE LESIÓN: indirecta

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Es aquella agua líquida que se encuentra accidentalmente en el edificio. Las causas más habituales que originan su presencia son: rotura de canalones o mal dimensionado de los mismos (cubiertas y fachadas); rotura de bajantes, obturación o mal funcionamiento de las mismas (fachadas o interior del edificio); rotura de tuberías conductoras de agua (por sobrepresión, por acción mecánica puntual o zonal, por corrosión en tuberías metálicas) situadas en fachadas o en el interior del edificio; o aberturas de huecos inadecuadas (fachadas o cubiertas).

#### EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Presencia de agua de forma puntual y abundante o bien de forma lineal, que puede dar lugar a la aparición de hongos, mohos, líquenes, musgos...
- Deterioro del mortero de revestimiento y disminución de sus capacidades mecánicas, aumentando la pérdida de adherencia.
- Aparición de suciedades por depósito.

#### PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- No se proponen.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Esquinas en zonas de roturas de bajantes y en zona de grieta en el peto de terraza (filtración de agua de lluvia hacia la fachada) (Consultar guía de lesiones en fachadas)

#### FOTOGRAFÍAS:



(B) DESPRENDIMIENTOS

FICHA B.01: DESPRENDIMIENTOS DEL MORTERO (POR PÉRDIDA DE ADHERENCIA POR MOVIMIENTOS DEL MORTERO)

CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: mecánica
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

CAUSA DE LESIÓN: directa (mecánica)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Los posibles movimientos del mortero generan tensiones que pueden romperlo, en forma de fisuras o de grietas. Tanto unas como otras provocan el desplazamiento del mortero, permitiendo, las grietas, la entrada de agua en su trasdós, facilitando el desprendimiento. Dichos movimientos pueden tener diversos orígenes, que se pueden resumir en:

- Variaciones de temperatura, con dilataciones y contracciones del mortero.
- Variaciones en el contenido de humedad, con expansiones y retracciones físicas.
- Retracciones químicas durante el fraguado y el endurecimiento en los morteros derivados del cemento.
- Acciones mecánicas, como impactos y rozamientos.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Mayor facilidad de ataque a armaduras interiores, así como de entrada de agua.

PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- Utilización del fibroscopio para comprobar la composición interior de los muros y localizar grietas y pérdidas de adherencia.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Fachada Este y esquina de fachada Oeste (Consultar guía de lesiones en fachadas)

FOTOGRAFÍAS:



FICHA B.02: DESPRENDIMIENTOS DEL MORTERO (POR PÉRDIDA DE ADHERENCIA POR MOVIMIENTOS DEL SOPORTE)

CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: mecánica
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

CAUSA DE LESIÓN: directa (mecánica)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Los posibles movimientos del soporte al que se adhiere el mortero generan tensiones que pueden romperlo, en forma de fisuras o de grietas. Tanto unas como otras provocan el desplazamiento del mortero, permitiendo, las grietas, la entrada de agua en su trasdós, facilitando el desprendimiento. En este caso, se debe a la flexión de los voladizos y a los movimientos por dilatación del forjado de la terraza.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Ocasionan roturas en el mortero, con efectos similares a los descritos en el apartado anterior. Suelen ser causa de desprendimientos zonales.

PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- Retirada de testigos de hormigón para verificar su resistencia en laboratorio.
- Medición de resistencia con esclerómetro combinado con ultrasonidos, y corroborada con la obtenida por laboratorio.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Encuentro por fachada entre peto de terraza y forjado, y voladizos (Consultar guía de lesiones en fachadas)

FOTOGRAFÍAS:



FICHA B.03: DESPRENDIMIENTOS DEL MORTERO (POR PÉRDIDA DE ADHERENCIA POR ELEMENTOS INFILTRADOS)

CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: física
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

CAUSA DE LESIÓN: directa (mecánica)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: En la junta de unión entre soporte y mortero, pueden aparecer espacios o micro espacios susceptibles de alojar algún elemento ajeno a ambos. Es el caso del agua y de diversas sales. En cuanto al agua, su sola presencia disminuye la adherencia entre base y recubrimiento. Si además se congela, aumenta de volumen (hasta un 9%) desarrollando presiones osmóticas de más de 50 atmósferas, que favorecen el desprendimiento del mortero. En cuanto a las sales, pueden cristalizar con aumentos de volumen de hasta el 35%, lo que produce un empuje perpendicular al plano de la junta, que puede provocar su desprendimiento.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Desprendimientos zonales. Facilidad de ataque a armaduras.

PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- Utilización del higrómetro para localizar las zonas con mayor presencia de humedad y reducir la posibilidad de ataques químicos
- Utilización de termografía para estudiar el comportamiento térmico y la presencia de humedades.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Caras inferiores de los voladizos, alféizares de huecos (Consultar guía de lesiones en fachadas). En el interior, zonas de planta baja revestidas con mortero.

FOTOGRAFÍAS:



FICHA B.04: DESPRENDIMIENTOS DE PINTURAS (POR PÉRDIDA DE ADHERENCIA POR ELEMENTOS INFILTRADOS)

CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: mecánica
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

CAUSA DE LESIÓN: directa (mecánica)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Los desprendimientos, si los hay, suelen presentarse en forma de exfoliaciones (escamas). Se deben a la presencia de grietas en la pintura que permiten la filtración de agua líquida en su trasdós.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Desprendimiento de escamas de pintura, a menudo en áreas de gran dimensión.

PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- Utilización del higrómetro para localizar las zonas con mayor presencia de humedad y reducir la posibilidad de ataques químicos
- Utilización de termografía para estudiar el comportamiento térmico y la presencia de humedades.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Todas las zonas interiores revestidas con pintura (paramentos y techos)

FOTOGRAFÍAS:



(C) FISURAS, GRIETAS Y ROTURAS

FICHA C.1: FISURA EN TABIQUES INTERIORES POR DEFORMACIÓN DEL FORJADO

CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: mecánica
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

CAUSA DE LESIÓN: indirecta (defecto de proyecto)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Fisuración en tabiques interiores debido a la flexión del forjado, probablemente por canto reducido. Los tabiques perpendiculares a fachada se agrietan a 45º, prolongándose esa fisura en horizontal en el tabique paralelo a fachada.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- En caso de llegar a una situación de grieta de ancho considerable (que no es el caso), habría peligro de derrumbe del tabique (o de parte del mismo) si se produce algún empuje horizontal contra el mismo.

PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- Retirada de testigos de hormigón para verificar su resistencia en laboratorio.
- Medición de resistencia con esclerómetro combinado con ultrasonidos, y corroborada con la obtenida por laboratorio.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Tabiques interiores del lado sur del edificio, en planta primera y segunda.

FOTOGRAFÍAS:



FICHA C.2: ROTURA HORIZONTAL EN ENCUENTRO DE PETO CON FORJADO DE TERRAZA

CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: mecánica
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

NIVEL DE DAÑO DEL HORMIGÓN: moderado

CAUSA DE LESIÓN: indirecta (defecto de ejecución)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Los forjados de hormigón, por ser derivados de los cementos, disminuyen de volumen (retracción química), al igual que los morteros, durante su fraguado y su endurecimiento, por pérdida de agua de amasado. Estos movimientos, que pueden ocasionar su rotura, pueden también arrastrar a otros materiales que estén en contacto con ellos, ocasionándoles lesiones. El problema se hace más patente en las esquinas, produciéndose roturas en los dos muros que la forman.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Mayor facilidad de ataque a armaduras interiores, así como de entrada y salida de agua, crecimiento de plantas, etc.

PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- Medición de fisuras con fisurómetro.
- Monitorización de grietas mediante deformómetro.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Peto de terraza en fachada Este (Consultar guía de lesiones en fachadas)

FOTOGRAFÍAS:



### FICHA C.3: ROTURA POR DILATACIÓN DE ELEMENTOS METÁLICOS EMPOTRADOS

#### CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: mecánica
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

CAUSA DE LESIÓN: indirecta (defecto de ejecución)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: La incrustación en muros de elementos metálicos ha de realizarse de forma que el metal, que tiene un coeficiente de dilatación mucho más alto que el muro de hormigón, tenga espacio suficiente para moverse con libertad, pues de lo contrario la romperá. El metal tiene que estar protegido contra la oxidación, por los aumentos de volumen que originan y que son causantes de la lesión.

#### EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Rotura del elemento en el que se incrusta el metal, en este caso un muro de hormigón. Consecuente entrada de agua y aceleración de los procesos oxidativos.

#### PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- No se aportan.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Muro este en la zona de salida a la terraza.

#### FOTOGRAFÍAS:



### FICHA C.4: ROTURA POR FLEXIÓN DE VOLADIZO

#### CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: mecánica
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

NIVEL DE DAÑO DEL HORMIGÓN: moderado

CAUSA DE LESIÓN: indirecta (defecto de proyecto)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Los forjados volados, por exceso de carga no prevista o por falta de armado suficiente, sufren flexión originando roturas de tracción en la fábrica apoyada en ellos, tanto en su zona frontal como lateral.

#### EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Mayor facilidad de ataque a armaduras interiores, así como de entrada y salida de agua, crecimiento de plantas, etc.

#### PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- Retirada de testigos de hormigón para verificar su resistencia en laboratorio.
- Medición de resistencia con esclerómetro combinado con ultrasonidos, y corroborada con la obtenida por laboratorio.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Voladizos de fachada Sur y Este. (Consultar guía de lesiones en fachadas)

#### FOTOGRAFÍAS:



#### FICHA C.5: ROTURA POR TENSIONES EXCESIVAS EN VÉRTICES DE HUECOS

##### CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: mecánica
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

NIVEL DE DAÑO DEL HORMIGÓN: moderado

CAUSA DE LESIÓN: indirecta (defecto de ejecución)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Roturas por esfuerzo de tracción, a 45 grados de las esquinas de los huecos de ventana.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Mayor facilidad de ataque a armaduras interiores, así como de entrada de agua, crecimiento de plantas, etc.

PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- No se aportan.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Parte de los huecos de ventana de planta primera en fachada Sur y ventanas del voladizo semicircular en la fachada Este (Consultar guía de lesiones en fachadas)

FOTOGRAFÍAS:



#### (D) EROSIONES

#### FICHA D.1: EROSIÓN MECÁNICA POR IMPACTO

##### CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: mecánica
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

CAUSA DE LESIÓN: indirecta (defecto de ejecución)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Las personas, animales, objetos y máquinas, por acción mecánica, pueden producir pérdida de material superficial por destrucción del mismo, bien de forma lenta (desmoronamiento por desgaste por abrasión), bien de forma rápida y violenta por impacto (desprendimiento de trozos). El nivel de exposición de los materiales, también influirá en la lesión: pavimentos, zonas bajas de muros y esquinas de los mismos, son las partes que más sufren este tipo de lesión.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Desprendimiento de piezas tanto de solado, como de revestimientos de paramentos, falsos techos, etc. Ensuciamiento de todo el conjunto.

PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- No se aportan.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Todos los interiores del edificio.

FOTOGRAFÍAS:



FICHA E.1: CORROSIÓN DE ARMADURAS

CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: química
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: importante

NIVEL DE DAÑO DEL HORMIGÓN: fuerte

CAUSA DE LESIÓN: directa (química)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: La pérdida de pH que ocurre cuando el CO<sub>2</sub> atmosférico reacciona con la humedad dentro de los poros del hormigón armado y convierte el hidróxido con alto pH a carbonato de calcio, disminuye la alcalinidad y se diluye la capa pasiva.

EFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Oxidación de las armaduras de acero mediante un proceso químico, cuando estas entran en contacto con el oxígeno.
- Corrosión de las armaduras mediante un proceso electroquímico, cuando tras una oxidación previa y en contacto con el oxígeno y el aire, se establece una pila electroquímica entre el hierro que actúa como ánodo y el hidróxido férrico que actúa como cátodo.
- Desprendimientos del revestimiento por el aumento de volumen que supone el proceso corrosivo.

PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- Conocer el grado de carbonatación mediante la impregnación del hormigón con un indicador de pH. Aplicación de solución de fenolftaleína al 0,50-1% de alcohol etílico, sobre el hormigón.
- Conocer el contenido de iones de cloro en el hormigón.
- Utilización del corrosímetro (Half-cell) para medir la diferencia de potencial eléctrico entre el acero del armado y un electrodo de referencia.
- Realizar una estimación de la vida útil debido a la corrosión de las armaduras.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Parte de la fachada Sur (zona voladizo semicircular) y losas voladas de balcones en la fachada Este (Consultar guía de lesiones en fachadas)

FOTOGRAFÍAS:



FICHA F.1: SUCIEDAD POR POLVO ATMOSFÉRICO

CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: física
- por cuándo se produce: primaria
- por riesgo inherente: leve

CAUSA DE LESIÓN: directa (física) e indirecta (deficiencia de mantenimiento)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Manchas en las fachadas, por presencia de partículas contaminantes en la superficie de sus materiales (ensuciamiento por depósito superficial) o en el interior de sus poros superficiales (ensuciamiento profundo). Ocasionan lesiones estéticas graves y, en muchos casos, deterioro de los materiales. En la actualidad dichos procesos son mucho más rápidos debido a la omnipresencia de la contaminación atmosférica, lo que hace que no solo se presenten en los edificios antiguos, sino en las construcciones recientes, tanto urbanas, como rurales. Incluiremos aquí también el llamado lavado diferencial, que consiste en lavados de diferente intensidad que implican limpiezas más o menos intensos en unas zonas y ensuciamientos más o menos profundos en otras, dando como consecuencia una heterogeneidad limpieza-ensuciamiento que hace resaltar más la suciedad en el conjunto de la fachada.

EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Mal aspecto estético de la zona problemática.

PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- No se aportan.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Todas las fachadas del edificio (Consultar guía de lesiones en fachadas)

FOTOGRAFÍAS:



## FICHA F.2: ENSUCIAMIENTO BIOLÓGICO-VEGETAL

### CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: química
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

### CAUSA DE LESIÓN: directa (química)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Es el ensuciamiento producido por organismos vegetales vivos. Es una suciedad que, en muchos casos, se deposita y desarrolla a la par que la debida a partículas contaminantes, siendo, en algunos casos, enmascarada por ella. Sus efectos pueden ser solo estéticos o pueden ser agresivos, provocando pérdidas de resistencias de los materiales y rotura de los mismos.

### EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Mohos: manchas con un desarrollo concéntrico, a partir de un punto central. Suelen presentarse en colores amarillentos, verdosos o parduzcos, y, menos habitualmente, en rosados o blancos.
- Líquenes: Su lesión, en general, es doble: por una parte, manchan; y por otra, ejercen una acción química erosiva, al segregar ácidos que disgregan a algunos materiales. Presentan un ensuciamiento en forma de reguero cónico, descendiendo desde un foco elevado, próximo a borde o cornisa, donde el agua deslizante parece el claro vector de propagación.
- Musgos y gramíneas: Su lesión también es doble: por un lado, estética; y por otro, física, pues el peso puede hacer ceder a canalones y las raíces pueden romper los materiales por efecto de cuña, en fisuras y coqueras.

### PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- Utilización del higrómetro para localizar las zonas con mayor presencia de humedad y reducir la posibilidad de ataques químicos
- Utilización de termografía para estudiar el comportamiento térmico y la presencia de humedades.

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Todas las fachadas, así como paramentos y techos interiores (Consultar guía de lesiones en fachadas)

### FOTOGRAFÍAS:



## FICHA F.3: ENSUCIAMIENTO POR TINCIÓN

### CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: química
- por cuándo se produce: secundaria
- por riesgo inherente: leve

### CAUSA DE LESIÓN: directa (química)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Son manchas que aparecen sobre los materiales, por la oxidación de elementos metálicos que están en contacto con ellos. Son consecuencia del arrastre, por el agua de lluvia, de la capa de óxido del metal. Son todas ellas lesiones secundarias producidas por unas primarias de oxidación.

### EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- Manchas de color óxido en la superficie del material en contacto

### PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- No se aportan

ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Borde de la losa de balcón del primer piso (fachada Este) (Consultar guía de lesiones en fachadas)

### FOTOGRAFÍAS:



#### FICHA F.4: ENSUCIAMIENTO POR PINTADAS

##### CLASE DE LESIÓN:

- por naturaleza: química
- por cuándo se produce: primaria
- por riesgo inherente: leve

CAUSA DE LESIÓN: indirecta (causas sobrevenidas)

DESCRIPCIÓN DE LESIÓN: Es el ensuciamiento producido por los dibujos realizados con spray en los paramentos, techos y muros del edificio.

##### EFFECTOS PRODUCIDOS POR LA LESIÓN:

- El defecto es principalmente estético

##### PRUEBAS PARA LA INSPECCIÓN COMPLEMENTARIA:

- No se aportan

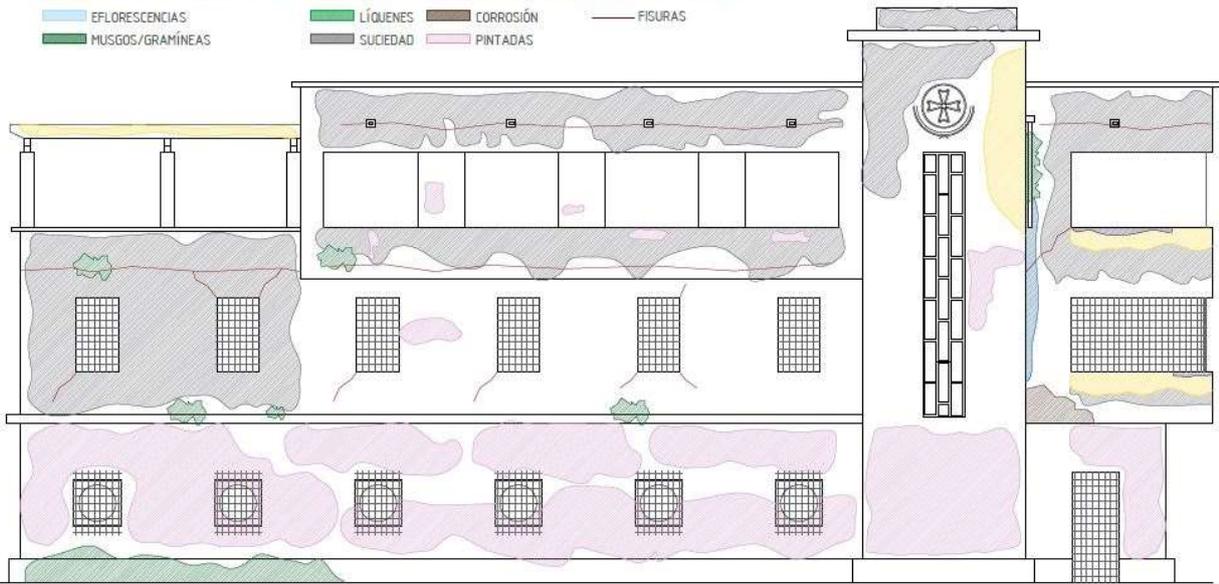
ELEMENTOS AFECTADOS POR LA LESIÓN: Todas las fachadas, así como paramentos y techos interiores (Consultar guía de lesiones en fachadas)

##### FOTOGRAFÍAS:



### (3.3.2.3) GUÍA DE LESIONES

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  HUMEDAD POR ASCENSIÓN CAPILAR |  MOHOS    |  DESPRENDIMIENTO |  AGUA ACCIDENTAL |
|  EFLORESCENCIAS                |  LÍQUENES |  CORROSIÓN       |  FISURAS         |
|  MUSGOS/GRAMÍNEAS              |  SUCIEDAD |  PINTADAS        |   |



ALZADO SUR



ALZADO NORTE



ALZADO ESTE



ALZADO OESTE

### (3.4) ANÁLISIS ESTRUCTURAL

#### (3.4.1) FASES DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

En este apartado se analizará el comportamiento estructural de los materiales que conforman la edificación en su estado actual. El análisis estructural de un edificio comprende varias fases y herramientas, que se resumirán a continuación:

- TOMA DE DATOS: Ya iniciada con la primera visita al edificio. Consiste en un levantamiento fotográfico y planimétrico actual, utilizando los medios que tenemos a nuestro alcance para ello: distanciómetros, fotogrametría... Mediante la inspección visual se pueden apreciar ciertas alteraciones que pueden afectar al elemento estructural y por tanto es importante tenerlas en cuenta: posibles alteraciones cromáticas, pátinas, eflorescencias, procesos químicos de oxidación-corrosión, asentamiento de organismos vivos, arenización...
- TÉCNICAS EMPLEADAS: Las técnicas instrumentales nos permiten caracterizar los materiales, analizar sus propiedades, medir su degradación, detectar heterogeneidades, analizar su composición, predecir su durabilidad... Entre ellas encontramos los estudios geotécnicos, pruebas de carga, ensayos destructivos (test diagonal, muestras reales y fabricadas...), ensayos ligeramente destructivos (extracción de testigos, gato plano...), y ensayos no destructivos (esclerómetro, termografía infrarroja, radar...). En este caso no se han podido llevar a cabo ensayos de este tipo.
- PROYECTO DE AUSCULTACIÓN: Básicamente analiza el comportamiento estructural, pero también considera posibles anomalías que se puedan dar en el mismo y permite definir niveles de alerta en cuanto a su estabilidad. Así, medimos desplazamientos (fotogrametría, topografía, distanciómetros, péndulos...) y deformaciones (extensómetros eléctricos), controlamos la fisuración (testigos, fisurómetros, extensómetros...), asentamientos (levantamiento topográfico) y parámetros relativos al entorno como son la humedad, captación de contaminantes... En cuanto a este trabajo, no se han podido llevar a cabo este tipo de mediciones.
- APLICACIONES INFORMÁTICAS: Se trata de la base de desarrollo de este apartado dedicado al análisis estructural. Se empleará la aplicación informática DLUBAL RFEM 5.15 para analizar el comportamiento de ciertos elementos del edificio a tratar. El programa de análisis por elementos finitos RFEM es un software que permite modelar, calcular y dimensionar modelos estructurales 2D y 3D compuestos de elementos tipo barra, placas, muros, láminas y sólidos; proporcionando deformaciones, esfuerzos internos, esfuerzos en los apoyos, así como también las tensiones de contacto del suelo. Admite interacción entre los programas CAD y de análisis estructural en el Modelado de Información de Construcción (BIM). Por ello es posible, por ejemplo, el intercambio de datos bidireccional entre RFEM y otros tipos de software comercial existentes en este ámbito.

#### (3.4.2) ANÁLISIS CON APLICACIÓN INFORMÁTICA (RFEM)

Para realizar el análisis en RFEM se escogieron dos modelos: uno, parte de la fachada trasera del edificio; y el segundo, uno de los pórticos estructurales centrales. Para ello, se realizaron dos tipos de modelos, con dos tipos de exportaciones a RFEM.

Detallaremos a continuación ambos procesos:

- MODELO 1: FACHADA

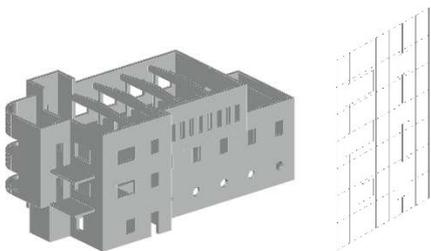


Gráfico extraído de RFEM

En este caso se realizó una superficie plana en AutoCAD, para después exportarla en formato .SAT e importarla en RFEM. Una vez dentro de RFEM, se asociaron los materiales y espesores. Se escogió un hormigón de baja resistencia (16 Mpa), dada la fecha en la que fue construido y la edad del edificio. Se dio un espesor de 30cm en la configuración del propio material.

Posteriormente, se configuraron los apoyos. Como no se ha apreciado ningún tipo de asiento en la inspección visual, no consideramos el terreno y ubicamos un apoyo en toda la línea inferior de la fachada, con desplazamientos nulos en las tres direcciones. A continuación, ubicamos apoyos fijos en los nudos (esquinas de fachada y de huecos) con el desplazamiento impedido en el plano perpendicular a la fachada, por el interior. Como caso de carga, consideramos la hipótesis de peso propio y analizamos los resultados obtenidos:

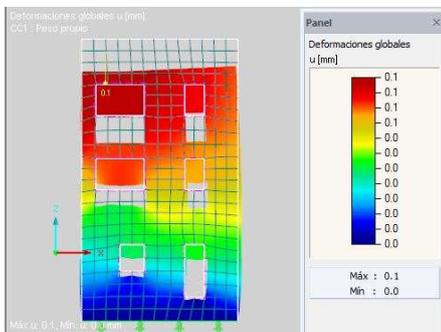


Gráfico extraído de RFEM que muestra el valor de las deformaciones globales ante el peso propio

**DEFORMACIONES GLOBALES (u)**

Siendo mayores en la parte superior, se aprecia un valor muy pequeño en cuanto a deformaciones. Suponiendo un eje central de la fachada, se aprecia que la fachada tiende muy ligeramente a deformarse más en su parte derecha, debido a la longitud del hueco de puerta.

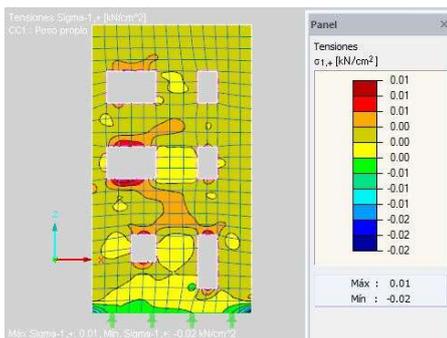


Gráfico extraído de RFEM que muestra el valor de la tensión principal 1 ante el peso propio

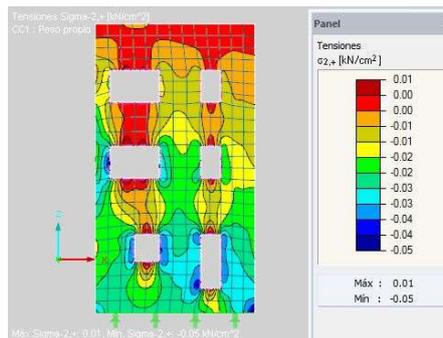


Gráfico extraído de RFEM que muestra el valor de la tensión principal 2 ante el peso propio



Gráfico extraído de RFEM que muestra las direcciones principales de las tensiones ante el peso propio

**TENSIÓN PRINCIPAL 1**

La zona de mayor tensión positiva es alrededor del hueco de mayor tamaño de primera planta, siendo la zona de mayor tensión negativa la línea de apoyos fijos (mucho mayor en las esquinas y algo menor, llegando al valor nulo, en la zona bajo el hueco de puerta).

**TENSIÓN PRINCIPAL 2**

En este caso, la zona de mayor tensión positiva se produce en la zona superior de la fachada, y concentrándose a su vez en las caras superiores e inferiores de los huecos (menor en planta baja y aumentando en altura). La mayor tensión negativa se produce en los laterales de los huecos (mayor en planta baja y reduciéndose en altura)-

**DIRECCIONES PRINCIPALES**

Se aprecia que las líneas que marcan las trayectorias tienen que ver con la posición de unos huecos con respecto a otros y su tamaño.

**- MODELO 2: PÓRTICO**

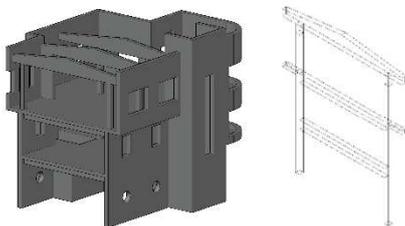


Gráfico extraído de RFEM

En este caso se realizó una superficie plana en AutoCAD, pero se engrosó en el propio programa, exportándola después en formato .IGES. Una vez dentro de RFEM, se crea un nuevo modelo que permita la asociación de archivos CAD. Se crea el sólido y se añaden los materiales (mismo tipo de hormigón que en el caso anterior). Se configuran los apoyos. Ubicamos apoyos por superficie en la zona inferior del pórtico, lo que sería el apoyo del muro de hormigón, con desplazamientos nulos en las tres direcciones. A continuación, ubicamos apoyos por superficie en aquellas que impidan desplazamientos en el plano perpendicular al pórtico, esto es en los puntos donde se conecten forjados, muros o vigas. En cuanto a casos de carga, consideraremos la hipótesis de peso propio y la de viento en el mismo plano del pórtico y analizaremos los resultados obtenidos:

## PESO PROPIO

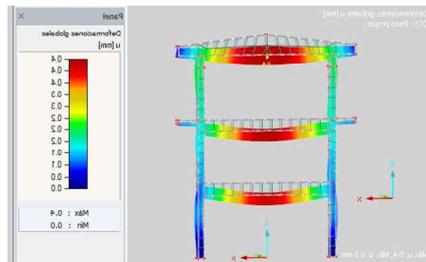


Gráfico extraído de RFEM que muestra el valor de las deformaciones globales ante el peso propio

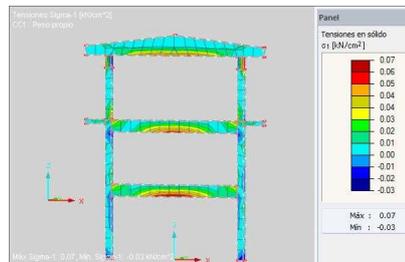


Gráfico extraído de RFEM que muestra el valor de la tensión principal 1 ante el peso propio



Gráfico extraído de RFEM que muestra el valor de la tensión principal 3 ante el peso propio

## DEFORMACIONES GLOBALES (u)

Como es lógico, el mayor valor de deformación se da en el centro del vano, siendo mínimo en los extremos. Se aprecia un ligero abombamiento en la zona inferior. El encuentro entre el muro de hormigón y el forjado es un nudo rígido, con lo cual se mantiene el ángulo de 90°. Si se deforma el extremo pegado al nudo del elemento horizontal, se deformará también el extremo del elemento vertical.

### TENSIÓN PRINCIPAL 1

La zona de mayor tensión positiva se produce en la zona central de las vigas, por la cara inferior (la zona más traccionada), siendo mayor en la viga del forjado de planta primera y disminuyendo en altura. La mayor tensión negativa se produce en las uniones entre viga y soporte.

### TENSIÓN PRINCIPAL 3

En este caso, la zona de mayor tensión positiva se produce en las vigas, siguiendo la zona de disposición de la armadura longitudinal en una viga de hormigón armado de este tipo. Las mayores tensiones negativas se dan en las caras de los apoyos, mayores en planta baja y disminuyendo en altura.

## VIENTO

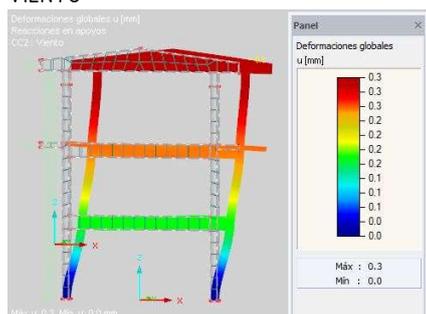


Gráfico extraído de RFEM que muestra el valor de las deformaciones globales ante el viento

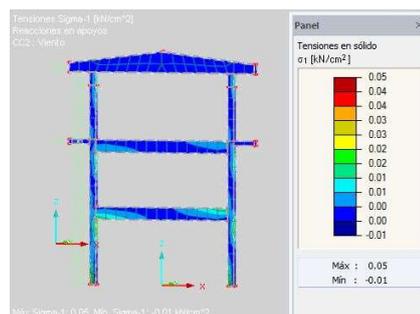


Gráfico extraído de RFEM que muestra el valor de la tensión principal 1 ante el viento

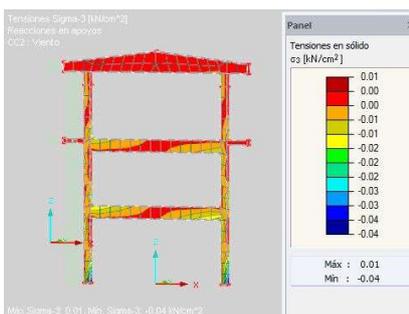


Gráfico extraído de RFEM que muestra el valor de la tensión principal 3 ante el viento

## DEFORMACIONES GLOBALES (u)

El menor valor de deformación se da en el apoyo (nulo), siendo mayor a medida que aumenta la altura y llegando al máximo en la viga de cubierta.

### TENSIÓN PRINCIPAL 1

La zona de mayor tensión positiva se produce en los apoyos y en las zonas de encuentro entre elementos horizontales y verticales, siendo mayor en planta baja. La mayor tensión negativa se da en la zona central de vigas y soportes verticales (sobre todo en la zona central de la viga de cubierta), siendo valores muy cercanos al 0.

### TENSIÓN PRINCIPAL 3

En este caso, la zona de mayor tensión positiva se produce en la zona central de las vigas, siendo menor en la viga de planta baja y aumentando con la altura. La mayor tensión negativa se da en los apoyos y en los encuentros entre elementos horizontales y verticales.

Este apartado se ha realizado para constatar la importancia de las herramientas informáticas a la hora de realizar el análisis estructural, ayudando a conocer y corroborar las correlaciones entre valores de deformaciones, tensiones, etc. y los estados de carga en los que se encuentra cada elemento, así como la visualización de las gráficas de su comportamiento ante un cambio de carga originado por, por ejemplo, un cambio de uso. De todas formas y aunque en este caso no se hayan empleado (por imposibilidad de realizar seguimiento, o por la falta de material especializado), se tiene en cuenta el valor de las técnicas de análisis in situ, puesto que estas nos pueden aportar datos del comportamiento de la estructura en cuanto a heterogeneidad del material a tratar, la composición del terreno en el que se asienta el edificio, etc.

### (3.5) ANÁLISIS CLIMÁTICO

La finalidad de la elaboración de este apartado consiste en investigar hasta qué punto los condicionantes climáticos influyen en el confort interno que aporta un inmueble, y cómo podemos recurrir a estrategias pasivas de diseño arquitectónico, independientes de la materialidad del edificio en cuestión, que reduzcan el consumo energético. Podemos aprovechar dichas condiciones climáticas a la hora de proyectar, creando arquitectura más eficiente que por su configuración consiga reducir el consumo sin perjudicar el confort de los usuarios.

Las herramientas que usaremos para este análisis serán, por una parte, el programa Climate Consultant (con ayuda de otras herramientas informáticas), que propone estrategias pasivas a partir de un archivo climático fiable; y por otra la Guía de Arquitectura Pasiva para Viviendas, un método de aproximación al diseño sostenible en el que sí influyen las características del edificio y otorga puntuaciones según aspectos de diseño. Se trata de un método más rápido y cómodo para conocer los condicionantes climáticos que más influyen en cierto lugar.

*"Los intervalos de temperatura y humedad en los que el ser humano se encuentra en un estado de bienestar, se sitúan dentro de unos márgenes limitados en comparación con la variabilidad climática del planeta. Las temperaturas y humedades ambientales oscilan (...) sobrepasando la mayor parte del tiempo, bien sea por exceso o por defecto, los umbrales de confort humano. (...) Se producen fenómenos de regulación fisiológica, mediante los cuales el cuerpo humano se adapta a las temperaturas externas (...). Estos procesos no siempre son suficientes para mantener la estabilidad térmica del cuerpo (...). Entre los principales mecanismos de adaptación al clima, se encuentra (...) la construcción de estructuras en las que refugiarse y protegerse de los excesos de calor y frío. Los edificios han de servir de cobijo a las personas, facilitando el desarrollo de las actividades humanas en un ambiente controlado, con unas condiciones adecuadas de iluminación, temperatura, calidad del aire y control del ruido.*

*De este modo y puesto que las condiciones climáticas varían en función de cada emplazamiento, el diseño arquitectónico, las técnicas constructivas, y los materiales empleados, deberían adaptarse al lugar en el que se encuentre construido el edificio. Muchos de los sistemas empleados en la arquitectura vernácula se basan en estrategias de aprovechamiento de los factores climáticos y geográficos que la rodean. Estas construcciones tradicionales aprovechan los recursos naturales según las necesidades de cada momento del día o del año, mediante la ubicación, la forma, y la disposición y diseño de los elementos constructivos.*

*Pero actualmente, debido a los avances tecnológicos, se han ido abandonando las prácticas constructivas basadas en el diseño pasivo, de modo que la necesidad de ajustar los parámetros higrotérmicos en el interior de los edificios se resuelve mediante sistemas mecánicos e instalaciones consumidoras de energía (en mayor proporción no renovable), sin tener en cuenta las condiciones del lugar y el potencial del clima.*

*Gran parte de la energía necesaria para calentar o refrigerar un edificio se puede ahorrar si se parte de un buen diseño arquitectónico basado en estrategias bioclimáticas que aproximen las condiciones interiores a las de confort humano."*

El párrafo anterior, extraído de la Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación (publicada por el Instituto Valenciano de la Edificación) explica la necesidad humana de protección contra agentes climáticos, sea cual sea la ubicación en la que nos encontremos. Como dice, los humanos no podemos contar estrictamente con factores de regulación fisiológica a la hora de protegernos de condiciones adversas en cuanto a clima: desde el origen de la construcción, esta nace como una respuesta a este problema, y tiene sentido que cada emplazamiento tenga unas condiciones que hagan que unas estrategias de edificación sean adecuadas para ese lugar en concreto y no otro, a pesar de que los hábitos constructivos de las últimas décadas hayan obviado este tema, con el consecuente gasto energético que esto supone.

Como decíamos, esto tiene su origen en los inicios de lo que hoy conocemos como arquitectura vernácula. La arquitectura vernácula o tradicional es una manifestación espacial nacida en relación directa con el lugar donde se emplaza, dando respuesta de manera honesta y elocuente a los requerimientos específicos que plantea cada cultura y sus habitantes. También da respuesta a las necesidades de usos de los espacios, con los recursos propios del territorio.

Estos principios constituyen hoy en día criterios que se aplican a la arquitectura sostenible, ya que la respuesta al clima a través de técnicas constructivas y materiales es la base de la eficiencia energética. Por eso, la arquitectura vernácula es un ejemplo a seguir desde el punto de vista de la sostenibilidad, ya que diseña los espacios con materiales propios del lugar y responde específicamente al clima en el que se emplaza, ahorrando en gasto energético.

En cuanto a arquitectura bioclimática se refiere, Alexander Llein ya hablaba en los años 30 acerca de reducir costos energéticos y de construcción utilizando el clima. Inició la aplicación práctica de su método gráfico de investigación, que permitía estudiar diferentes espacios arquitectónicos según determinadas posiciones del sol, en un día y estación determinada. El método se basaba en el desarrollo de las sombras arrojadas por un determinado volumen constructivo a partir de una inclinación de los rayos solares y posición relativa del sol. Fue todo un pionero en el estudio y propuestas de soluciones relativas a la climatización natural de las edificaciones según diferentes factores y condicionantes de diseño integrados (localización geográfica, costes, uso, construcción, clima local, etc.).

Desde hace unos años, la Unión Europea establece objetivos con el fin de reducir el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero. Un caso concreto es la Directiva 2002/91/CE, del 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios. Esta norma establece un marco general para la determinación de la eficiencia energética en los edificios e insta a los Estados miembros a establecer a escala nacional o regional una metodología de cálculo específica.

Así nace el RD 314/2006 que da lugar al Código Técnico de la Edificación (CTE). La eficiencia energética se aborda en el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE), en el que se incluyen tanto estrategias energéticas pasivas como activas. Además, se caracterizan y cuantifican las exigencias básicas mediante niveles o valores límite de las prestaciones de los edificios y se establecen procedimientos de cálculo y verificación para acreditar el cumplimiento de dichas exigencias. Se estima que la aplicación de esta norma permite reducir entre un 30 y un 40% las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en este sector.

Por otra parte, existe el RD 47/2007, por el que se aprueba el Procedimiento Básico para la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios de Nueva Construcción. Este documento establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética que debe incluir información objetiva sobre las características energéticas del edificio, de forma que se pueda valorar y comparar su rendimiento energético y promover la construcción de edificios de alta eficiencia.

Por último, el RD 1027/2007 da lugar al Reglamento de Instalaciones Térmicas de la Edificación (RITE), que constituye la norma básica en la que se establecen las exigencias de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios para atender la demanda de bienestar e higiene de las personas. Su contenido afecta al diseño, dimensionado, ejecución, puesta en marcha, manejo, mantenimiento, uso e inspección de estas instalaciones térmicas.

### (3.5.1) ANÁLISIS CON CLIMATE CONSULTANT

#### (3.5.1.1) DATOS PREVIOS

Para comenzar, es muy importante la recopilación de datos climáticos fiables del lugar donde se sitúa el edificio. Con respecto al caso de este edificio en particular, El CTE DB-HE tiene asignado el código alfanumérico C1 para las edificaciones situadas a una altura de menor de 200m sobre el nivel del mar.

**Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica**

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	677										h < 450			h < 950			h ≥ 950
Alicante/Alacant	B4	7					h < 250					h < 700			h ≥ 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 800			h ≥ 800			
Ávila	E1	1054														h < 550	h < 850	h ≥ 850
Badajoz	C4	168									h < 400	h < 450			h ≥ 450			
Barcelona	C2	1											h < 250		h < 450	h < 750	h ≥ 750	
Bilbao/Bilbo	C1	214											h < 250			h ≥ 250		
Burgos	E1	861														h < 600	h ≥ 600	
Cáceres	C4	385									h < 600				h < 1050			h ≥ 1050
Cádiz	A3	0		h < 150				h < 450				h < 600	h < 850		h ≥ 850			
Castellón/Castelló	B3	18					h < 50					h < 500			h < 600	h < 1000		h ≥ 1000
Ceuta	B3	0					h < 50											
Ciudad Real	D3	630									h < 450	h < 500			h ≥ 500			
Córdoba	B4	113				h < 150					h < 550				h ≥ 550			
Coruña, La/ A Coruña	C1	0												h < 200			h ≥ 200	
Cuenca	D2	975													h < 800	h < 1050		h ≥ 1050

Tabla extraída del CTE

A fin de obtener un resultado lo más cercano posible a la realidad se procede a buscar las estaciones meteorológicas más cercanas. En la página web de Meteogalicia podemos encontrar la ubicación de las estaciones existentes en toda la comunidad. En este caso, el edificio de la propuesta se sitúa más o menos en el centro de dos de las estaciones: la de Coruña - dique (14000) y la de Coruña - Torre de Hércules (10157).



Imagen extraída de la web de Meteogalicia

Gracias a fuentes externas, se obtuvieron los archivos epw necesarios para preparar el archivo climático. Se debe tener en cuenta que se recibieron archivos epw de tres estaciones distintas, pero los de una de ellas no se utilizaron, puesto que eran demasiado escasos para ser relevantes:

RESUMEN DATOS CLIMÁTICOS POR ESTACIÓN			
	CORUNA-TORRE	CORUNA-DIQUE	CORUNA-SAN DIEGO
LATITUD	43.38299	43.36519	×
LONGITUD	-8.409939	-8.374719	×
ELEVACIÓN snm	21 m	5 m	×
2007	×	datos de 7abr-31dic	×
2008	×	✓	×
2009	×	✓	×
2010	datos de 7abr-31dic	✓	×
2011	✓	✓	×
2012	✓	✓	×
2013	✓	✓	datos de 30jul-31dic
2014	datos de 1ene-19feb	datos de 1ene-24feb	datos de 1ene-19feb

DATOS CLIMÁTICOS APORTADOS POR LOS EPW		
	CORUNA-TORRE	CORUNA-DIQUE
Temperatura de bulbo seco (°C)	✓	✓
Temperatura de bulbo húmedo (°C)	✓	✓
Presión atmosférica (kPa)	✓	✓
Humedad relativa (%)	✓	✓
Temperatura de punto de rocío (°C)	✓	✓
Global solar (Wh/m <sup>2</sup> )	×	×
Normal solar (Wh/m <sup>2</sup> )	×	×
Diffuse solar (Wh/m <sup>2</sup> )	×	×
Velocidad del viento (m/s)	todos menos 2011	✓

Tablas de elaboración propia

Los datos aportados por un archivo tipo epw son los siguientes:

- Temperatura de bulbo seco (°C): La temperatura medida por un termómetro ordinario.
- Temperatura de bulbo húmedo (°C): La temperatura resultante de la evaporación del agua de una mecha que cubre el bulbo de un termómetro ordinario.
- Humedad relativa (%): Porcentaje de presión de vapor que contiene una muestra de aire con respecto a la máxima que puede contener para una misma temperatura.
- Temperatura de punto de rocío (°C): Temperatura a la cual se condensa el vapor de agua sobre una superficie.
- Presión atmosférica (kPa): (en un punto) es el peso de una columna estática de aire de sección recta unitaria que se extiende desde ese punto hasta el límite superior de la atmósfera.
- Radiación solar global (Wh/m<sup>2</sup>): Medida de la cantidad de energía solar que incide sobre una superficie horizontal. Los valores suelen ser más altos en condiciones de cielo despejado (verano) y más bajos durante los días nublados (invierno).
- Radiación solar normal (Wh/m<sup>2</sup>): Medida de la cantidad de energía solar que llega a la superficie de la tierra desde el haz de rayos del sol directamente, en un plano perpendicular al mismo.
- Radiación solar difusa (Wh/m<sup>2</sup>): Medida de la cantidad de energía solar que incide sobre una superficie horizontal desde todas las partes de la atmósfera, además del sol directo. Siempre es menor o igual a la radiación global para el mismo período.
- Velocidad del viento (m/s): Velocidad con la que el aire de la atmósfera se mueve sobre la superficie de la Tierra.

### (3.5.1.2) PREPARACIÓN DE ARCHIVOS CLIMÁTICOS

Para la creación del archivo climático del punto de ubicación del proyecto (Costa de la ciudad de A Coruña) se tomarán los datos de los años completos de cada estación, se harán las medias a lo largo de todos los años de las mismas y finalmente la media entre ambas estaciones. Como ya se ha comentado en el anterior punto, la estación de San Diego no aporta datos fiables puesto que en el año 2013 solo están datados cinco meses y en el año 2014 solamente un mes y medio. Esta estación, por tanto, se descartará de cara a la realización del archivo epw que utilizaremos para trabajar.

A mayores, se descartan los archivos de los años 2010 y 2014 de la estación de A Coruña - Torre, así como los de los años 2007 y 2014 de la estación de A Coruña - dique, por el mismo motivo descrito anteriormente.

Sobre el resto de datos de los años completos, se trabajará para corregir posibles errores o incoherencias, con el objetivo de conseguir un archivo lo más fiable posible. El proceso de elaboración de dicho archivo seguirá los siguientes pasos:

(A) Empleo del programa Elements (visualización y copia de datos de los epw).

(B) Empleo del programa Excel (elaboración de un archivo donde se vuelcan los datos copiados de Elements, eliminación de errores y realización de promedios para la obtención del archivo final).

Se realiza una hoja diferente para cada año de cada estación; en cada una se irán pegando (y corrigiendo) los datos pertinentes. Con respecto a cada estación, se realizan las medias de cada dato climático con respecto a todos los años de los que se dispone información. A continuación, se realiza la media de ambas estaciones, para obtener los datos definitivos. En cuanto al viento, se aportaban datos de seis años solamente en la estación de Coruña-dique. Por curiosidad, se optó por utilizar los datos de viento que ofrece la aplicación EpWind, que aporta dichos datos de velocidad y dirección de viento generados para cada estación mediante un proceso estocástico a partir de cadenas de Markov y autorregresión, y realizar la media de esos 30 años (1997-2001). Al realizar la media a lo largo de treinta años, los valores máximos y mínimos se reducen y aumentan respectivamente. Por ejemplo, el valor máximo de velocidad de viento que obtenemos en este caso es de 5,7 m/s, mientras que realizando las medias de los datos de las estaciones en los seis años de los que disponemos datos es de 10,7 m/s. Por esto, se comparó el archivo con las medias de los datos de viento incluidos en los epw con un archivo idéntico, pero con las medias de viento realizadas con los archivos de EpWind, y se observó que no hay cambios significativos en las horas de confort ni en el tipo de estrategias pasivas a emplear.

En cuanto a la radiación solar, al no tener datos relativos a la misma, se han extraído del epw que ofrece la página de Energy Plus, que recopila archivos climáticos de todas las capitales de provincia de España, tomando en este caso el archivo de A Coruña.

(C) Empleo de Elements nuevamente para crear el epw con los datos de promedios recopilados en Excel.

(D) Empleo del programa Climate Consultant (introducción del archivo epw y obtención de las estrategias).

### (3.5.1.3) SIMULACIÓN DE LOS ARCHIVOS CLIMÁTICOS

Se abrirá el archivo epw que hemos preparado con el programa Climate Consultant, que permite la visualización a nivel gráfico de diferentes parámetros climáticos horarios tales como temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, nubosidad y radiación solar entre otros. Su diagrama psicrométrico ofrece diversas posibilidades para elegir las estrategias de diseño pasivo más adecuadas a cada clima.

La primera opción que se presenta es elegir el modelo de confort térmico. Por defecto el programa adjudica el modelo California Energy Comfort Model, pero en este caso elegiremos el modelo Ashrae Standard 55. Se trata de un estándar que proporciona los requisitos mínimos para ambientes interiores térmicos aceptables. Establece los rangos de condiciones ambientales interiores que son aceptables para lograr el confort térmico para los ocupantes. En este modelo el confort térmico se basa en la temperatura de bulbo seco, la cantidad de ropa que llevan los usuarios (clo) y su actividad metabólica (met), la velocidad de aire, la humedad y la temperatura de radiación media. En el interior se supone que la temperatura radiante media es cercana a la temperatura del bulbo seco. En entornos residenciales, se supone que los usuarios adaptan su vestimenta a la temporada del año y se encuentran cómodos con velocidades de aire más altas, por lo que se obtiene un rango de confort más amplio que en los edificios con sistemas de ventilación y tratamiento de aire centralizados.

A continuación, se modifican los siguientes criterios correspondientes al modelo de confort escogido, para adaptarlos a la realidad climática de Galicia:

Clo: Unidad de medida procedente del inglés cloth (vestimenta). La unidad se define como el aislamiento térmico necesario para mantener la piel a una temperatura estable y cómoda durante 8 horas, cuando la persona está en reposo a una temperatura de 20 °C, con una humedad relativa del 50 % y sin influencia de la radiación solar ( $1 \text{ clo} = 0.155 \text{ m}^2\text{K/W}$ ). Para esta parte de la práctica se subirá el nivel de Clo en invierno del 1 por defecto a 1.1; y en verano del 0.5 por defecto a 0.6.

Met: Unidad de medida del índice metabólico; se define como el nivel de transformación de la energía química en calor y trabajo mecánico gracias a las actividades metabólicas dentro de un organismo, generalmente expresado en términos del área unitaria de la superficie corporal total ( $1 \text{ met} = 58.2 \text{ W/m}^2$ ), que es igual a la energía producida por unidad de superficie de una persona promedio sentada en reposo. El área total de una persona promedio es de  $1.8 \text{ m}^2$ .

La simulación nos va aportando una serie de gráficas relacionadas con los datos climáticos y el modelo de confort elegido.

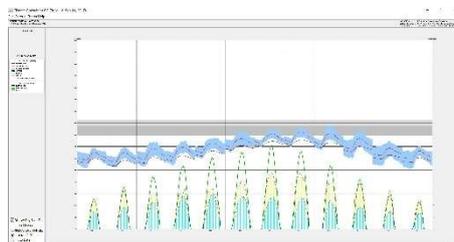
Entre otras cosas podremos comparar la relación entre temperatura de bulbo seco, de bulbo húmedo, humedad relativa, radiación solar y las horas de confort totales.

Muchas de las gráficas se pueden personalizar dependiendo de los datos que necesitemos, aquí dejaremos constancia de una pequeña muestra del tipo de información que pueden aportar, aunque estas informaciones son ampliables.

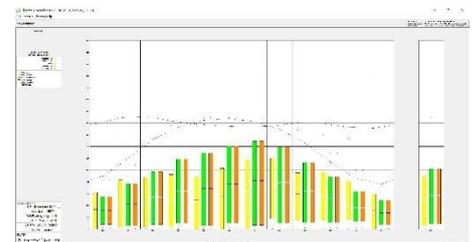
Puede suceder que alguna gráfica no contenga información, eso quiere decir que posiblemente sean datos inexistentes en la propia información aportada por las estaciones meteorológicas.



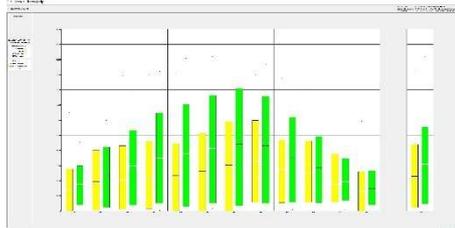
Rangos de temperatura divididos por meses



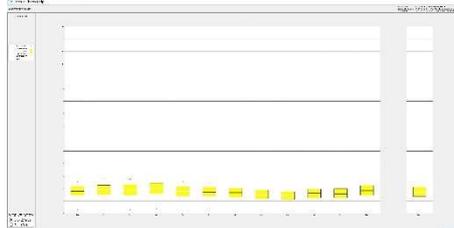
Valores medios diarios de temperatura y radiación



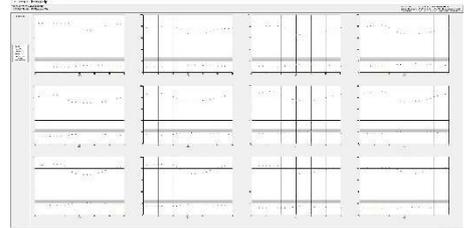
Valores medios de radiación divididos por meses



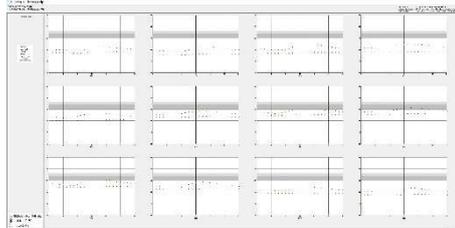
Valores medios mensuales de iluminación



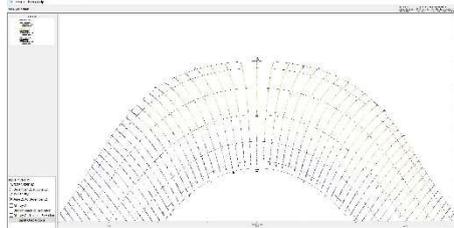
Valores de velocidad de viento



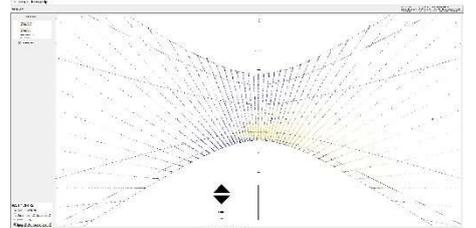
Valores de bulbo seco y humedad relativa mensuales



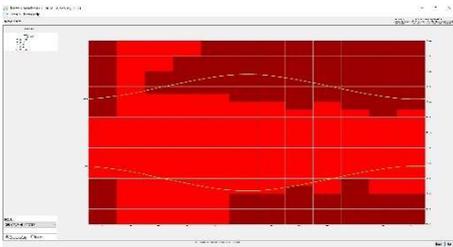
Valores de bulbo seco y punto de rocío mensuales



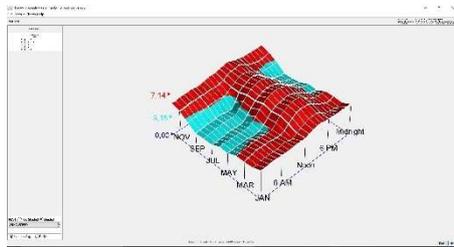
Grado de exposición solar (Junio-Diciembre)



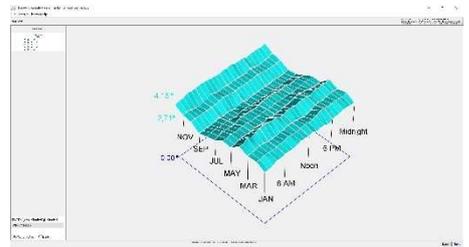
Valores solares (Junio-Diciembre)



Gráficos personalizables (Humedad relativa)



Velocidad de viento con el promedio de 30 años



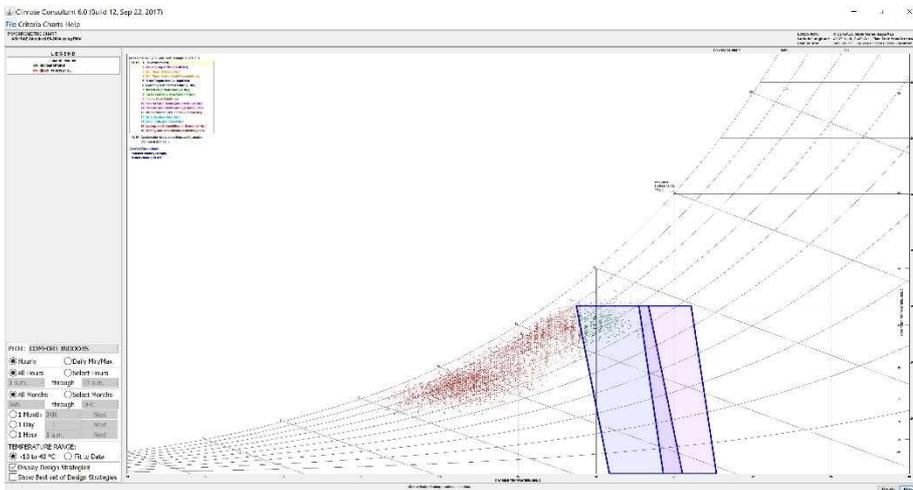
Valores de viento con el promedio de 6 años

### (3.5.1.4) ÁBACO PSICROMÉTRICO

El ábaco psicrométrico es una representación gráfica en la que confluyen varios de los datos climáticos de los que se ha hablado anteriormente:

- Temperatura de bulbo seco (Eje horizontal)
- Temperatura de bulbo húmedo (Ejes diagonales)
- Humedad absoluta (Eje vertical)
- Humedad relativa (Líneas curvas)
- Presión de vapor (Eje vertical)
- Entalpía (Ejes diagonales)

En la siguiente imagen, se pueden apreciar una serie de puntos dentro del ábaco psicrométrico.



Gráfica extraída de Climate Consultant

#### DESIGN STRATEGIES: JANUARY through DECEMBER

- 11.1% 1 Comfort(971 hrs)
- 2 Sun Shading of Windows(0 hrs)
- 3 High Thermal Mass(0 hrs)
- 4 High Thermal Mass Night Flushed(0 hrs)
- 5 Direct Evaporative Cooling(0 hrs)
- 6 Two-Stage Evaporative Cooling(0 hrs)
- 7 Natural Ventilation Cooling(0 hrs)
- 8 Fan-Forced Ventilation Cooling(0 hrs)
- 9 Internal Heat Gain(0 hrs)
- 10 Passive Solar Direct Gain Low Mass(0 hrs)
- 11 Passive Solar Direct Gain High Mass(0 hrs)
- 12 Wind Protection of Outdoor Spaces(0 hrs)
- 13 Humidification Only(0 hrs)
- 14 Dehumidification Only(0 hrs)
- 15 Cooling, add Dehumidification if needed(0 hrs)
- 16 Heating, add Humidification if needed(0 hrs)

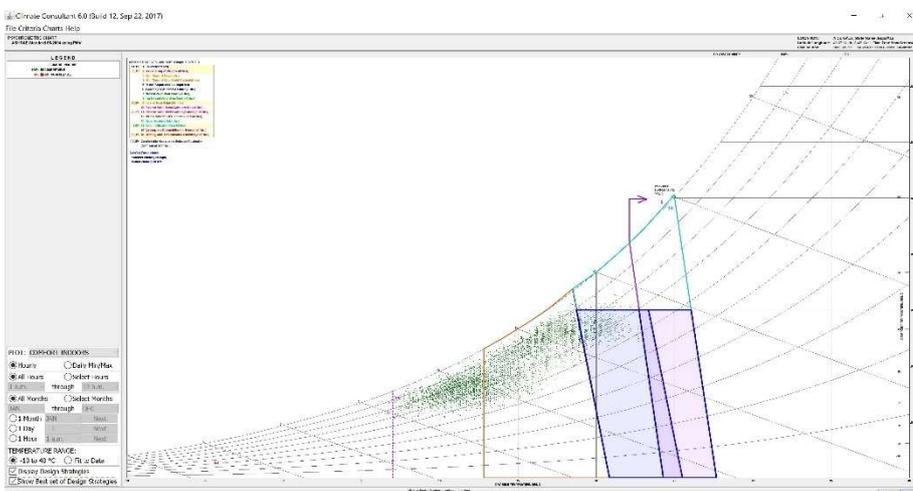
11.1% Comfortable Hours using Selected Strategies  
(971 out of 8760 hrs)

#### Comfort Zones show:

- Summer clothing on right,
- Winter clothing on left.

Los puntos verdes enmarcados en azul representan las horas de confort a lo largo del año sin ningún tipo de medida pasiva o sistema de climatización de apoyo. Como se puede observar, el porcentaje de horas de confort es bastante reducido, representando solamente un 11,1% (971 h) de las horas totales del año.

El propio programa ofrece de forma automática las mejores estrategias pasivas para aumentar el porcentaje de horas de confort en el edificio:



Gráfica extraída de Climate Consultant

#### DESIGN STRATEGIES: JANUARY through DECEMBER

- 11.1% 1 Comfort(971 hrs)
- 0.1% 2 Sun Shading of Windows(9 hrs)
- 3 High Thermal Mass(0 hrs)
- 4 High Thermal Mass Night Flushed(0 hrs)
- 5 Direct Evaporative Cooling(0 hrs)
- 6 Two-Stage Evaporative Cooling(0 hrs)
- 7 Natural Ventilation Cooling(0 hrs)
- 8 Fan-Forced Ventilation Cooling(0 hrs)
- 49.8% 9 Internal Heat Gain(4361 hrs)
- 10 Passive Solar Direct Gain Low Mass(0 hrs)
- 20.7% 11 Passive Solar Direct Gain High Mass(1816 hrs)
- 12 Wind Protection of Outdoor Spaces(0 hrs)
- 13 Humidification Only(0 hrs)
- 1.0% 14 Dehumidification Only(88 hrs)
- 15 Cooling, add Dehumidification if needed(0 hrs)
- 32.1% 16 Heating, add Humidification if needed(2816 hrs)

100.0% Comfortable Hours using Selected Strategies  
(8760 out of 8760 hrs)

#### Comfort Zones show:

- Summer clothing on right,
- Winter clothing on left.

Existen hasta 15 tipos de estrategias diferentes, pero en este caso las más recomendables (por ser las más efectivas en cuanto a este clima particular) son las siguientes:

- 49,8% (4361 h) Internal Heat Gain (Ganancias de calor internas)
- 20,7% (1816 h) Passive solar Direct Gain High Mass (Ganancias solares pasivas)
- 1% (88 h) Dehumidification only (Deshumidificación)
- 0,1% (9 h) Sun Shading of Windows (Protección solar de huecos)

Utilizando estas medidas pasivas, el porcentaje de horas de confort aumenta al 71,6%, quedando reducido el uso de sistemas de climatización al 32,1%, lo que supone un ahorro energético muy significativo.

Partiendo de los datos climáticos del archivo epw mejorado, se han modificado los valores de met y clo en los datos de entrada del modelo, y se han estudiado las posibilidades de estrategias pasivas de diseño diferenciando entre meses cálidos y meses fríos, y a su vez entre día y noche. Se han tomado los porcentajes de las horas de confort y desconfort del ábaco psicométrico, para concluir que con este análisis más exhaustivo se llega a un resultado de horas de confort sin instalaciones de climatización de un 69,85% (6119 h) durante todo el año:

		E		F		G		H	
		MESES FRÍOS				MESES CÁLIDOS			
		Met		Clo		Met		Clo	
		día 1,1 noche 0,9		día 1,1 noche 0,4		día 1,1 noche 0,9		día 0,6 noche 0,8	
		MESES FRÍOS				MESES CÁLIDOS			
		SIN ESTRATEGIAS PASIVAS		CON ESTRATEGIAS PASIVAS		SIN ESTRATEGIAS PASIVAS		CON ESTRATEGIAS PASIVAS	
8		CONFORT	73	1378	871	2465			
9	DÍA	DISCONFORT	2475	1170	1691	97			
10		TOTAL	2548	2548	2562	2562			
11		CONFORT	0	691	0	1585			
12	NOCHE	DISCONFORT	1820	1129	1830	245			
13		TOTAL	1820	1820	1830	1830			
				SIN ESTRATEGIAS PASIVAS		CON ESTRATEGIAS PASIVAS			
		TOTAL HORAS DE CONFORT		944		6119			
		TOTAL HORAS DE DISCONFORT		7816		2641			
		TOTAL HORAS (DEBERIA SER 8760h)		8760		8760			
		SIN ESTRATEGIAS PASIVAS				CON ESTRATEGIAS PASIVAS			

Hoja de datos base facilitada por el profesorado y completada con los datos del caso particular

### (3.5.1.5) ESTRATEGIAS PASIVAS RECOMENDADAS

- INTERNAL HEAT GAIN (Ganancias de calor internas)

Representa un cálculo aproximado de la cantidad de calor que es aportado a un edificio por fuentes térmicas internas como luces, personas, y equipos eléctricos. Dependen en gran medida del tipo de edificio y del diseño. Los edificios diseñados coherentemente y bien aislados tienen una temperatura de equilibrio inferiores, por lo que necesitan recurrir a mucha menos energía para calentarse.

Se estima que esta medida puede aportar el 49,8% (4361 h) de horas de confort.

- PASSIVE SOLAR DIRECT GAIN HIGH MASS (Ganancias solares pasivas)

Esta solución busca que la mayor captación de energía se produzca durante las horas de sol en invierno, acumulando el calor para poder transferirlo poco a poco hacia el interior posteriormente, evitando sobrecalentarse en verano. Para ello, la masa interna, con alta inercia térmica, debe estar en contacto con el aire interior con el objetivo de realizar el proceso adecuadamente. Se estima que esta medida puede aportar el 20,7% (1816 h) de horas de confort.

- DEHUMIDIFICATION ONLY (Deshumidificación)

Esta solución busca reducir la humedad relativa y el punto de rocío en el interior del edificio, con el fin de evitar condensaciones. Se estima que esta medida puede aportar el 1% (88 h) de horas de confort.

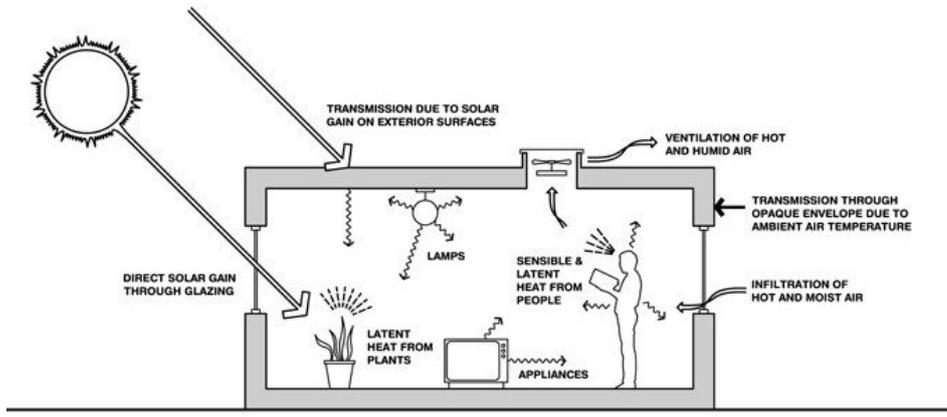
- SUN SHADING OF WINDOWS (Protección solar de los huecos)

Esta solución busca reducir los excesos de temperatura por radiación solar en los meses más cálidos, protegiendo los huecos en fachada. Se estima que esta medida puede aportar el 0,1% (9 h) de horas de confort (en este caso es totalmente despreciable).

### (3.5.1.6) SUGERENCIAS DE DISEÑO

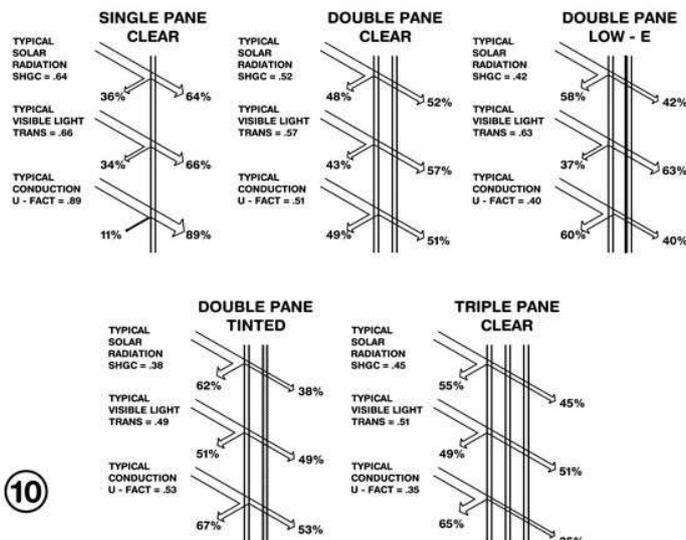
El programa nos propone algunas sugerencias de diseño, teniendo en cuenta las estrategias pasivas recomendadas, ordenadas según su efectividad para el análisis:

(a) Las ganancias de calor gracias a las luces, las personas y los equipos reduce en gran medida las necesidades de calefacción, por lo que el edificio debe mantenerse cerrado y bien aislado (para bajar la temperatura de equilibrio)



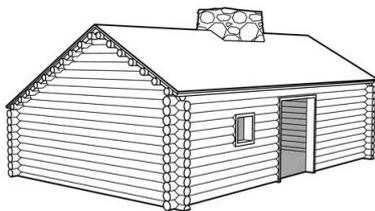
Esquema extraído de Climate Consultant

(b) El acristalamiento debe minimizar la transmitancia térmica, porque las ganancias de radiación solar no deseadas tienen menos impacto en este clima.



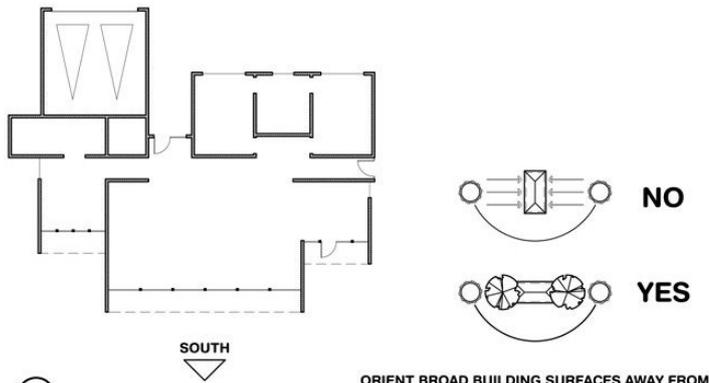
Esquema extraído de Climate Consultant

(c) Las casas pasivas tradicionales en climas fríos y nublados usaban construcciones de baja masa herméticamente selladas y bien aisladas para proporcionar una rápida acumulación de calor por la mañana.



Esquema extraído de Climate Consultant

(d) Para el calentamiento solar pasivo, ubicar la mayor parte del área de vidrio hacia el sur para maximizar la exposición al sol invernal, pero el diseñar elementos de protección que sobresalgan para dar sombra en verano.

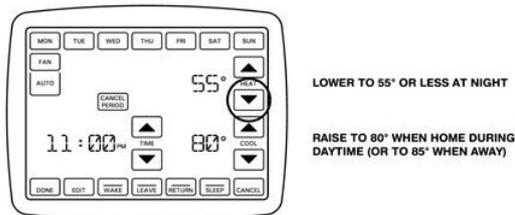


19

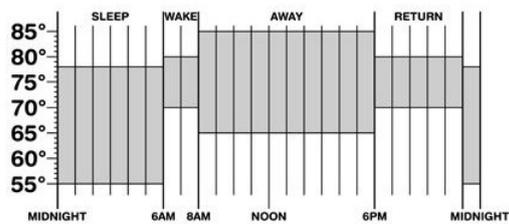
ORIENT BROAD BUILDING SURFACES AWAY FROM THE HOT WESTERN SUN. ONLY NORTHERN AND SOUTHERN EXPOSURES ARE EASILY SHADED

Esquema extraído de Climate Consultant

(e) Reducir la temperatura de confort interior durante la noche para reducir el consumo de energía de calefacción (reducción de la temperatura del termostato).

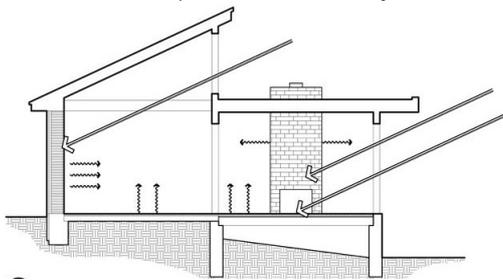


3



Esquema extraído de Climate Consultant

(f) Utilizar superficies interiores de gran masa como los enlosados, muros de elevada masa y una chimenea de piedra para almacenar el calor pasivo de invierno y la "frescura" de la noche de verano.



Esquema extraído de Climate Consultant

### (3.5.2) GUÍA DE ARQUITECTURA PASIVA PARA VIVIENDAS EN GALICIA

Se trata de una herramienta elaborada por el Instituto Galego da Vivenda e Solo (IGVS) que establece procedimientos de diseño en los edificios con el fin de lograr que el consumo energético de estos sea casi nulo, aproximándose de este modo a los modelos EECN o nZEB. Establece una serie de criterios, presentes en el diseño arquitectónico pasivo, que son importantes a considerar; y propone soluciones constructivas concretas que influirán en el consumo energético de las viviendas.

CONCEPTO	VARIABLE DEL CLIMA		ESTRATEGIA CONSTRUCTIVA
Compacidad			mejor compacidad = mejor puntuación
Orientación			mejor orientación = mejor puntuación
Continentalidad		Índice de continentalidad (amplitud intervalo térmico anual)	> índice = adaptación a los cambios
Aislamiento		Índice termicidad invernal (pondera la intensidad del frío)	> índice = aislamiento
Ventilación		Índice termicidad estival (pondera la intensidad del calor)	> índice = ventilación
Inercia térmica		Índice diurnidad (cuantifica el intervalo térmico)	> índice = inercia
Infiltración		Viento	> viento = hermeticidad

Esquema extraído de la web del IGVS

### (3.5.2.1) EMPLEO DE PASIVGAL

Su web ofrece la posibilidad de utilizar una aplicación llamada PASIVGAL, la cual adjudica a la vivienda una puntuación, basándose en las características de su diseño y las variables climáticas más influyentes del lugar, que se pueden comprobar en el servidor de mapas desarrollado por los mismos creadores.



Continentalidad (Tmax-Tmin) (°C)	Diurnidad (Tcmax-Tcmin)*10 (°C)	Intensidad_Vento (m/s)	Aridez_Estival (PEs/Ps)	Radiación_Solar (Valor medio diario (kWh/m2))	Termicidad_Invernal (T+Mf+mf)*10 (°C)	Termicidad_Estival (T+Mc+mc)*10 (°C)
1 (<10.35)	2 (8.3-10.3)	4 (12.1-16)	3 (0.84-0.88)	4 (3.24-3.38)	1 (>308)	5 (506-535)

Imagen extraída de la herramienta Pasivgal.

Como se puede observar, se escogió un punto situado un poco más hacia el interior en la misma parcela, ya que el mapa de datos no llega justamente hasta esa zona. Los datos que aporta la aplicación en cuanto a zonas de las variables climáticas se indican en la tabla. Apreciamos que lo que más influye en esta ubicación es la termicidad estival, intensidad de viento y radiación solar, siendo menos relevante la termicidad invernal. A continuación, se recurre a la aplicación PASIVGAL para calcular la puntuación de la edificación previamente a cualquier mejora.



Imagen extraída de la herramienta Pasivgal.

La puntuación obtenida tras las sumas parciales es de 12,50 puntos, por debajo del mínimo que establece la aplicación para viviendas unifamiliares, que es de 15 puntos (se ha catalogado el edificio como vivienda unifamiliar, puesto que es demasiado pequeño para asemejarlo a un edificio de viviendas). Esta puntuación se basa en aspectos del diseño de la vivienda, con el fin de mejorarlos, y según dicha Guía de arquitectura pasiva para las viviendas en Galicia son los siguientes:

- COMPACIDAD (3 puntos)

La compacidad se asocia a la relación entre el volumen de los espacios y la superficie de su envolvente. Este concepto guarda una relación directa con la densidad y evalúa la cantidad de masa con respecto a su volumen.

Cuanto más se acerque el valor del índice de compacidad a la unidad menos envolvente tendremos a igualdad de volumen y esto nos permitirá relacionarlo con las pérdidas térmicas y con la capacidad de disipación de calor acumulado en las viviendas, principalmente a través de las infiltraciones, evaporación y convección. Desde un punto de vista exclusivamente de transmisión de energía, podríamos considerar a priori que en los climas fríos el factor de compacidad debe tender a la unidad y en climas cálidos alejarse de ella pues en el primero se deben reducir las pérdidas por transmisión y en el segundo se debe favorecer la ventilación para disipar el calor en periodo estival.

Para obtener la puntuación específica se le aplicará previamente la siguiente fórmula:

$$COM = 4,836 \frac{V_e^{2/3}}{A_e}$$

Siendo

COM= Compacidad

Ve= volumen de los espacios habitables de la edificación (m<sup>3</sup>)

Ae= área de la envolvente de los espacios habitables (m<sup>2</sup>)

-ORIENTACIÓN (0,5 puntos)

La orientación siempre ha formado parte del conocimiento transmitido en la Arquitectura Popular. El requisito básico asociado a la orientación será orientar la construcción de tal manera que, en la parte opaca de la envolvente y especialmente en los huecos, se permita tener una menor superficie expuesta en los períodos de exceso de soleamiento –limitando así la necesidad de refrigeración– y una mayor superficie en los períodos de menor soleamiento– limitando así la necesidad de calefacción.

Si bien es cierto que se considera la envolvente en su totalidad, sería lógico asociar las mejores orientaciones a las zonas de mayor uso y consumo.

En esta variable la radiación solar se vincula principalmente con la capacidad de captación de energía del sol. El posible exceso de soleamiento en periodo estival se cuantificará a través de las variables continentalidad y ventilación.

-CONTINENTALIDAD (1,5 puntos)

La continentalidad cuantifica la amplitud térmica estacional. A mayor continentalidad mayor diferencia entre estación fría y estival y mayor necesidad de incorporar en la edificación mecanismos de adaptación a dos situaciones diferentes.

El requisito básico asociado a la continentalidad es la correcta solución constructiva de la envolvente de tal manera que permita la adaptabilidad a la amplitud de las condiciones del clima.

La envolvente se valorará en función de su capacidad de adaptación a los cambios entre las estaciones.

-AISLAMIENTO (2 puntos)

El índice de termicidad invernal pondera la intensidad del frío y el aislamiento de la envolvente de las partes habitables. Estará directamente relacionado con la adecuación de la edificación a la severidad de la época fría.

Las propuestas se adecuarán como mínimo a lo establecido en la normativa de referencia (CTE, RITE), siendo éste el requisito básico.

- VENTILACIÓN (2 puntos)

La ventilación de este apartado se asocia a la capacidad de disipación de calor a través de la ventilación natural por lo que no debe confundirse con el sistema general de ventilación híbrido o mecánico asociado a la calidad del aire interior a través de la renovación, que se cuantificará en el apartado de instalaciones.

El índice de termicidad estival se considera un índice válido para ponderar la intensidad del calor y la ventilación diurna y nocturna de la edificación estará directamente relacionada con la adecuación de la edificación a la necesidad de disipar calor, siendo, de hecho, la estrategia que se ponderará en el presente apartado.

Las propuestas se adecuarán como mínimo a lo establecido en la normativa de referencia (CTE, RITE), siendo este el requisito básico.

#### - INERCIA TÉRMICA (1,5 puntos)

El índice de diurnidad o intervalo térmico diario cuantifica la variabilidad térmica diaria.

En las zonas climáticas con una gran amplitud térmica, se considera necesario diseñar una envolvente con inercia térmica suficiente como para atemperar y realizar un control pasivo de las fluctuaciones.

La inercia térmica de la envolvente estará directamente relacionada con la mitigación de los efectos de este valor al reducir y retrasar la variabilidad térmica en el interior de las estancias.

Siendo la inercia en realidad un "gestor energético" sólo se puede considerar una estrategia válida si hay una cesión de energía que permita el aprovechamiento de sus posibilidades en un nuevo térmico -habitualmente la descarga energética es posible por la noche y se sustancia en la cesión del calor acumulado durante el día utilizando ventilación natural.

#### - INFILTRACIÓN (2 puntos)

La velocidad media del viento aproxima a la zona de estudio la posible influencia de las pérdidas por infiltración en la medida en la que aumenta la diferencia de presión entre interior y exterior.

En las zonas climáticas con elevada velocidad del viento, se considera necesario diseñar una envolvente con elementos de control que limiten la ventilación no controlada o ventilación natural por infiltración.

La hermeticidad de la envolvente estará directamente relacionada con la mitigación de los efectos de este valor al reducir las infiltraciones.

### (3.5.2.2) SUGERENCIAS DE DISEÑO

Se focalizará en los puntos que obtuvieron peor puntuación. Hay que tener en cuenta que ciertos aspectos (compacidad, orientación...) ya no son posibles de modificar en un proyecto de rehabilitación.

#### - MEJORAS EN LA CONTINENTALIDAD

Según la Guía de arquitectura pasiva, se entiende que una envolvente con presencia "tipo" de mecanismos de adaptabilidad es aquella que incorpora persianas o celosías fijas a los huecos.

A los efectos oportunos sólo se podrá considerar una alta presencia de mecanismos de adaptabilidad en una envolvente si esta incorpora elementos de sombra y ventilación en verano y elementos de búsqueda de soleamiento, de protección térmica y de protección a las filtraciones en invierno. El edificio propuesto tiene una pérgola en la terraza de segunda planta (orientada al suroeste), que serviría para la ubicación de algún tipo de vegetación caduca o elementos de cierre practicables.

#### - MEJORAS EN LA INERCIA TÉRMICA

Este punto está más bien destinado a viviendas de uso continuado, mientras que este proyecto pretende ser un centro de actividades para refugiados, con lo cual es probable que no se emplee por las noches o que haya días en los que esté cerrado. Siendo así, no resulta una estrategia totalmente adecuada el mejorar la inercia térmica del edificio, ya que, por ejemplo, la cesión de energía a los espacios interiores tendría lugar por las noches, cuando no se está empleando.

#### - MEJORAS EN LA VENTILACIÓN

No existirán mejoras en este aspecto, puesto que dado el estado actual del edificio ya permite la disipación de calor tanto por la noche como por el día.

#### - MEJORAS EN LA INFILTRACIÓN

Sólo se podrá considerar una envolvente hermética si incorpora elementos clasificados como estancos al aire en todas las juntas del paramento y del aislamiento. (ej: cintas acrílicas, ...). Se supone que con la rehabilitación del edificio, que dado su estado requiere una reforma total de muros y colocación de nuevas carpinterías, esto quedará resuelto.

#### - MEJORAS EN EL AISLAMIENTO

El edificio carece de cualquier tipo de material aislante, de forma que cualquier mejora en este aspecto (aislamiento en cubierta y cerramientos, carpinterías con rotura de puente térmico, etc) mejorará la puntuación.

Al tener en cuenta y aplicar las propuestas de diseño sugeridas, la puntuación final de la vivienda aumenta considerablemente, superando de este modo el mínimo de 15 puntos que propone.



Imagen extraída de la herramienta Pasivgal.

### (3.5.3) INSTALACIONES DE APOYO

Con el fin de asegurar el 100% de horas de confort dentro del edificio, se sugieren las siguientes instalaciones para cubrir las horas que las estrategias pasivas no alcanzan:

#### - CLIMATIZACIÓN

Se plantea una instalación geotérmica con bomba de calor para la climatización del edificio, junto con un recuperador de energía. La geotermia da una solución global: calentar la edificación en invierno, refrescarla en verano y abastecerla de agua caliente sanitaria.

El suelo radiante/refrescante sería el elemento emisor principal, complementado por un fan-coil de conductos. A mayores, se recupera la energía de aire de ventilación cediéndola al aire entrante. El sistema permite mejorar considerablemente la calidad del aire dentro del edificio: varios filtros a la entrada y a la salida eliminan las partículas grandes igual que el polen y partículas pequeñas, con lo que se consigue un aire más limpio y una calidad más higiénica, se evita la aparición de humedades y se filtra el aire de admisión.

El hecho de que el sistema funcione con ventanas cerradas mejora el confort por la disminución o eliminación de ruidos exteriores. Incorporando un bypass, se permite conseguir también un refrescamiento nocturno sin ningún consumo energético. Aparte del beneficio económico que el sistema reporta, es igualmente importante el beneficio medioambiental por la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, problema cada vez más relevante.

#### - AHORRO DE AGUA

En el interior del edificio:

(1) Sanitarios de alta eficiencia: inodoros que no consuman más de 6 litros por descarga. Este acto puede significar hasta un ahorro en consumo de agua del 20%.

(2) Duchas y grifos de flujo bajo: grifos de ducha que consuman 6,7 litros por minuto.

(3) Uso de aireadores y sensores de movimiento: colocar un aireador en un grifo puede suponer un 30% de ahorro. Los sensores controlan la cantidad de agua suministrada.

(4) Instalación de medidores de agua: instalar contadores por zonas que miden el consumo y ayudan a verificar las estimaciones de consumo de agua.

(5) Uso de aguas pluviales: recolectores de aguas pluviales (rainwater harvesting), que instalados en plantas superiores aprovechan la gravedad para su distribución.

(6) Reutilización de aguas grises: las aguas grises suponen entre un 50 y un 80% de las aguas residuales en los edificios de viviendas; se pueden almacenar y utilizar posteriormente, mediante los tratamientos adecuados. El agua de duchas y lavabos, se pueden utilizar en inodoros tras su reciclado.

En el exterior del edificio:

(1) Limitar el riego a los momentos imprescindibles, y cuando se emplee que sea un sistema eficiente y programado adecuadamente.

(2) Limitar o descartar el uso de agua natural para el riego de jardines.

(3) Un buen diseño del paisaje mediante:

- La selección de plantas apropiadas: las plantas nativas y las plantas adaptables no nativas que se adapten al clima local, sobreviven a pesar de las restricciones del uso del agua (se adaptan a las precipitaciones regionales) y requieren menos fertilizantes, son resistentes a enfermedades y requieren menor mantenimiento. Se descarta la inclusión de plantas invasoras.

- La técnica del Xeriscape: permite reducir o eliminar el riego complementario mediante una adecuada planificación y diseño, el análisis del suelo y su mejora, la selección de plantas apropiadas, riego eficiente, uso de coberturas como el mulching y un mantenimiento adecuado.

### (3.6) ANÁLISIS ENERGÉTICO

Este apartado pretende demostrar la importancia de profundizar en el análisis energético para la toma de decisiones constructivas y técnicas encaminadas a la mejora de la demanda y el consumo. Para ello, se analizarán las características de la edificación, clima, confort térmico, evaluación energética y certificación. Se emplearán también herramientas informáticas (HTFlux y DesignBuilder) para la evaluación y para la propuesta de soluciones constructivas de arquitectura pasiva.

Aunque la normativa de aplicación define a la calificación energética como "la expresión de la eficiencia energética de un edificio", el procedimiento de calificación energética utilizado actualmente sólo supone el cumplimiento de unos valores mínimos y su comparación con un modelo de referencia.

Existe cierta relación entre la calificación energética y el comportamiento energético en una vivienda, pero por lo indicado anteriormente no sería riguroso ni razonable asumir que una vivienda con una gran calificación tiene un comportamiento termodinámico "inmejorable". La simulación energética, en cambio, sí permite conocer las características de consumo de nuestro edificio, identificar los aspectos de ineficiencia y proponer mejoras simulando distintos condicionantes constructivos y escenarios, tanto en proceso de proyecto como en edificios existentes. Consideraremos así la calefacción, refrigeración, deshumectación, agua caliente, iluminación (opcional para edificios residenciales), y otros tipos.

Llevar a cabo la evaluación energética permite lo siguiente:

- Valorar el cumplimiento con las reglamentaciones del edificio en relación con el consumo de energía y las limitaciones de emisiones de CO<sub>2</sub>.

- Transparencia de las operaciones comerciales a través de la certificación energética
- Seguimiento de la eficiencia energética del edificio y sus sistemas técnicos
- Ayuda para planificar las medidas de rehabilitación, mediante la predicción del ahorro energético que resultaría de diferentes acciones

Señalamos dos tipos de evaluación energética:

- Evaluación energética calculada: basada en cálculos de la energía ponderada suministrada y exportada de un edificio para calefacción, refrigeración, ventilación, ACS e iluminación. Su objetivo es determinar el consumo global de energía anual, energía primaria o de emisión de CO<sub>2</sub>. Se calcula empleando dos métodos: el empleo de valores medios anuales, o bien la división del año en un número de etapas de cálculo.
- Evaluación energética medida: basada en cantidades medidas de energía suministrada y exportada. Para proceder, se miden las cantidades de energía suministrada al edificio y la energía exportada por el edificio.

En cuanto a la normativa relacionada con este apartado, se ha de tener en cuenta la Directiva Europea 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios, en la que se define un edificio de consumo casi nulo como un *“edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto (...). La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes Renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno”*

Según este documento, los Estados Miembros se asegurarán de que:

- A más tardar el 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos sean edificios de consumo de energía casi nulo.
- Después del 31 de diciembre de 2018, los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas sean edificios de consumo de energía casi nulo.

A mayores, hay que considerar los siguientes Reales Decretos (algunos ya mencionados en el anterior apartado, dedicado al análisis de la sostenibilidad)

RD 314/2006 CÓDIGO TÉCNICO EDIFICACIÓN

RD 1027/2007, de Revisión del RITE

RD 47/2007 Procedimiento básico de Certificación Energética de Edificios Nuevos

RD 235/2013 Certificación Energética de Edificios existentes

### (3.6.1) ANÁLISIS CON HTFLUX

HTFlux es un software para la simulación bidimensional del flujo de calor y vapor de agua. GLASER 2d, un método único desarrollado por HTFlux, aplica el método Glaser en geometrías bidimensionales. Esto le permite calcular las zonas de punto de rocío y las condensaciones para configuraciones bidimensionales. Una de sus aplicaciones es la evaluación de puentes térmicos. Se dispone de una variedad de herramientas de medición y generación de informes (flujo de calor, valor U, valor fRsi, valores extremos de temperatura, ...)

Para nuestro caso, analizaremos una sección horizontal por carpintería de ventana y su encuentro con el muro, en el caso de que la edificación se aislase exteriormente con un sistema SATE, y cambiando la carpintería (que actualmente y por estar el edificio en estado de abandono son inexistentes, pero se asume que en su origen se trataba de vidrios simples) por vidrios dobles. Se importa un archivo DXF con un dibujo de la sección y se van asignando materiales al conjunto:

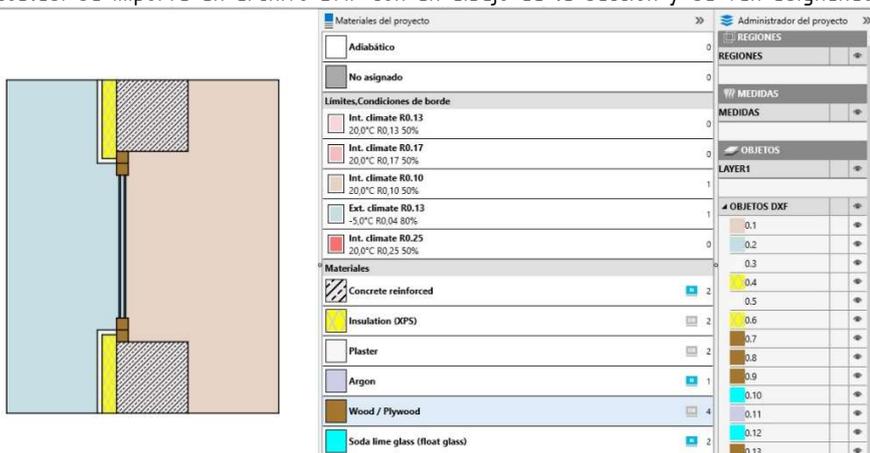
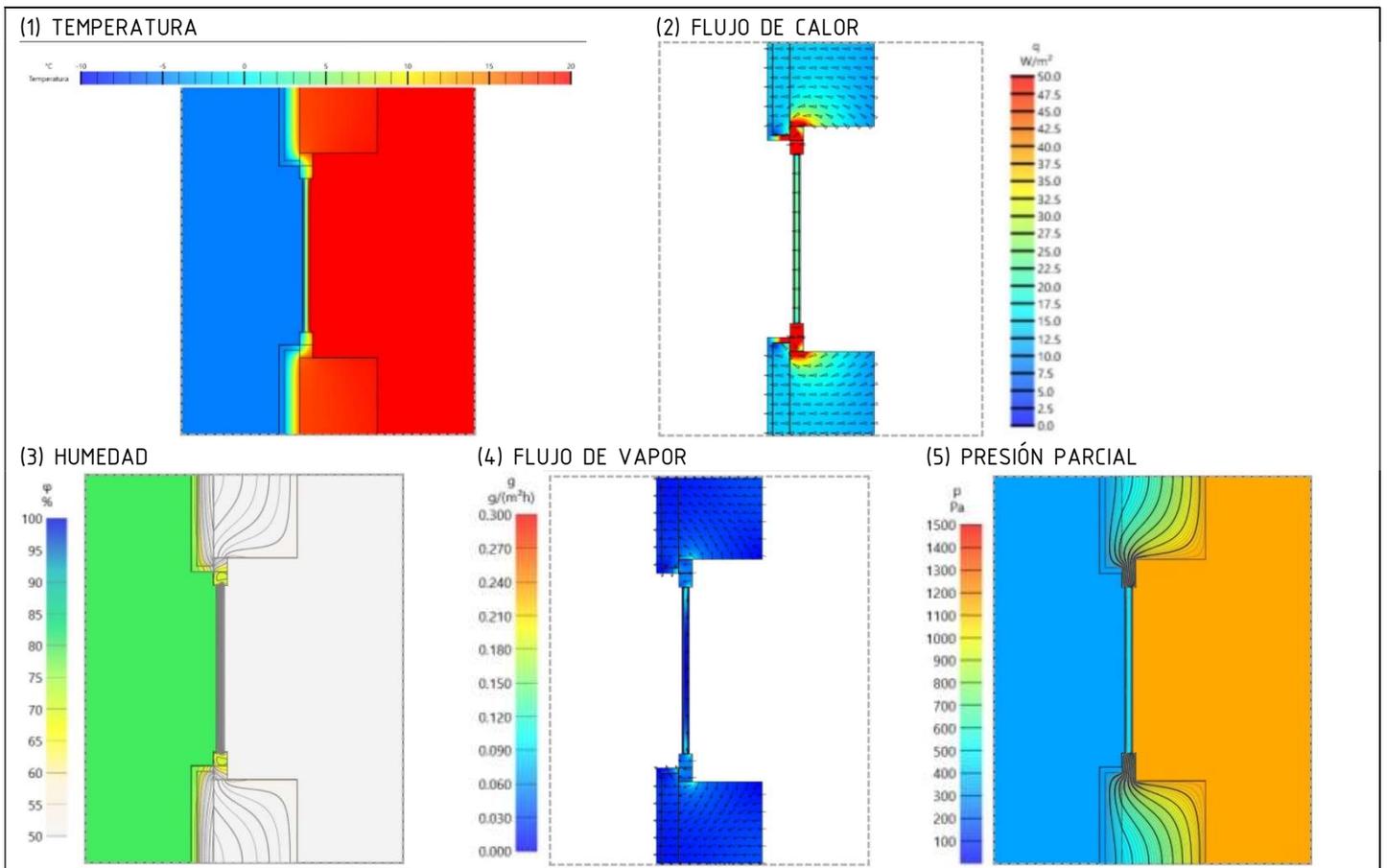


Imagen extraída de la herramienta FTFlux.

Después se comienza a analizar el detalle. Se comprueba la temperatura en cada punto del cerramiento y el flujo de calor, para poder tener una idea de por dónde se producen las pérdidas y qué valor tienen. Se analiza también la humedad, que indica la posible existencia o no de condensaciones; el flujo de vapor, que indica la susceptibilidad de los elementos que forman parte del cerramiento al paso del vapor de agua; y la presión parcial que el vapor de agua ejerce en el cerramiento:



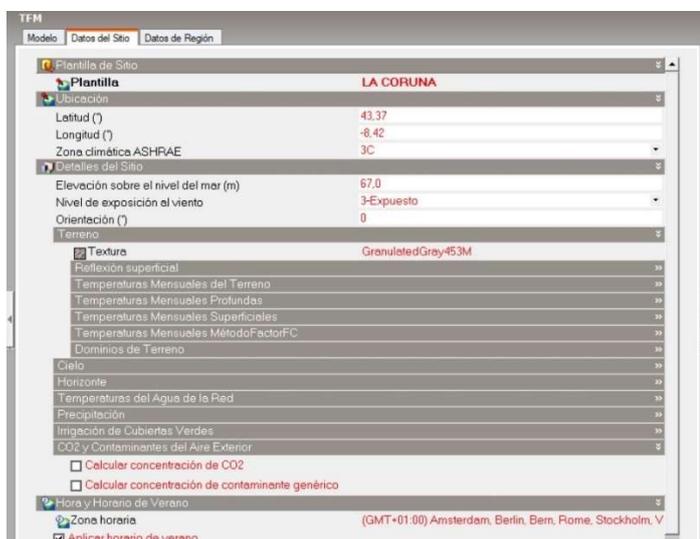
Gráficas extraídas de la herramienta FTFlux.

En conclusión y gracias al análisis realizado, observamos que no se manifiesta ningún puente térmico, ni condensaciones intersticiales, siendo como es de esperar el encuentro entre la carpintería y el muro el punto más débil térmicamente hablando. La solución escogida, por tanto, funciona correctamente.

### (3.6.2) ANÁLISIS CON DESIGNBUILDER

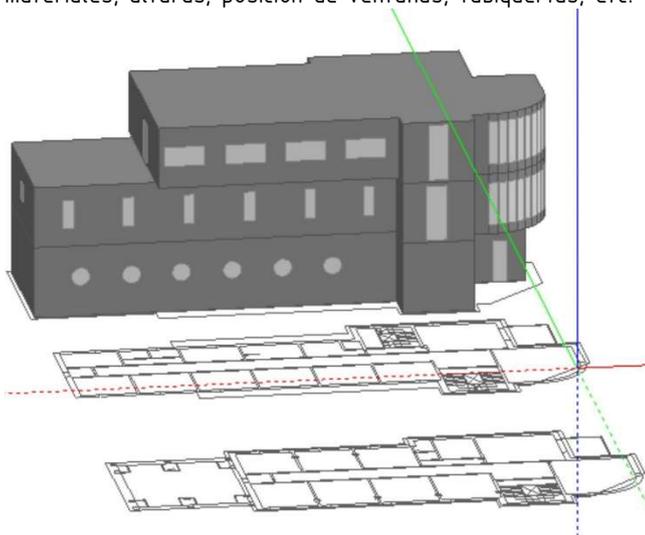
DesignBuilder es un software especializado en la simulación ambiental y energética de edificios. Sus prestaciones permiten evaluar aspectos como los niveles de confort, los consumos de energía y las emisiones de carbono. Concebido para facilitar los procesos de simulación, ofrece diversos módulos de análisis integrados entre sí. Se trata de una herramienta para el diseño, la consultoría y la certificación energética.

Partiendo del edificio inicial, previo a la rehabilitación, introduciremos el modelo en el programa para comprobar su gasto energético y ver cómo los cambios en los elementos que componen la edificación modifican dichos consumos. El primer paso es ubicar la zona en la que se asienta el proyecto, para asociarla con su archivo climático correspondiente. En este caso se trata de A Coruña, cuyos datos están en la base del programa.



Cuadro de datos extraído de la herramienta DesignBuilder

A continuación, generamos el modelo del edificio, partiendo de una plantilla DXF que hemos introducido previamente. Asignamos materiales, alturas, posición de ventanas, tabiquerías, etc.



Modelo	Actividad	Cerramientos	Aberturas	Iluminación	HVAC	Generación	Opciones de Resultados	CFD
Plantilla de Cerramientos		Plantilla de cerramientos del proyecto						
Cerramientos		Muro TFM Exterior Hormigón en Masa						
Muros exteriores		Muro enterrado del proyecto						
Cubiertas planas		Cubierta hormigón TFM						
Cubiertas inclinadas (con ocupación)		Cubierta inclinada del proyecto						
Cubiertas inclinadas (sin ocupación)		Cubierta inclinada desocupada del proyecto						
Particiones		115mm single leaf brick (plastered both sides)						
Semi-Expuestos		Muro semi-expuesto del proyecto						
Techo semi-expuestos		Techo semi-expuesto del proyecto						
Suelos semi-expuestos		Suelo semi-expuesto del proyecto						
Suelos sobre terreno		Solid basement ground floor, uninsulated						
Suelos exteriores		Suelo exterior del proyecto						
Suelos interiores		Suelo interior del proyecto						
Sub-superficies		Masa Térmica Interna						
Bloques de Componente		Geometría, Áreas y Volúmenes						
Convección Superficial		Puentes Térmicos Lineales						
Estanqueidad al aire		<input checked="" type="checkbox"/> Modelar infiltración Tasa (renov/h) 0.700 Programación On 24/7 Coeficientes de Delta T y Velocidad del Viento						
Coste								

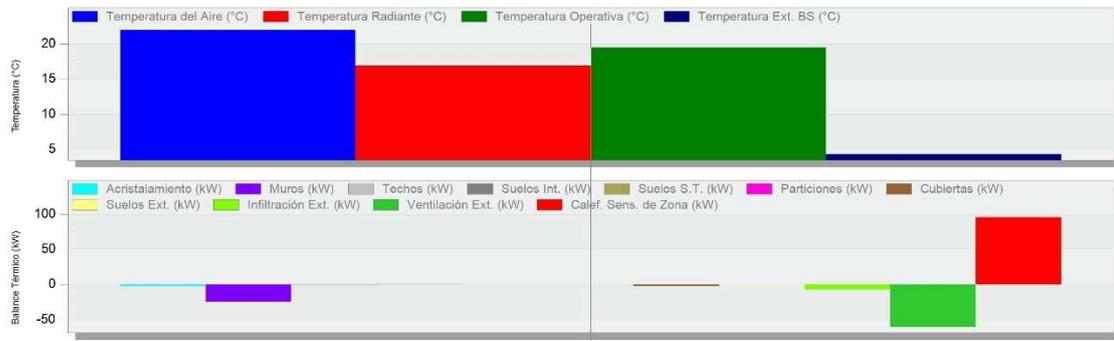
Imagen y cuadro de datos extraídos de la herramienta DesignBuilder

El siguiente paso consiste en asignar las características de las instalaciones proyectadas. Se selecciona un sistema de climatización VAV (Variable Air Volume) con recuperación de calor, complementándose con un calentador eléctrico para la instalación de ACS.

Plantilla HVAC		Plantilla		VAV, Dual duct, Water-cooled Chiller
Ventilación Mecánica		Activar		<input checked="" type="checkbox"/>
Definición del caudal de aire exterior		4-Aire exterior mínimo (por persona + por área)		
Funcionamiento		Programación		
Economizador (Enfriamiento gratuito)		Office_OpenOff_Occ		
Recuperación de calor				
Energía Auxiliar		Energía auxiliar (W/m²)		0,0000
Programación		Office_OpenOff_Occ		
Calefacción		Activar		<input checked="" type="checkbox"/>
Combustible		1-Electricidad		
CoP estacional del sistema de calefacción		0,850		
Dimensionado de Equipamiento de Zona				
Definición				
Funcionamiento		Programación		
Programación		Office_OpenOff_Heat		
Refrigeración		Activar		<input checked="" type="checkbox"/>
Sistema de refrigeración		Default		
Combustible		1-Electricidad		
CoP estacional del sistema de refrigeración		3,000		
Condiciones del Aire de Impulsión				
Funcionamiento		Programación		
Programación		Office_OpenOff_Cool		
Control de Humedad				
ACS		Activar		<input checked="" type="checkbox"/>
Plantilla de ACS		Project DHW		
Tipo		4-Instantaneous hot water only		
CoP del ACS		0,8500		
Combustible		1-Electricidad		
Temperaturas del agua		Temperatura de suministro (°C)		
Temperatura de entrada al sistema (°C)		65,00		
Temperatura de entrada al sistema (°C)		10,00		
Funcionamiento		Programación		
Programación		Office_OpenOff_Occ		
Ventilación natural		Activar		<input checked="" type="checkbox"/>
Definición del caudal de aire exterior		1- Por zona		
Aire exterior (renov/h)		5,000		
Funcionamiento		Programación		
Programación		Office_OpenOff_Occ		
Límites de Temperatura Exterior				
Límite de Delta T				
Coeficientes de Delta T y Velocidad del Viento				
Ventilación natural en modo mixto		<input type="checkbox"/>		

Cuadro de datos extraído de la herramienta DesignBuilder

Terminada la introducción de todos los datos, las pestañas inferiores permiten analizar y comprender los consumos referidos al sistema de calefacción, refrigeración o simulación energética completa del edificio. En este cuadro observamos las pérdidas y ganancias de calor gracias a los diferentes elementos constructivos. Vemos que las mayores pérdidas se producen por ventilación, por los muros, y por último por los vidrios y elementos de cubierta.

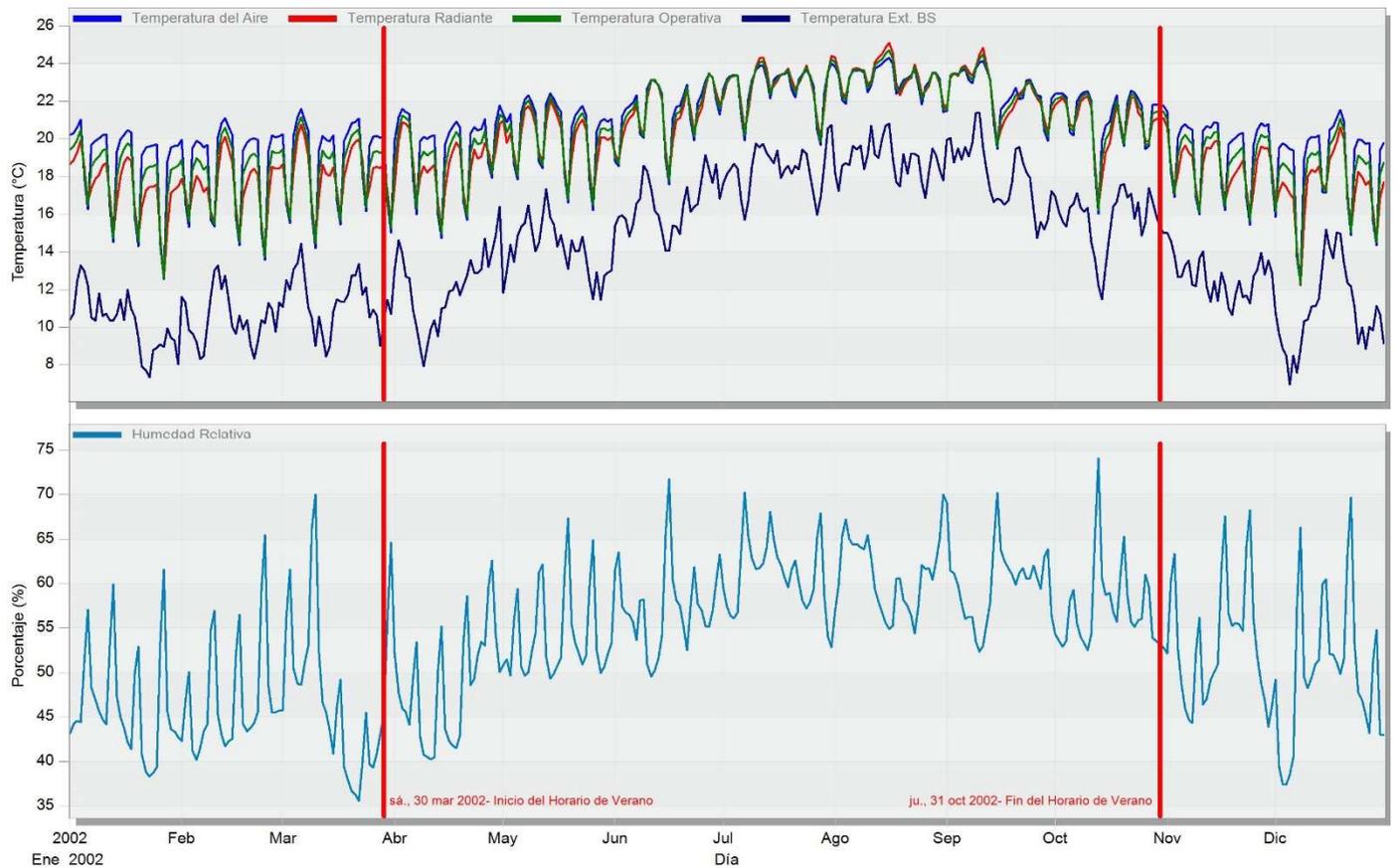


Temperatura del Aire (°C)	22,00
Temperatura Radiante (°C)	16,94
Temperatura Operativa (°C)	19,47
Temperatura Ext. BS (°C)	4,40
Acrisolamiento (kW)	-1,93
Muros (kW)	-24,54
Techos (kW)	-0,68
Suelos Int. (kW)	0,68
Suelos S.T. (kW)	0,16
Particiones (kW)	0,00
Cubiertas (kW)	-2,01
Suelos Ext. (kW)	-0,12
Infiltración Ext. (kW)	-7,13
Ventilación Ext. (kW)	-60,24
Calef. Sens. de Zona (kW)	95,80

Gráfica extraída de la herramienta DesignBuilder.

A continuación, gráficas de los distintos datos que arroja el análisis:

-CONFORT



Gráfica extraída de la herramienta DesignBuilder

-GANANCIAS INTERNAS Y SOLARES



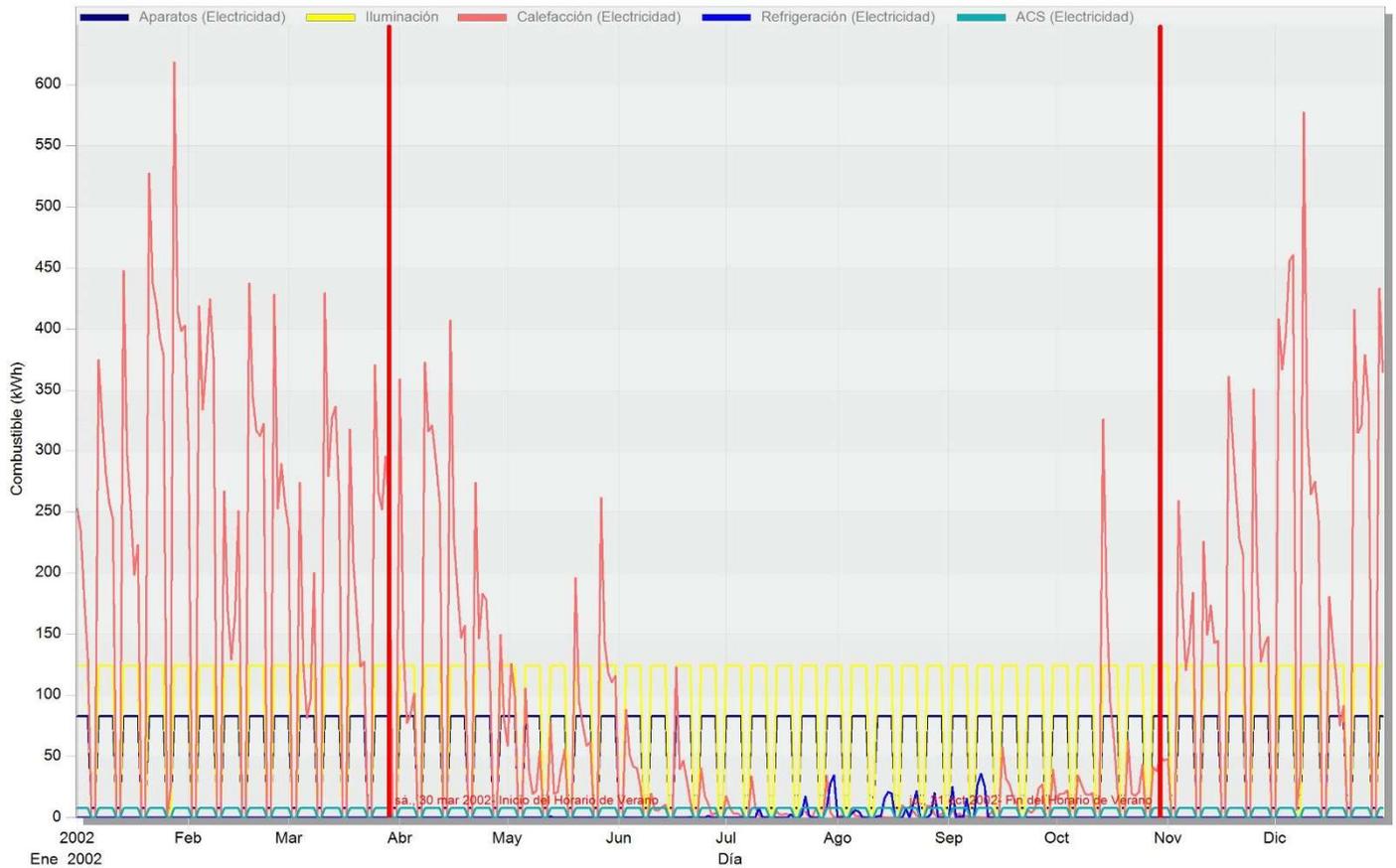
Gráfica extraída de la herramienta DesignBuilder

-ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y VENTILACIÓN



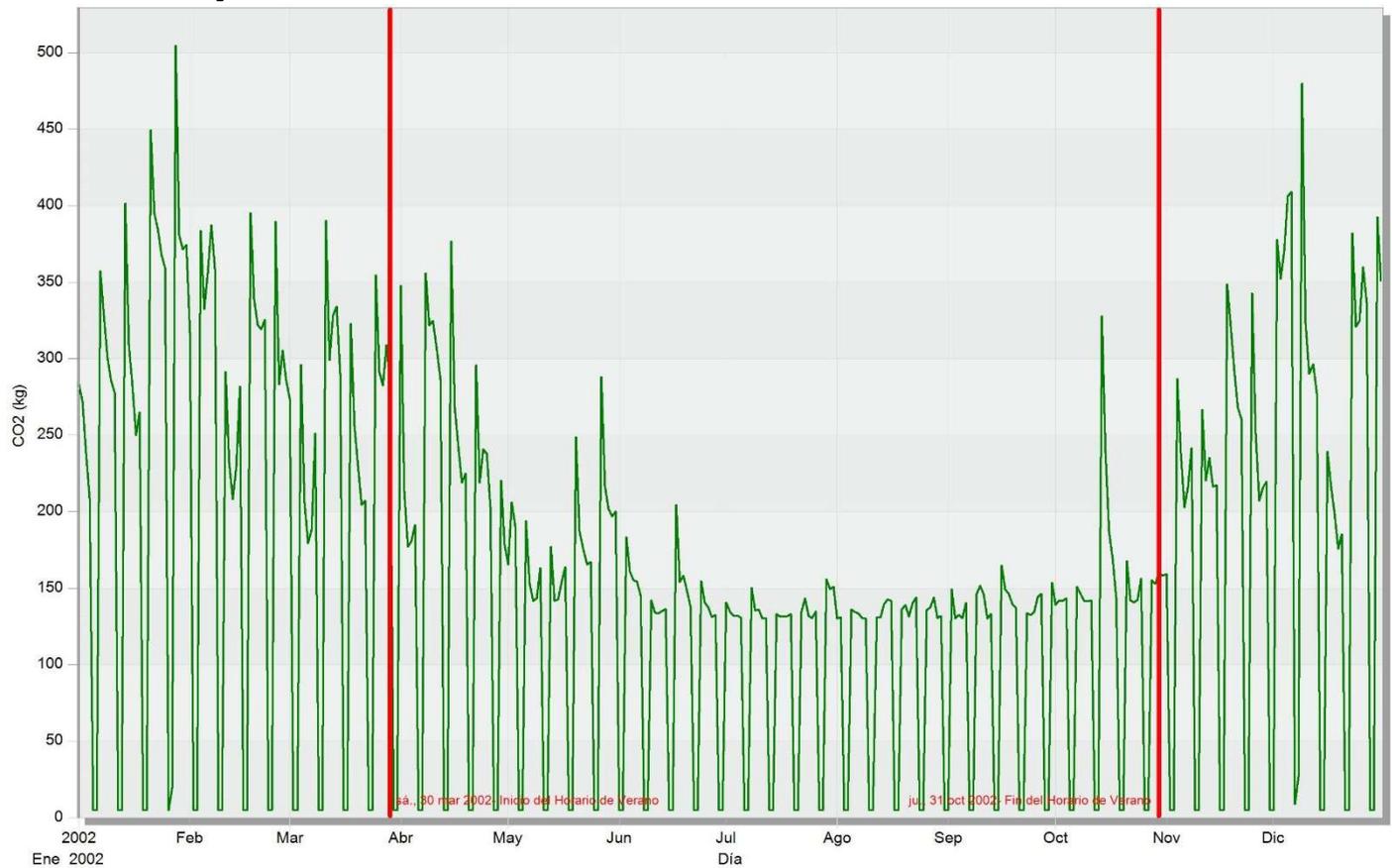
Gráfica extraída de la herramienta DesignBuilder

-DESGLOSE DE COMBUSTIBLE



Gráfica extraída de la herramienta DesignBuilder

-PRODUCCIÓN DE CO<sub>2</sub>



Gráfica extraída de la herramienta DesignBuilder

El programa permite conocer una estimación del consumo total energético del edificio, cuya fuente de energía es eléctrica solamente. En este caso, estima el consumo global final en 90.651,08 kWh, y consumo global primario (energía consumida desde el origen) de 300.262,95 kWh tras aplicarle el factor de conversión correspondiente de 3,167.

	Total Energy [kWh]	Energy Per Total Building Area [kWh/m <sup>2</sup> ]	Energy Per Conditioned Building Area [kWh/m <sup>2</sup> ]
Total Site Energy	90651.08	175.49	175.49
Net Site Energy	90651.08	175.49	175.49
Total Source Energy	300262.95	581.29	581.29
Net Source Energy	300262.95	581.29	581.29

Site=>Source Conversion Factor	
Electricity	3.167

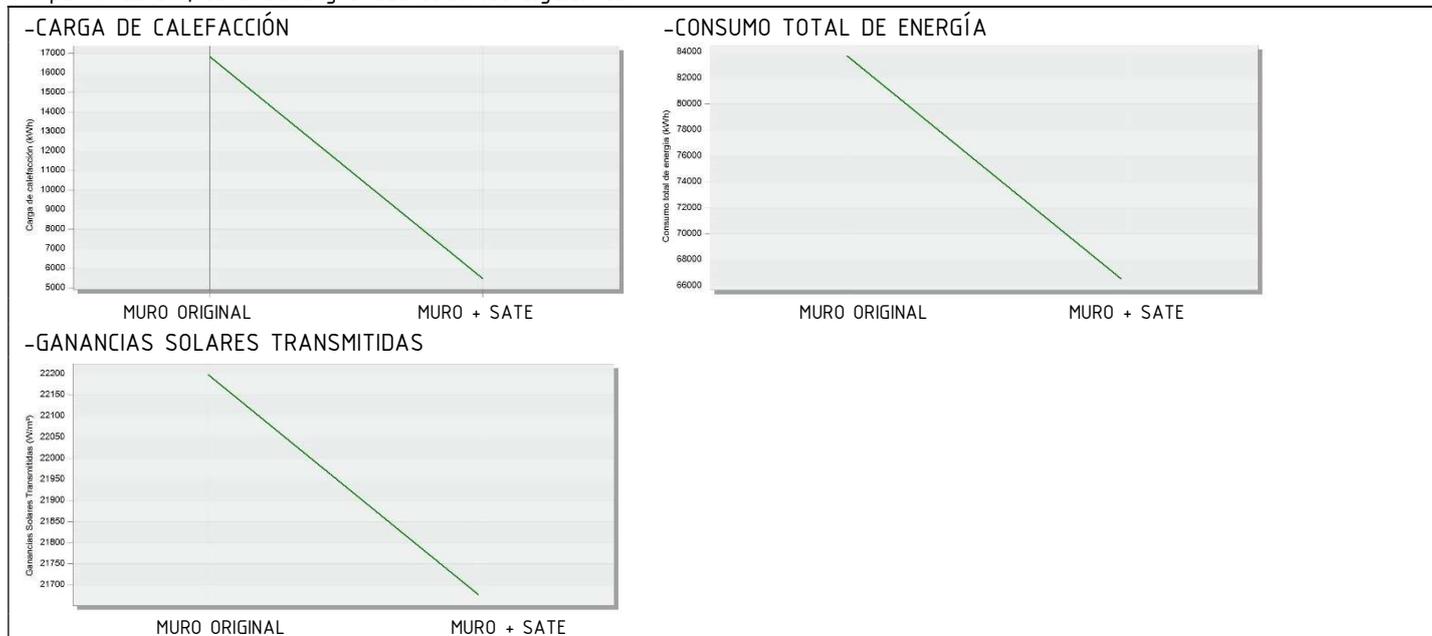
Cuadros extraídos de la herramienta DesignBuilder

A continuación, se realizará un análisis paramétrico comparando la mejora que supondría añadirle al cerramiento actual de hormigón en masa un sistema de aislamiento térmico por el exterior:

MURO TFM EXTERIOR HORMIGÓN EN MASA	MURO TFM EXTERIOR HORMIGÓN EN MASA + SATE
<b>Fuente</b>	<b>Fuente</b>
Categoría	Muros exteriores
Región	General
<b>Definición</b>	<b>Definición</b>
Método de definición	1-Capas
<b>Parámetros de cálculo</b>	<b>Parámetros de cálculo</b>
Algoritmo de solución	1-Predeterminado
Incluye revestimiento metálico	No
<b>Capas</b>	<b>Capas</b>
Número de capas	1
<b>Capa única</b>	<b>Capa más externa</b>
Cast Concrete (Dense)	Cement/plaster/mortar - cement
Espesor (m)	0,3000
Puentes térmicos	No
<b>Superficie externa</b>	<b>Layer 2</b>
Fijar coeficiente de transferencia de calor por convección	Mineral fibre/wool - wool
<b>Superficie interna</b>	Espesor (m)
Fijar coeficiente de transferencia de calor por convección	0,0600
<b>Sección</b>	Puentes térmicos
Superficie exterior	No
	<b>Capa más interna</b>
300.00mm Cast Concrete (Dense)	Cast Concrete (Dense)
Superficie interior	Espesor (m)
<b>Superficie interior</b>	0,3000
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m <sup>2</sup> ·K)	Puentes térmicos
2,152	No
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m <sup>2</sup> ·K)	<b>Superficie externa</b>
5,540	Fijar coeficiente de transferencia de calor por convección
Resistencia superficial (m <sup>2</sup> ·K/W)	No
0,130	<b>Superficie interna</b>
<b>Superficie exterior</b>	Fijar coeficiente de transferencia de calor por convección
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m <sup>2</sup> ·K)	No
19,870	<b>Sección</b>
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m <sup>2</sup> ·K)	Superficie exterior
5,130	
Resistencia superficial (m <sup>2</sup> ·K/W)	50.00mm Mineral fibre/wool - wool
0,040	300.00mm Cast Concrete (Dense)
<b>Sin Puentes Térmicos</b>	Superficie interior
Valor U de superficie a superficie (W/m <sup>2</sup> ·K)	<b>Superficie interior</b>
4,667	Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m <sup>2</sup> ·K)
Valor R (m <sup>2</sup> ·K/W)	2,152
2,602	Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m <sup>2</sup> ·K)
<b>Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)</b>	5,540
Espesor (m)	Resistencia superficial (m <sup>2</sup> ·K/W)
0,3000	0,130
Límite superior de resistencia (m <sup>2</sup> ·K/W)	<b>Superficie exterior</b>
0,384	Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m <sup>2</sup> ·K)
Límite inferior de resistencia (m <sup>2</sup> ·K/W)	19,870
0,384	Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m <sup>2</sup> ·K)
Valor U de superficie a superficie (W/m <sup>2</sup> ·K)	5,130
4,667	Resistencia superficial (m <sup>2</sup> ·K/W)
Valor R (m <sup>2</sup> ·K/W)	0,040
0,384	<b>Sin Puentes Térmicos</b>
	Valor U de superficie a superficie (W/m <sup>2</sup> ·K)
	0,549
	Valor R (m <sup>2</sup> ·K/W)
	1,991
	Valor U (W/m <sup>2</sup> ·K)
	0,502
	<b>Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)</b>
	Espesor (m)
	0,3800
	Límite superior de resistencia (m <sup>2</sup> ·K/W)
	1,991
	Límite inferior de resistencia (m <sup>2</sup> ·K/W)
	1,991
	Valor U de superficie a superficie (W/m <sup>2</sup> ·K)
	0,549
	Valor R (m <sup>2</sup> ·K/W)
	1,991

Cuadros de datos extraídos de la herramienta DesignBuilder

A partir de ahí, obtenemos gráficas como las siguientes:



Gráficas extraídas de la herramienta DesignBuilder.

En cuanto a carga de calefacción, apreciamos que se reduce en un 66,67% si modificamos el cerramiento actual.

En cuanto al consumo total de energía, ahorraríamos un 20,45% añadiendo dicho sistema SATE.

En cuanto a ganancias solares transmitidas, la mejora sería solamente en un 2,36%.

Se aprecia entonces el cambio sustancial que supone añadir unos centímetros de algún elemento aislante por el exterior en cuanto a ahorro energético. Sorprende la gran disminución en carga de calefacción, sin tratarse de un aislamiento de gran espesor.

## **(4) PROPUESTA DE INTERVENCIÓN**

---

### **(4.1) DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA**

#### **(4.1.1) CONDICIONANTES DE PARTIDA**

Como ya se ha adelantado, el programa propuesto en la rehabilitación corresponde a un centro para refugiados. En el contexto actual, este tipo de uso tiene unas características particulares que influirán en gran medida en la manera en la que se llevará a cabo el planteamiento de la rehabilitación. A continuación, se profundizará en las más importantes:

##### **PROTECCIÓN E INTEGRACIÓN**

Muchas de las personas solicitantes de asilo o protección internacional huyen de conflictos bélicos, persecuciones o desastres naturales. Algunas de ellas han pasado previamente por un campo de refugio, que según sus ocupantes es *"un lugar que ninguno de nosotros habitaríamos libremente"*. A menudo son lugares en los cuales se siguen desatando conflictos, sin olvidar la constante preocupación por un futuro incierto. Por este motivo, es importante que el propio espacio que vayan a ocupar en ese lapso entre la huida y una independencia potencial evite esa sensación de desprotección.

A mayores, en cuanto al emplazamiento del centro, uno de los factores a considerar será la proximidad a zonas de ocio y de gran ocupación por parte del resto de los ciudadanos. Aunque posteriormente su independencia se lleve a cabo en otra zona de la ciudad, es importante que esta fase inicial de asilo no se desarrolle en barrios marginales ni en zonas conflictivas o conocidas por casos de violencia hacia la gente extranjera. Por una parte, porque en dichas áreas tienen lugar situaciones de las que ya llevan tiempo escapando; y por otra, porque sería un paso atrás en su integración social, ya que promueve el miedo a verse involucrados en algún tipo de conflicto por prejuicios raciales, lo que desencadena una mayor desconfianza a la hora de relacionarse con las personas locales.

##### **SALUD FÍSICA Y MENTAL**

Otro de los factores a tener en cuenta es la necesidad de tener un espacio físico para poder atender consultas, ya sean consultas médicas básicas que no requieran instalaciones hospitalarias, como atención psicológica. Uno de los problemas que afrontan los solicitantes de asilo a la hora de empezar una nueva etapa en otro lugar es el gestionar el trauma que supone la huida de su lugar de procedencia, en muchos casos con la consecuente separación de su núcleo familiar y viéndose envueltos en malas experiencias en todo este proceso de movilidad. Por ello es imprescindible contar con un equipo multidisciplinar que incluya médicos y expertos en atención psicológica, y con un espacio donde dicha atención se pueda llevar a cabo.

##### **EDUCACIÓN E INSERCIÓN LABORAL**

Para poder asegurar el aprendizaje del idioma de cara a la mejora en la escolarización de los menores y a la mayor facilidad para la inserción laboral de los adultos, es necesario contar con espacios que permitan dicha actividad. Este espacio puede funcionar como aula para seminarios y conferencias o sala de actividades físicas y de juegos.

##### **SERVICIOS E INDEPENDENCIA**

Como ya se ha dicho, parte de los solicitantes de asilo han pasado por campos de refugio previos a esta fase de asilo temporal. Ese tipo de instalaciones de emergencia responden a una organización muy simple en cuanto a servicios: los mínimos necesarios. En este periodo de adaptación previo a la independencia, es importante que existan servicios que faciliten el futuro desenvolvimiento durante la independencia, referido sobre todo a higiene y cocina.

A partir de estas premisas en cuanto a programa, se detallará a continuación el planteamiento de proyecto.

#### **(4.1.2) PLANTEAMIENTO PROPUESTO**

Cuando se comienza a reflexionar acerca de la manera de acometer la rehabilitación, se empezó a trabajar sobre lo que podía y no podía aportar el edificio existente con respecto al uso propuesto. Nació como una residencia de militares, con lo cual existen ciertas similitudes en el programa, que es fundamentalmente residencial con espacios compartidos, si bien es muy diferente la manera en la que dichos espacios se distribuyen en el programa de origen y en el de proyecto.

La idea principal es que los usuarios creen su propia rutina durante esa primera fase de asilo, que combinará la asistencia a cursos impartidos en el propio centro, la elaboración propia de comidas, el descanso en las zonas de estar, el uso de la lavandería, etc. En resumen, se busca que hagan de este edificio su hogar, pero sin asociarlo al concepto que tenemos de hogar como espacio totalmente privado, sino como espacio de confort, en el que puedan sentirse protegidos, donde tengan cierta independencia en cuanto a sus movimientos diarios, pero a su vez se beneficien de un apoyo continuo y de la posibilidad de compartir experiencias con otras personas que están pasando por situaciones similares, antes de poder independizarse. Diferenciaremos los grupos de más relevancia en el programa: convivencia, los espacios privados, la formación y la atención, todo ello comunicado por las zonas de distribución.

**CONVIVENCIA:** aquí incluyo todos los espacios compartidos de uso residencial, que son los siguientes:

- Cocina/comedor/estar y juegos (planta baja). Ocupa la misma zona que la antigua sala de juegos y reuniones de los oficiales y suboficiales. Este espacio me parece de gran importancia, por eso es el de mayor superficie del programa residencial, ya que es donde se desarrollan las relaciones sociales entre los habitantes del centro durante su tiempo libre. Este espacio se abre (modificando las carpinterías existentes) a toda la terraza posterior, dada su posición privilegiada con respecto a las vistas.
- Sala de estar (planta primera y segunda). Se mantienen en la misma configuración que los salones del edificio anterior. Se trata de espacios de descanso un poco más privados que la gran sala de planta baja.

**ESPACIOS PRIVADOS:** dormitorios y baños. En planta primera, se plantean dormitorios de dos plazas (quitando un dormitorio, en el cual por motivos de accesibilidad se realiza más grande y de cuatro plazas). En planta segunda también son de dos plazas, pero

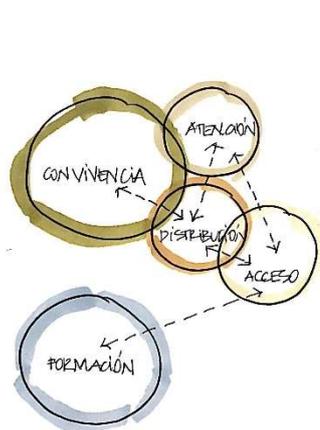
se plantean con una pequeña zona de estudio, con lo cual más dedicados a personas en etapas de formación (universidad o instituto). En cuanto a los baños, existen aseos y baño accesible en planta baja; y vestuarios diferenciados (hombres/mujeres) en ambas plantas superiores.

ESPACIOS AUXILIARES (plantas baja, primera y segunda): lavandería y zonas de almacenaje y limpieza.

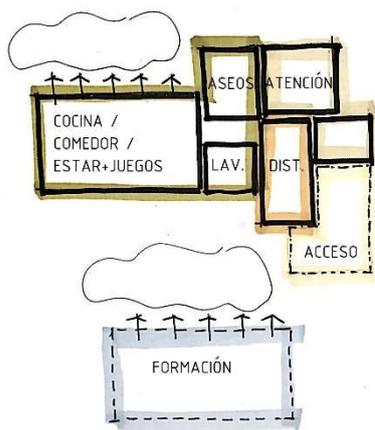
ATENCIÓN (planta baja): zona para llevar a cabo entrevistas, consultas médicas básicas y atención psicológica. Se ubica al pasar el acceso y previa a la zona estrictamente residencial del edificio.

ACCESO: se realiza a través de un pequeño bloque añadido al edificio original, de manera que exista una zona de recepción y administración en la que se resuelvan consultas, se reciba a los solicitantes, se aporte información, etc.

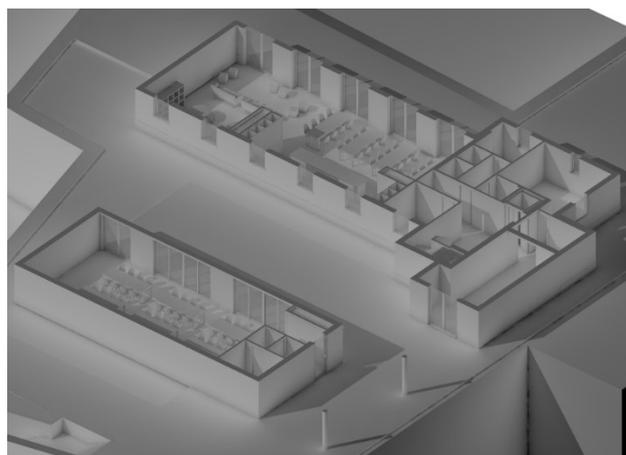
FORMACIÓN: Tiene lugar en una nueva construcción paralela a la existente y abriéndose hacia la misma, acotando la zona de proyecto por su zona Sur. Se trata de un bloque prismático que acoge el programa formativo, que no es más que un aula donde llevar a cabo actividades de aprendizaje de idiomas, talleres de formación, conferencias, seminarios, y que incluso puede hacer de sala de actividades físicas o juegos. Ambos bloques (nuevo y existente) se unen mediante una fina cubierta que marca el acceso a esa zona de la parcela, permitiendo el paso a cubierto de un bloque a otro.



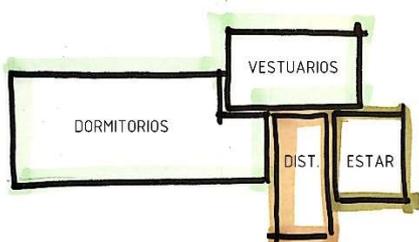
Esquema funcional



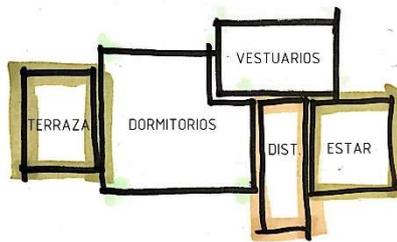
Esquema planta baja



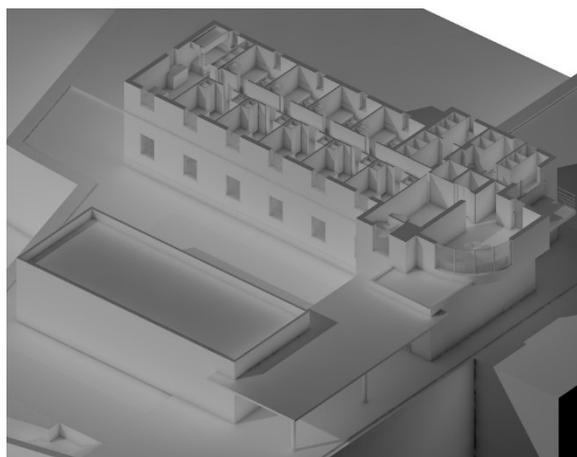
Infografía planta baja



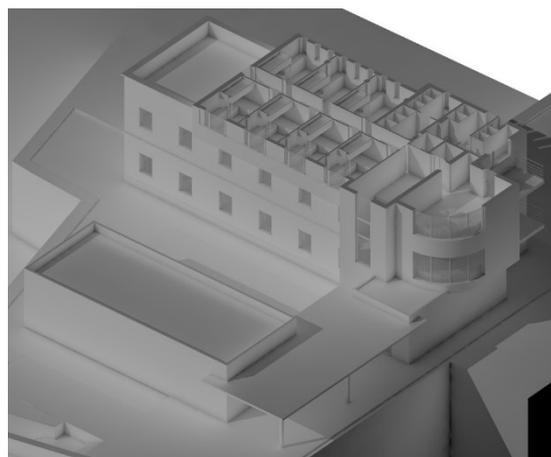
Esquema planta primera



Esquema planta segunda



Infografía planta primera

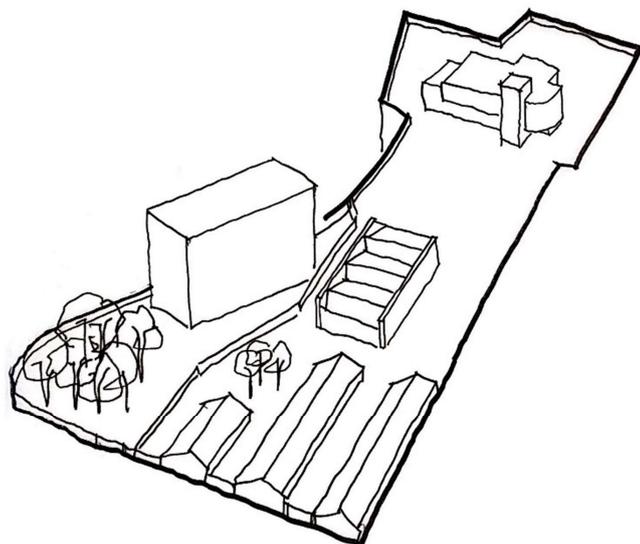


Infografía planta segunda

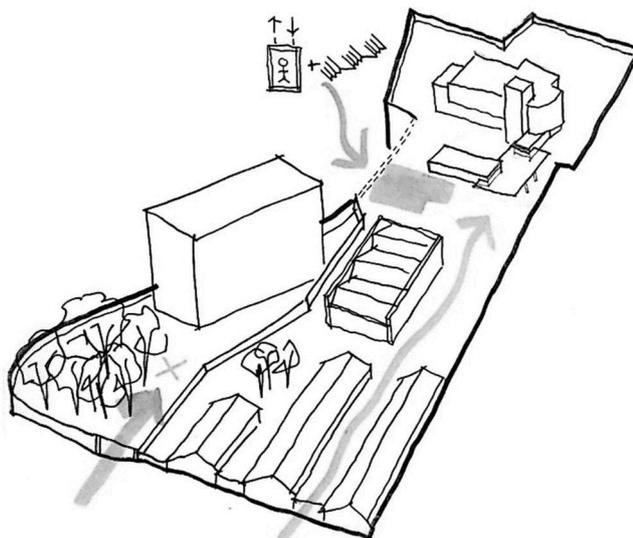
#### (4.2) ACTUACIONES EN EL ENTORNO: URBANISMO

En cuanto a la parcela, como ya se comentó, se encuentra acotada por el Paseo Marítimo al Norte, la Calle Veramar al Oeste, el complejo deportivo de la Hípica al Este, y la Avenida Metrosidero al Sur. Se trata de una parcela con varias construcciones de tipo militar, actualmente en desuso. Su acceso principal actualmente se realiza por la zona Sur (Avenida Metrosidero), la cota más alta de la parcela, a partir de la cual se iría descendiendo hasta la zona más Norte, donde se encuentra el edificio a rehabilitar.

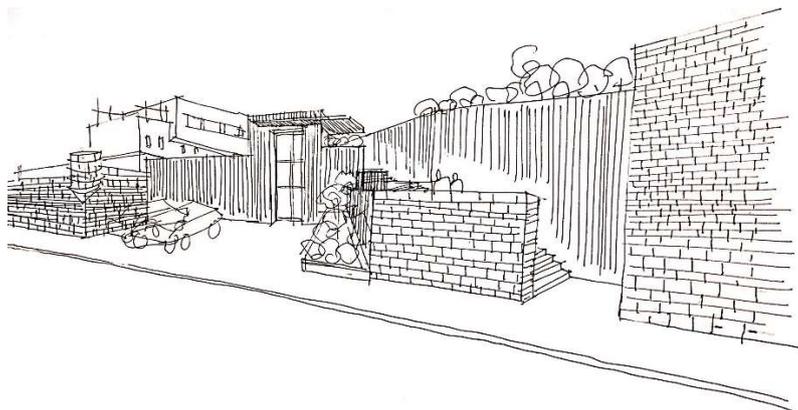
Dada la gran distancia desde el acceso principal hasta la zona de actuación, y dada la cercanía de dicha zona al Paseo Marítimo, se plantea otro acceso que salve este desnivel y permita un rápido acceso a la parcela desde la cota más baja, a través de un núcleo de escaleras y un ascensor. Se trata de una intervención que genera una mayor conexión del centro con su espacio público circundante, sobre todo con el Paseo Marítimo, la zona inmediata de mayor atractivo. A mayores, con esta propuesta se pretende acotar la zona de actuación y, a su vez, generar una vía de conexión entre el Paseo Marítimo y toda la parcela, con vistas de que si en un futuro se realizasen más intervenciones en dicha zona (construcciones o rehabilitaciones de lo existente con fines sociales, un parque al aire libre...), todo este programa se viese favorecido por una mayor fluidez de movimiento dentro de dicho perímetro.



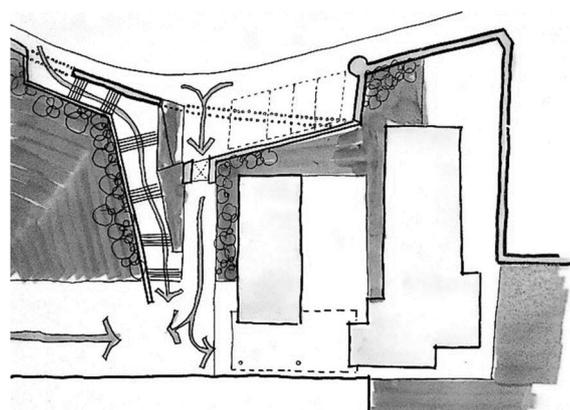
Esquema tridimensional de la parcela (estado actual)



Esquema tridimensional de la parcela (estado reformado). Acceso existente y planteamiento de nuevo acceso



Vista del nuevo acceso desde Rúa Veramar



Esquema en planta de las comunicaciones en planta de la parcela incluyendo el nuevo acceso

#### (4.3) ACTUACIONES EN INSTALACIONES

Los materiales y los sistemas elegidos garantizan unas condiciones de higiene, salud y protección del medio ambiente, de tal forma que se alcanzan condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio, haciendo que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato y garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos. Todas las soluciones técnicas se han tomado considerando la calidad necesaria para hacer uso de los edificios como el cumplimiento de la normativa vigente.

Las instalaciones han estado presentes en el proceso proyectual de rehabilitación del edificio desde el principio. Discurrirán ocultas por los patinillos habilitados para ellas y por falsos techos en búsqueda de una mayor facilidad a la hora de la revisión y mantenimiento.

##### (4.3.1) FONTANERÍA

El tramo de instalación desde la red de abastecimiento hasta la alimentación interior del edificio será de ejecución y maniobra exclusiva de la compañía suministradora.

Los datos de los servicios municipales sobre la presión de red existente indican que no es necesaria la instalación de grupos de presión. La acometida a la red municipal se realiza mediante una acometida de polipropileno PP, sistema de tuberías de tres capas de polipropileno mineralizado libre de halógenos y materiales pesados, fabricados según norma UNE-EN ISO 15874:2004. Esta acometida se realiza mediante una llave de toma sobre la tubería de la red de distribución, además de la instalación de una llave de corte en el exterior de la propiedad, instalada sobre la acometida a la vía pública.

Los tubos de alimentación trazan por zonas de uso común, ocultos tras falso techo, y las canalizaciones verticales se

alojan en patinillos de instalaciones construidos a tal fin, accesibles desde el cuarto de instalaciones, y que cuentan con válvula de retención, llave de corte y llave de paso con grifo en su base. Cada cuarto húmedo cuenta con una llave de paso. Los puntos de consumo cuentan además con una llave de corte individual.

El cálculo se realiza siguiendo las directrices del DB-HS 4, formando parte de él las tablas que a continuación se citan.

-Asignación de caudales instantáneos mínimos por aparatos (tabla 2.1). Se obtiene un caudal de cálculo al aplicar un coeficiente de simultaneidad (K).

-Estimación de una velocidad comprendida entre 0.5 y 3.5m/s para tuberías plásticas según el presente DB. En este caso se utilizará el valor 3m/s.

-Obtención del diámetro de las tuberías y un porcentaje de pérdidas de carga mediante el método gráfico de cálculo.

-Con las pérdidas de presión y la presión de acometida se efectúa el cálculo para la comprobación de la necesidad de incorporar un grupo de presión (no necesario).

El dimensionado de las redes de distribución se realiza a partir del dimensionado de cada tramo, partiendo del circuito más desfavorable (aquel que cuente con mayor pérdida de presión).

- Distribuidor principal:  $\varnothing$  35 mm

- Montante:  $\varnothing$  25 mm

- Derivaciones individuales:  $\varnothing$  25 mm

Puntos de consumo:

- Ducha:  $\varnothing$  20 mm

- Lavamanos:  $\varnothing$  12 mm

- Inodoro:  $\varnothing$  12 mm

- Fregadero:  $\varnothing$  12 mm

- Lavavajillas:  $\varnothing$  12 mm

- Lavadora:  $\varnothing$  20 mm

Todos los elementos que forman parte de la instalación se dispondrán a una distancia no menor de 30 cm de toda conducción o cuadro eléctrico, estando siempre dispuestas por debajo de dichas conducciones eléctricas.

La disposición de las tuberías de agua fría será tal que, siempre que estén próximas, se sitúen por debajo de las de agua caliente, a una distancia mínima de 4 cm.

Se aislarán las tuberías térmicamente para evitar que la temperatura del agua alcance los 20°C.

Se dispondrá un elemento separador de protección con capacidad de actuación como barrera anti-vapor, considerando la posibilidad de condensaciones en la superficie exterior.

El material utilizado en la instalación de tuberías será polipropileno PPR-80 de fibras y opaca, según norma UNE-EN ISO 15874:2004. Se elige este material por sus prestaciones: permite mayores velocidades, mejor comportamiento térmico y acústico que las tuberías metálicas y buen mantenimiento.

Las uniones de tubos serán estancas y resistirán adecuadamente la tracción, o la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos.

El sistema de producción de agua caliente sanitaria se realiza mediante acumuladores con termo eléctrico y una bomba de calor aerotermia con un COP>2.5, con lo cual se considera energía renovable y no es necesario usar colectores solares.

Una bomba de calor aerotérmica extrae energía del aire a partir de la unidad exterior situada en cubierta, y la transforma en energía térmica mediante la cesión a un fluido que circula por los conductores. La energía que la bomba de calor obtiene la transfiere a los acumuladores térmicos, que almacenan la energía térmica de forma eficiente para utilizarla posteriormente en los puntos de consumo.

Este sistema es complementado con un sistema de producción convencional auxiliar, que se encuentra integrado dentro de la propia instalación, en este caso un termo eléctrico.

Cada cuarto húmedo cuenta con una llave de paso. Los puntos de consumo cuentan además con una llave de corte individual.

Se disponen redes de retorno según montantes de impulsión, ya que la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado es mayor que 15 m; discurren paralelas a los montantes de impulsión, y se unen a estos en la parte superior de los mismos.

Los cálculos de la red de suministro se realizan según lo especificado en CTE DB-HS 4 Suministro de agua, apartado 4 (dimensionado).

El dimensionado de las redes de distribución se realizan a partir del dimensionado de cada tramo, partiendo del circuito más desfavorable (aquel que cuente con mayor pérdida de presión).

- Distribuidor principal:  $\varnothing$  35 mm

- Montante:  $\varnothing$  25 mm

- Derivaciones individuales:  $\varnothing$  25 mm

Puntos de consumo:

- Ducha:  $\varnothing$  20 mm

- Lavamanos:  $\varnothing$  12 mm

- Inodoro:  $\varnothing$  12 mm

- Fregadero:  $\varnothing$  12 mm

- Lavadora:  $\varnothing$  20 mm

- Lavavajillas:  $\varnothing$  12 mm

Todos los elementos que forman parte de la instalación se dispondrán a una distancia no menor de 30 cm de toda conducción o cuadro eléctrico, estando siempre dispuestas por debajo de dichas conducciones eléctricas.

En las distribuciones principales las tuberías y sus anclajes se dispondrán de forma que dilaten libremente. En los tramos rectos se colocarán dilatadores si fuera necesario, considerando la dilatación lineal del material.

Se aislarán las tuberías térmicamente cuando la temperatura del fluido sea superior a 40°C, resultando el espesor del aislamiento -en función del diámetro y de la temperatura del fluido- de 20 mm.

El material utilizado en la instalación de tuberías será polipropileno PPR-80 de fibras y opaco, según norma UNE-EN ISO 15874:2004.

Las uniones de tubos serán estancas y resistirán adecuadamente la tracción, o la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos.

#### **(4.3.2) SANEAMIENTO**

Se procederá a realizar una instalación de evacuación separativa, debido a que la red pública está prevista para dicho tipo de evacuación. La red de aguas residuales se conduce a la red general de aguas residuales, y la red de aguas pluviales se conduce a la red general de aguas pluviales.

La recogida del agua en las cubiertas se realizará mediante sumideros sifónicos, que recogen el agua y la dirigen a las bajantes que discurren por patinillos de instalaciones o adosadas a la fachada (caso del edificio existente).

Se realizará el recogido de las aguas pluviales que vierten en las plazas y terrazas de ambos edificios, mediante sumideros y rejillas.

En los aseos de las viviendas se dispone un bote sifónico para lavabos y duchas, mientras que los inodoros disponen de sifón individual. Estos dos ramales se unen en las bajantes de residuales. De la misma manera se realiza en los aseos comunes de planta baja. El saneamiento de las zonas comunes (aseos de planta baja, cuarto de instalaciones, cuarto de basuras y sumideros de aparcamiento) se realiza mediante ramales colectores que se conectan a las bajantes de residuales.

Las bajantes de residuales se conectan a colectores enterrados, dirigiendo las aguas residuales al pozo de registro, y este a la red general. Cada desagüe se conectará al ramal colector y este a la bajante. El colector formará un cierre hidráulico de 5 cm con los tubos de desagüe. Se dispondrá un escudo tapajuntas en el encuentro del tubo con el paramento. La bajante de aguas residuales se realizará de PVC.

Todo elemento de la instalación estará a una distancia mayor de 30 cm de cualquier conducción eléctrica, de telefonía o de antenas. En cualquier caso, todas las tuberías de saneamiento irán siempre por debajo de las de suministro.

Los sumideros de recogida de aguas pluviales serán de tipo sifónico, capaces de soportar de forma constante cargas de 100 kg/cm<sup>2</sup>. El sellado estanco entre el impermeabilizante y el sumidero se realizará mediante apriete mecánico tipo brida de la tapa del sumidero sobre el cuerpo del mismo. Así mismo, el impermeabilizante se protegerá con una brida de material plástico.

Las bajantes se conectarán a los colectores colgados mediante piezas especiales, según las especificaciones técnicas del material, y estos tendrán una pendiente mínima del 1%.

En los tramos rectos, en cada encuentro o acoplamiento, así como en las derivaciones, se dispondrán registros constituidos por piezas especiales, según el material del que se trate, de manera que los tramos entre ellos no superen los 15 m.

La unión de la bajante a la arqueta a pie de bajante se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca.

La red de colectores enterrada se realizará de PEAD según la norma UNE-EN 1519, y tendrá una pendiente mínima del 1%.

Todas las bajantes quedarán ventiladas por su extremo superior, prolongándose en las cubiertas no transitables.

Cálculo para la evacuación de aguas: Se adecuan los resultados obtenidos en las tablas a los diámetros a los mínimos establecidos (bajantes de residuales no menores de 110mm, bajantes de pluviales no menores de 90mm, colectores nunca menores de 125mm).

Determinación de las unidades de descarga de cada aparato sanitario y dimensionado de la red de pequeña evacuación según CTE-DB HS tabla 4.1.

- Dimensionado de las redes:

Determinación de los diámetros de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y la bajante según tabla 4.3.

Determinación de los diámetros de las bajantes de residuales según tabla 4.4.

Determinación de los diámetros de los colectores horizontales de aguas residuales según tabla 4.5.

Determinación del número de sumideros en cubierta según tabla 4.6.

Determinación de los diámetros de las bajantes de pluviales según tabla 4.8.

Determinación de los diámetros de colectores horizontales de aguas pluviales según tabla 4.9.

#### **(4.3.3) CALEFACCIÓN**

El sistema de calefacción escogido para el proyecto es el suelo radiante, considerándose una solución adecuada por el medio de producción de agua caliente escogido (aerotermia) y la elección del material de pavimento (gres porcelánico).

La temperatura de impulsión del fluido caloportador no podrá superar, bajo ningún concepto y en ninguna situación, los 55°C en el caso de losas de mortero u hormigón. Antes de que la instalación entre en servicio, se debe realizar dos pruebas: de presión y de calefactado previo. La normativa del suelo radiante establece un nivel mínimo de aislamiento térmico en pro de conseguir un ratio óptimo de eficiencia energética y reducir al máximo posible las pérdidas caloríficas del sistema de calefacción. Dada la decisión de mantener los niveles de pavimento originales, el espesor para el conjunto de suelo radiante (aislamiento, tubos y pavimento) es muy escaso: se escoge una solución que incluye un panel premoldeado de espesor reducido con panel aislante inferior, con lo cual el espesor total del sistema es de 5cm.

El agua necesaria para la instalación de suelo radiante circula por tubos de polipropileno.

La instalación distribuye el agua por zonas comunes –se realiza igual que el suministro de agua fría y agua caliente sanitaria– mediante montantes de impulsión. Los colectores para cada circuito se colocarán en armarios accesibles en cada planta. Cada circuito se controlará por medio de un termostato. Los colectores se situarán en un plano más elevado que cualquiera de los circuitos a los que da servicio, para posibilitar la purga de aire.

Las distancias entre soportes de tuberías y dilataciones de las mismas se ajustarán a lo indicado en las prescripciones del fabricante para tuberías de materiales plásticos. En los puntos altos se preverán purgados automáticos, en cada circuito diferente llaves de cierre en ida y retorno, y llaves con grifo de vaciado en los puntos bajos de la instalación.

En cumplimiento con la normativa vigente, y como aseguramiento de la no aparición de defectos estructurales a posterior de la entrada en funcionamiento, se debe colocar juntas de dilatación.

#### **(4.3.4) VENTILACIÓN**

El sistema de ventilación será lo conocido como ventilación mecánica controlada con recuperación de calor. Consiste en una red de tuberías doble de impulsión y extracción dotado de rejillas para tal fin conectadas al exterior a una UTA (unidad de tratamiento) con recuperador de calor, que a su vez extrae y cede aire del exterior por medio de conductos a cubierta. Este sistema recupera el aire climatizado del interior de una estancia gracias al empleo de la temperatura y humedad del aire, reduciendo la carga de calefacción necesaria. A mayores, el aire que entra estará limpio y libre de impurezas, contaminantes e insectos.

Los recuperadores de calor se sitúan ocultos sobre el falso techo de los armarios destinados a instalaciones (al lado del ascensor). Las tuberías de las redes de climatización serán de acero galvanizado con doble pared aislada.

#### **(4.3.5) ELECTRICIDAD**

Este apartado tiene por objeto plantear los datos necesarios para proyectar las instalaciones que tienen como fin dotar de energía eléctrica al edificio rehabilitado.

NORMATIVA

- REBT Reglamento Electrotécnico para baja tensión
- UNE 20460 "INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EDIFICIOS"

La acometida es parte de la red de distribución, que alimenta la caja general de protección.

La caja general de protección aloja elementos de protección de las líneas general de alimentación; se ubica preferentemente sobre la fachada exterior del edificio, en lugar de libre y permanente acceso. (en este caso, en la fachada del bloque nuevo).

Del cuadro general de distribución parten los diferentes circuitos, señalados en el esquema unifilar, para alimentar cada uno de los puntos de utilización de energía eléctrica en la zona que corresponda.

- Interruptor de Control de Potencia ICP: controla la potencia total demandada. Se instala antes del cuadro de distribución, a la llegada de la derivación individual y es accesible desde el suelo a 1,5-2 m, en montaje empotrado, presentable e independiente del resto de la instalación; de material aislante termoplástico auto extingible o anti choque, y de dimensiones serán 105x180x53mm. Responderá a la recomendación UNESA 1.407-B y 1.408-B.

- Cuadro general de distribución: destinado a proteger la instalación interior, así como al usuario contra contactos indirectos, se ubica próximo a la entrada en lugar fácilmente accesible, con una distancia al pavimento entre 1,5 y 2 m. Aloja los elementos de protección, control, mando y maniobra de los circuitos interiores. Está constituido por interruptor magnetotérmico general, interruptores diferenciales cada cinco circuitos e interruptores magnetotérmicos de menor intensidad (PIAs) en número igual al de circuitos de la instalación interior. Dotado de un aislamiento suficiente para resistir una tensión de 5.000 V a 50 Hz, tanto entre fases como entre fases y tierra durante un minuto. El cableado se realizará con hilo rígido de las secciones adecuadas según la protección de la línea correspondiente. En el cubre-bornes del cuadro y debajo de cada elemento de protección se colocará un rótulo indicando a que circuito o a qué zona pertenece.

- Circuitos de alimentación: enlazan cada cuadro principal de distribución con los respectivos cuadros secundarios relativos a las distintas zonas en que se divide el local para su electrificación. Constituido por tres conductores de fase, un neutro y uno de protección, que discurren por el interior de tubos independiente y con diámetro suficiente para que se permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%.

- Cuadros secundarios de distribución: disponen de un interruptor de corte y de interruptores diferenciales, así como interruptores automáticos en cada uno de los circuitos interiores que parten del cuadro. Se ubican en lugar fácilmente accesible, con distancia al pavimento entre 1,5 y 2m.

Cualquier parte de la instalación interior quedará a una distancia no inferior a 5 cm de las canalizaciones de telefonía, saneamiento, agua y gas.

- Circuitos interiores

- Circuitos de alumbrado: se repartirán entre las distintas fases para conseguir un buen equilibrado; se realizarán con conductores unipolares de cobre, con aislamiento de PVC y tensión nominal de aislamiento de 750 voltios, discurriendo bajo tubo corrugado cuando vaya empotrado en la tabiquería y bajo tubo rígido cuando su instalación sea en superficie.

- Circuitos de alumbrado de emergencia: será como mínimo de 0,5W/m<sup>2</sup> en las zonas de utilización pública, e indicará de modo permanente la situación de puertas, pasillas, escaleras y las salidas de locales durante el tiempo de permanencia del público en los mismos, proporcionando una iluminación mínima de 1 lux en el eje de los pasos principales.

- Circuitos de fuerza: todo circuito de alimentación de tomas de corriente y maquinaria, de las que no se especifique su pertenencia a alguno de los circuitos de alumbrado. Podrán estar formados por tres conductores -fase, neutro y conductor de protección-, o por cinco -tres fases, neutro y conductor de protección- cuando alimenten maquinaria trifásica.

Los conductores serán unipolares flexibles, de cobre con aislamiento de PVC y tensión nominal de aislamiento de 750 o 1000 voltios, según el caso, discurriendo bajo tubo protector e independiente en todo momento de las canalizaciones destinadas a los circuitos de alumbrado.

Cuando las tomas de corriente instaladas en una misma dependencia vayan conectadas a fases distintas, se separarán dichas tomas un mínimo de 1,50m.

- Cajas de conexión: se disponen para facilitar el trazado y conexión del cableado. Aislantes, auto extinguidos con cierre por tornillos, de dimensiones según las derivaciones y las conexiones a realizar en su interior. Las conexiones en su interior se realizarán mediante bornes de alto poder dieléctrico. Se colocarán a 20 cm del suelo o del techo, y contarán con un grado de protección según las proyecciones de agua en la zona de manufactura de vidrio, siendo en el resto de caída vertical de gotas de agua.

- Receptores interruptores y tomas de corriente: los interruptores manuales unipolares se alojarán en cajas aislantes, empotradas en pared o de superficie, y colocadas a una distancia del suelo entre 0,7 y 1,10 m en su parte inferior. Las bases de enchufe de 2P+T 16A con toma de tierra lateral irán alojadas en una caja empotrada en pared o superficie y colocada a una distancia del suelo entre 0' 2 y 1' 10 m, y tendrán un grado de protección según la caída vertical de gotas de agua. Las bases de enchufe de 2P+T 16 A con toma de tierra lateral y con tapa (riesgo de agua) y los de 3P+T 25 A irán en montaje superficial situados a una distancia del suelo de 1,5 m, y tendrán un grado de protección según proyecciones de agua.

- Receptores de alumbrado: serán de tipo incandescente y fluorescente; siendo las luminarias fluorescentes del tipo A.F. Todos los puntos de luz irán dotados del correspondiente conductor de protección (toma de tierra).

- Dispositivos de arranque: los motores cuya potencia sea superior a 0' 75 kW, llevarán mecanismos de arranque y protección que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal correspondiente a su plena carga, sea superior a los valores máximos reseñados en la norma MI-BT34.

La instalación de puesta a tierra pretende la protección de los circuitos eléctricos y de los usuarios de los mismos para conseguir disipar la sobretensión de maniobra o de origen atmosféricos y canalizar las corrientes de fuga o derivación ocurridas fortuitamente en las líneas receptoras, carcassas, postes conductores próximos a los puntos de tensión y que pueden producir descargas a los usuarios.

- Protección contra sobrecargas:

Se suelen producir por sobrecargas de utilización de aparatos o defectos de aislamiento de gran impedancia, o bien por cortocircuitos.

Para evitar esto se disponen interruptores magnetotérmicos automáticos según el esquema unifilar.

- Protección contra contactos directos e indirectos:

- Contactos directos: se recubren las partes activas de la instalación mediante un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo y que limita la corriente en contacto a un valor inferior a 1mA.

- Contactos indirectos:

- sistemas de protección de clase B, consistentes en la puesta a tierra directa de las masas asociándolas a un dispositivo de corte automático, diferencial, que origina la desconexión de la instalación defectuosa.

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto: el interruptor diferencial provoca la apertura automática del circuito cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor predeterminado. El valor mínimo de la corriente de defecto a partir del cual el interruptor diferencial abre automáticamente el circuito a protegen en un tiempo conveniente es la que determina la sensibilidad del aparato.

Se utiliza un sistema de bandejas autoportantes, de fácil montaje sin grapas y tornillos, con fácil control y limpieza, especialmente indicado para lugares con riesgo de corrosión, algo posible en un ambiente con alto grado de humedad.

Este sistema conduce, protege y soporta los cables, discurriendo bajo el forjado de cubierta, por el falso techo.

Fabricadas en PVC M1, estas bandejas poseen una conductividad térmica muy baja. El sistema debe cumplir la resolución 18.01.88 del REBT, una gran rigidez dieléctrica, así como protección a las personas frente a los contactos eléctricos sin necesidad de puesta a tierra.

La distribución secundaria se realizará mediante un sistema de canales que dispondrán de marcos, placas y cajas también de PVC M1, que permiten incorporar cualquiera de los mecanismos normalizados como interruptores, tomas de corriente, tomas informáticas, etc.

El sistema debe cumplir la resolución 18.08.88 del REBT, un grado de protección contra daños mecánicos IPXX7 y contra penetración de cuerpos sólidos IP4XX, y no debe ser inflamable según CTE DB-SI.

Las juntas permanecerán ocultas, aunque se dispondrá de una posibilidad de cambio y de instalación de diferentes mecanismos a una misma instalación.

Las líneas de alimentación a luminarias fluorescentes se dimensionarán para 1,8 veces la potencia de lámpara para considerar los equipos de reactancias.

Las líneas de alimentación a motores de máquinas se dimensionarán para 1,25 veces la potencia del motor y si alimentan a varios motores a 1,25 veces la potencia del mayor, sumando la potencia nominal de los restantes motores.

El dimensionado de la instalación cumple los criterios del REBT-02.

El porcentaje de caída de tensión será inferior al 3% para circuitos de alumbrado e inferior al 5% para circuitos de fuerza, según REBT.

Según la normativa, será necesario reservar un local para la instalación de un centro de transformación, ya que la potencia de cálculo de ambos edificios por separado supera los 100kW. Se opta por reservar dicho espacio en cada edificio (primer sótano) con acceso desde el exterior (en el edificio A mediante trampilla y en el edificio B mediante puerta de acceso), de modo que, si a los seis meses de la terminación de dicho edificio la compañía suministradora no lo considera necesario, se puede adaptar su uso al de los locales colindantes.

#### INSTALACIONES DE TELEFONÍA

La instalación de telefonía se traza de forma que todos sus elementos quedan a una distancia mínima de 5 cm de los servicios de agua, calefacción y gas si los hubiese.

La distribución horizontal se hace mediante distribución horizontal ramificada.

Las canalizaciones interiores de distribución se llevan a través del falso techo que une los distintos armarios y cajas de paso, de manera que ninguna toma queda a más de 5 m de un armario de registro.

Las instalaciones de telefonía llegan a cada punto a través de los tabiques y de las canalizaciones del falso techo.

#### INSTALACIONES AUDIOVISUALES

Esta parte del proyecto tiene por objeto especificar los criterios para el diseño y montaje de canalizaciones y accesorios suficientes para introducir en ellos los cables necesarios para la instalación de línea de antenas desde la antena o acometida de la compañía hasta cada toma.

#### NORMATIVA

- Ley 1/1998 ICT: Infraestructuras Comunitarias de Telecomunicación en los edificios

#### INSTALACIÓN TELECOMUNICACIÓN

Se prevé el tendido de una red de transmisión de datos que servirá a todas las zonas y que discurrirá por las canalizaciones del falso techo desde las cajas generales hasta los puntos de conexión finales.

Se instala un armario de entrada de antenas y red de internet que se conecta con la antena colectiva del edificio y con la red general de datos.

Elementos de la instalación:

- Distribución: la canalización se realiza mediante un cable coaxial constituido por un conductor central de hilo de cobre, un conducto exterior apantallado formado por un entramado de hilos de cobre, un dieléctrico intercalado entre ambos y un recubrimiento exterior plastificado.
- Cajas de derivación: formadas por un soporte metálico sobre el que va montado el circuito eléctrico y una tapa de cierre resistente a los golpes. Están provistas de mecanismos de desacople y las terminales llevan incorporadas resistencias de cierre.
- Cajas de toma: para empotrar sobre soporte metálico en el que se monta el circuito eléctrico, y una tapa de cierre resistente a los golpes que tiene tomas separadas de TV y radio en FM, así como mecanismos de desacople.

#### (4.3.6) PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

##### NORMATIVA

- CTE DB-SUA Seguridad de Utilización y Accesibilidad
- CTE DB-SI Seguridad en Caso de Incendio
- Real Decreto 2267/2004: Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios

##### INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El edificio dispone de los siguientes equipos e instalaciones adecuadas para hacer posible la detección, el control y la extinción de incendios, así como la transmisión de alarma a los ocupantes.

- Extintores portátiles de eficacia 21A-113B colocados a 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación. Se coloca un extintor en el exterior de los locales de riesgo especial, próximo a la puerta de acceso, y que podrá servir simultáneamente a varios locales o zonas.
- Sistema de detección de incendio mediante detectores de humo y CO2.
- Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios: los medios de protección contra incendios de utilización manual -extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción- se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1. Su tamaño será:
  - 21x21 cm para distancia de observación de la señal menor de 10 m.
  - 42x42 cm para distancia de observación de la señal entre 10 y 20 m.
  - 59,4\*59,4 cm para distancia de observación de la señal entre 20 y 30 m.

Estas señales deben ser visibles incluso en fallo en el suministro de alumbrado normal; cuando sean fotoluminiscentes

cumplirán las condiciones de las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003. Su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035- 3:2003.

#### **(4.4) ACTUACIONES EN ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS**

Para la rehabilitación de la fachada se escogió un sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE), puesto que las condiciones materiales del elemento a rehabilitar lo permiten. La fachada original es de hormigón enfoscado de blanco, y con la parte baja revestida en ladrillo rojo. A la hora de intervenir, se elige para la parte alta un revestimiento acrílico color blanco, y para esa zona baja, el mismo material acrílico en el color rojo original. En la zona baja, en la que existía un zócalo de hormigón, se mantendrá ese zócalo con piezas de gres porcelánico, el mismo material que se dispondrá en el pavimento de toda la zona exterior y de planta baja, y en la fachada de las zonas nuevas. La cubierta se aísla exteriormente y se impermeabiliza con lámina autoprottegida. Se plantean carpinterías metálicas en color antracita con rotura de puente térmico.

En cuanto a acabados interiores, se planteará pavimento en gres porcelánico rectificado en gran formato (120x120cm), excepto en baños y dormitorios. En este caso se escogerá un formato pequeño que imite al pavimento hidráulico en clave contemporánea. Para las zonas húmedas, se alicata en blanco mate, en cocina y lavadero en formato grande (30x90cm) y en aseos en formato pequeño (10x30cm).

A pesar de que la intervención será completa en todo el edificio, dado su deterioro, se señalarán distintas propuestas de intervención a la hora de recuperar elementos deteriorados (parte de las cuales ya están comentadas en las fichas de lesiones). En este caso, el cambio sustancial para el edificio lo ocasionarán el aislamiento térmico y la terminación de la envolvente (carpinterías). En el esquema constructivo de la sección con la propuesta de aislamiento térmico por el exterior, ya se añaden elementos importantes para evitar daños que ahora mismo son patentes por el estado de abandono:

-Impermeabilización: impide la entrada de agua tanto en la base como en cubierta

-Viereteaguas: impide la acumulación de agua en la zona alta de la fachada y la reconducción hacia su evacuación. Importancia del goterón para este tipo de fachadas (color blanco).

-Malla de fibra de vidrio: mejora las características del mortero frente a desprendimientos.

A mayores, se llevarán a cabo todas las acciones necesarias en los elementos actualmente dañados para poder recuperar todo lo que sea posible, puesto que se trata de un edificio de calidad arquitectónica y material, que solamente está deteriorado por su situación actual (abandono y a la intemperie).

En cuanto a la estructura, se ha comprobado que no es necesario ningún tipo de refuerzo, dado el sobredimensionado de sus elementos y que el nuevo uso no conlleva un aumento de cargas con respecto al anterior. Sí que habrá que actuar en zonas como el hueco del ascensor, apeos de algún tramo pequeño de muro de carga o el nuevo forjado en el lugar que ocupaba el hueco de escalera de suboficiales. Todo esto no se ha detallado en profundidad por falta de tiempo.

## (5) CONCLUSIONES

---

*Sobra decir que la conclusión inmediata de la realización de este tipo de trabajo es la observación de la cantidad de conceptos nuevos aprendidos tanto en las jornadas de clase, como en la investigación paralela para superar las asignaturas del programa. Eso es una realidad tangible y se entiende que todo el que se gradúa en este tipo de titulación va a llevarse consigo este aprendizaje, puesto que la cantidad de contenidos que se imparten es muy grande y de utilidad.*

*Ahora bien, cuando más adelante recuerde los años invertidos en esta experiencia (en mi caso, fue más de uno), en lo primero que pensaré no serán las clases, ni las prácticas de cada asignatura, ni todo lo que aprendí acerca de estudios patológicos, de lesiones en madera, de técnicas de recalce, o de mil y un tipos de análisis desde mil y un puntos de vista diferentes.*

*Pensaré en este trabajo y en todo lo que desencadenó el fin del desarrollo de esta entrega.*

*Además del edificio en cuestión escogido, planteé un programa relacionado con un tema sobre el que llevaba tiempo investigando. Por este motivo, el haber hecho un acopio de horas buscando información, o simplemente por la información que nos llega todos los días, pensaba que la temática elegida no me iba a aportar sorpresas... Pero qué equivocada estaba! Y no por desconocimiento, que no era el caso.*

*Empecé a invertir horas en el edificio. Inicialmente se podía acceder a la zona, ya que un grupo de personas realizaba actividades en las naves en desuso y siempre había alguien por allí para dejar paso, si bien más tarde se cerró todo el complejo. En ese momento ya tenía toda la información necesaria (toma de datos, reportaje fotográfico de varios días, etc), con lo cual no le di importancia a no poder pasar más tiempo allí.*

*Entonces tocaba seguir investigando acerca del uso, de qué necesita una persona solicitante de asilo, de qué traumas les ocasiona la huida involuntaria de sus hogares, la separación de su familia. De cómo gestionan llegar a un sitio nuevo con costumbres totalmente distintas, y echar de menos absolutamente todo. Y a raíz de muchas entrevistas, artículos, libros, cómics, y alguna llamada, me hice una idea un poquito más concisa de lo que necesitaban... O de lo que no necesitaban. Me di cuenta de que, por muy bien que intentase llevar a cabo este ejercicio, fuera de la valoración arquitectónica positiva o negativa que pudiese tener, este nunca podría ser su hogar. Obviamente, en parte debido a la estancia tan corta en este tipo de sitios pero, sobre todo, porque vienen de perderlo todo. Entonces, llegar vacío, en casi todos los sentidos en los que se puede estarlo (emocional, económico, laboral, educacional,...) y tener una experiencia totalmente positiva, es muy complicado.*

*Entonces ya no me planteaba conseguir el mejor centro de refugiados, ni tener la mejor zona para hospedarse, ni plantear el mejor programa que pudiese haber. Empecé a pensar en cosas que podrían hacerles la vida un poquito mejor. Que igual si se levantaban por la mañana y podían sacar una silla a la terraza y tomarse un café viendo el mar, ya era un día que no empezaba del todo mal. Que si se juntaban varios compañeros de países distintos y tenían una cocina muy grande, podían hacer competiciones de platos típicos. Que si los niños tienen un buen sitio por donde correr y jugar, fuera y dentro, se les podría olvidar un poco que ya no juegan en casa.*

*Obviamente son situaciones inciertas, pero para algo se proyecta y se sueña. A día de hoy sigo pasando por delante de ese edificio, y me creo de verdad que su uso podría ser este. Y, no porque considere que esta propuesta es la adecuada para esto, que no tendría por qué ser mía, pero me rompe el alma verlo vacío y pensar en las personas que podrían despertarse un poco menos tristes ahí dentro.*

*Entonces, eso es lo que me llevo. Tener ganas, muchas ganas, de dar segundos usos. Pasar por una ruina y pensar que qué suerte haber aprendido todo esto para, aunque sea, fantasear con ponerlo en práctica. Y que todo puede tener arreglo y reparación, en todos los sentidos, aunque no se sane del todo.*

## (6) BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

---

### PUBLICACIONES

- Acuartelamientos de La Coruña: la ingeniería militar en La Coruña y su entorno, 300 años del Cuerpo de Ingenieros Militares en Galicia* (José María Cidoncha Toubes. Centro Geográfico del Ejército, Depósito Legal de Madrid, 2013)
- Castillos y fortificaciones de Galicia. La arquitectura Militar de los siglos XVI-XVIII* (José Ramón Soraluze Blond. A Coruña: Fundación Pedro Barrié de la Maza, 1985)
- A Antiga Maestranza de Artillería* (José Ramón Soraluze Blond, Jesús Freire Pedreira, Gustavo Díaz García. A Coruña: Universidade da Coruña, 1994)
- La capitanía general en la historia de Galicia* (José Ramón Soraluze Blond y Leoncio Verdadera Franco. A Coruña: Deputación Provincial, 2003)
- Arquitecturas da provincia da Coruña. Volumen VI: A Coruña* (José Ramón Soraluze Blond y Xose Fernández Ferndández. A Coruña: Deputación Provincial, 2003)
- Hacia una arquitectura* (Le Corbusier. Infinito, 2016. Edición original 1923)
- Estudio de identificación, definición histórica y acotación material de las murallas de la ciudad vieja de A Coruña. Criterios de actuación* (José Ramón Soraluze Blond. Universidade da Coruña: Departamento de Composición, 2013)
- Rehabilitar: Manual de recomendación para a rehabilitación de viviendas en Galicia* (HABACO. Consellería de Infraestruturas e Vivenda. Instituto Galego de Vivenda e Solo. Xunta de Galicia, 2017)
- Guía de estrategias de diseño pasivo para la edificación* (Instituto Valenciano de la Edificación, 2014)
- Guía de arquitectura pasiva para vivienda en Galicia* (Xunta de Galicia. Consellería de Infraestruturas e Vivenda. Instituto Galego da Vivenda e Solo, 2015)
- Plan de acción nacional de energías renovables de España 2011-2020* (Ministerio de industria, turismo y comercio. Gobierno de España, 2010)
- Guía básica de la sostenibilidad* (Brian Edwards. Gustavo Gili, 2004)
- Vivienda y clima 1999-2019. Vivienda colectiva y clima en España* (José María Delapuerta Montoya y Javier García-Germán. Valencia: General de ediciones de arquitectura, 2019)
- Arquitectura vernácula más sostenible* (Javier Neila González. García Maroto Editores, 2017)
- Humedades en la edificación* (Francisco Ortega Andrade. EDITAN, 2ª edición, 1994)
- Atlas de detalles constructivos: rehabilitación* (Peter Beinhauer. Gustavo Gili, 2012)
- 101 reglas básicas para una arquitectura de bajo consumo energético* (Huw Heywood. Gustavo Gili, 2015)
- Colección GAT 19: Rehabilitación* (Grupo de trabajo del COAM, 2013)
- Guía de información y acogida para personas de procedencia extranjera* (Concejalía de Bienestar Social del Ayuntamiento de Vigo, 2009)
- Informe 2020: las personas refugiadas en España y Europa* (CEAR, 2020)
- Informe: Situación de las personas en necesidad de protección internacional ante la Covid-19* (CEAR, 2020)
- Bienvenido a Europa!: Un informe comparativo del reasentamiento en Europa* (Accem, Unión Europea, Dirección General de Integración de los Inmigrantes, Unión Europea y la Comisión Católica Internacional de Migración (CCIM), 2010)
- Mayday!* (ICMC, Accem, CEAR, CIR (Italian Council for Refugees), ECRE (European Council on Refugees and Exiles), JRS (Jesuit Refugee Service) Malta, PRAKSIS y Save the Children, 2011)
- Proyecto empatía: manual del voluntariado en la intervención con personas refugiadas e inmigrantes* (ACCEM, 2014)
- Así es la vida* (ACCEM, 2013)
- En el punto de mira* (ACCEM, 2012)
- No somos refugiados* (Agustín Morales. Círculo de Tiza, 2017)
- Refugiado* (Alan Gratz. Loquereo, 2018)
- Mi nombre es refugiado* (Irene L. Savio y Leticia Álvarez Reguera. Universitat Oberta de Catalunya, 2016)
- Extraños llamando a la puerta* (Zygmunt Bauman. Paidós Ibérica, 2016)
- Mediterráneo: el naufragio de Europa* (Javier de Lucas. Tirant humanidades, 2ª edición, 2016)
- Refugiados frente a la catástrofe humanitaria, una solución real* (Sami Naïr. Grupo Planeta, 2016)

### ENTRADAS DE BLOGS

- Refugiados en España: en el limbo del asilo* (<http://lab.rtve.es/crisis-refugiados/>)
- Edificio del Real Club Náutico de Vigo* (<http://arquitecturavigo.blogspot.com/2007/07/edificio-real-club-natico.html>)
- Patología en la Edificación* (<https://jdmoreno3.blogspot.com/>)

### PRENSA DIGITAL

- <https://www.accem.es/solicitantes-pi-tendran-acceso-a-residencia/>
- [https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/vigo/vigo/2018/01/12/cruz-roja-abre-vigo-primer-centro-refugiados-galicia/0003\\_201801V12C29919.htm](https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/vigo/vigo/2018/01/12/cruz-roja-abre-vigo-primer-centro-refugiados-galicia/0003_201801V12C29919.htm)
- [https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/coruna/2019/05/22/campo-refugiados-mendez-nunez/0003\\_201905H22C10996.htm](https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/coruna/2019/05/22/campo-refugiados-mendez-nunez/0003_201905H22C10996.htm)
- [https://galicia.economiadigital.es/politica-y-sociedad/ikea-amuebla-fres-pisos-para-refugiados-en-a-coruna\\_375670\\_102.html](https://galicia.economiadigital.es/politica-y-sociedad/ikea-amuebla-fres-pisos-para-refugiados-en-a-coruna_375670_102.html)

- <https://www.rtve.es/noticias/20151005/huellas-crisis-migratoria-continua/1232121.shtml>
- <https://www.rtve.es/noticias/20151009/primer-esperanza/1235961.shtml>
- <https://www.rtve.es/noticias/20151014/efecto-huida/1238140.shtml>
- <https://www.rtve.es/noticias/20151016/nada-puede-detener-desesperacion-miles-personas-huyen-bombardeos/1239268.shtml>
- <https://www.rtve.es/noticias/20160524/parte-hacia-madrid-primer-grupo-20-refugiados-sirios-iraquies-acoge-espana-desde-grecia/1352286.shtml>

#### **PÁGINAS WEB SOBRE TEMÁTICA PROPUESTA**

- <https://www.cruzvermella.org/>
- <https://www.acnur.org/es-es/>
- <https://www.cear.es/>
- <https://www.accem.es/>

#### **PÁGINAS WEB SOBRE SOLUCIONES TÉCNICAS**

- <https://www.patologiasconstruccion.net/>
- <https://ryqdepatrimonio.wordpress.com/>
- <https://www.proxectoarqa.com/>
- <https://www.vaillant.es/usuarios/>
- <https://www.siberzone.es/>
- <http://www.grupovisiona.com/>
- <http://www.mundoclima.com/>
- <https://www.vandersanden.com/en>
- <https://www.drizoro.com/Index.php>
- <https://geora.es/>
- <http://www.texsa.com/>
- <https://www.mapei.com/es/es/pagina-de-inicio>
- <https://www.certificadosenergeticos.com/>
- <https://www.otis.com/es/es/>