

Centro de Investigación Marina. Peñíscola.



Carlos Ochando Seva.

Tutores. Eduardo de Miguel y Vicente Corell.
Tutor externo. Ignacio Carbonell.

Memoria
Descriptiva.

<¡Ya se ve el mar!>. Esos fonemas despertaban de la siesta de verano en el coche. Al incorporarse en el asiento de atrás, uno podía divisar el horizonte azul. Un horizonte que se escapaba a lo lejos, el día auguraba calima, el azul mar no se distinguía del azul cielo. Al fondo se notaban plácidos veleros en aguas de ternura. Sus mástiles hincados en el plano horizontal, ayudaban a medir la distancia, a alejarse del trajín del puerto, a que el olor de las sardinas asándose en la leña pasara desapercibido. Por un momento, uno se sentía flotando entre esos dos azules.

Aunque esos planos se fundían a lo lejos, nadie diría lo mismo en la cercanía. El plano celeste golpeaba con fiereza sobre el grávido mar. La luz cegadora que impactaba con el agua creaba constelaciones esporádicas y efímeras al rebotar en las olas. Mientras unos entregaban sus cuerpos en sacrificio al dios Apolo, otros buscábamos el espacio que quedaba entre algún filtro y el telón del suelo. Estos espacios intermedios dividían y cristalizaban el rayo que no cesaba, invitándole a manifestarse, de manera controlada, donde interesaba.

Aquella umbría conmovía, era la definición de bienestar. La brisa del mar refrescaba el ambiente en sombra, a la vez que te hacía recordar que seguías en el exterior. Con el deleite de sardinas, algunos jugaban con su figura a crear contrastes con la luz, mitad oscuro, mitad brillo, torso en sombra, piernas al sol. Para una mente joven, resultaba fascinante como la levedad de un cañizo era capaz de bloquear parte de esa omnipotente luz.

Sin embargo, al final del día, uno había aprehendido y aprendido parte del inmenso juego que hay en dejar que la luz pase entera, o no, o a medias.

Esa luz, sólo era característica de ese lugar, de un lugar que baña miles de kilómetros. Este lugar se había apropiado de esta luz, por estar donde está, por ser como es. Y todo lo que en él había, debiera tenerla en cuenta.

En el interior de ese volumen de sombra, daba la impresión que podía pasar cualquier cosa; la camarera invitaba a mistela, unos abuelos pensionistas recordaban tiempos mejores maldiciendo las noticias del periódico, a un joven estudiante se le escapaba el tiempo entre las manos mientras aprendía mirando, y una doctora en ciencias marinas escudriñaba una muestra diseminando restos de algas en el suelo. Parecía como si la actividad fuera el monumento en ese recinto; a las puertas de un castillo, norays por un lado, arena y sus beduinos en el otro, y allá en el frente, el mar.

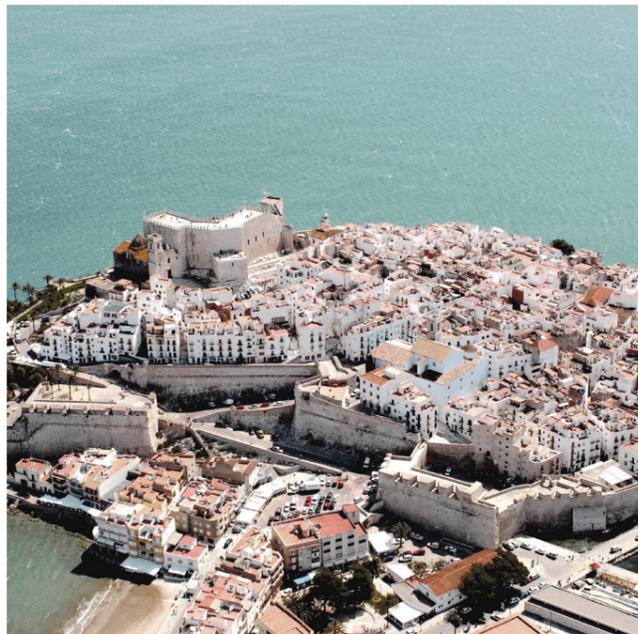


Al intentar adentrarse en el lugar, empezando desde una visión global y ajena, es preciso analizar el máximo número de elementos posibles. Tratándose de Peñíscola, existe una gran cantidad de publicaciones referentes a cuestiones tales como economía, turismo, demografía, fauna y flora... que resultan relevantes en el análisis del sitio.

Peñíscola se encuentra situada a 73 Km al Norte de Castellón, en la Comarca del Baix Maestrat, con una población de casi 4.100 habitantes. Los 79 Km² de extensión de su municipio se reparten equitativamente entre las superficies forestales y los cálidos cultivos mediterráneos entre los que no faltan el naranjo, el olivo y el almendro. Sus playas de arena fina cubren 3 Km al Norte de la localidad, y al Sur cuenta con un buen número de acantilados y agrestes cala, superado el muelle pesquero-deportivo.

Digno de mención resulta el castillo, edificado por los Templarios y acabado por sus sucesores de la orden de Montesa quienes en 1411 lo cedieron a Benedicto XIII para que éste instalase allí hasta 1423 la sede pontificia del cisma de Occidente. Fue Felipe II quien convirtió Peñíscola, refortificándola, en una plaza militar de primer orden para combatir la piratería berberisca. Debido a su posición estratégica conoció asedios importantes durante las guerras de las Germanías (s. XVI), dels Segadors (s. XVII), de Sucesión (s. XVIII), de la Independencia y a lo largo de las guerras carlistas (s. XIX).

Hoy en día, el propio Castillo es un mirador desde el que se pueden obtener magníficas vistas de un gran sector de la costa levantina con el mar mediterráneo de fondo escénico. Las urbanizaciones sobre las laderas de la Sierra de Irta, la expansión Urbana de Peñíscola y toda la franja litoral edificada de la Costa Norte de Peñíscola, dan como resultado un paisaje abigarrado de construcciones inmersas en la vegetación o yuxtapuestas a la desnuda playa, en las que se ha primado en su diseño la posibilidad de obtener vistas al mar.



Peñíscola se encuentra comunicada por carretera con la capital provincial y con las ciudades de Vinaròs y Benicarló, de las que depende en buena parte en cuanto a servicios comerciales y administrativos.

El clima de Peñíscola al igual que toda la costa levantina, debe comprenderse como la conjunción de tres factores: situación geográfica, orografía y la vinculación y proximidad al mar.

Peñíscola se sitúa en el sector meridional de las latitudes templadas y pertenece a la unidad geográfica del Mediterráneo Occidental donde confluyen las masas de aire frío del Norte del Continente, las corrientes Atlánticas del estrecho de Gibraltar y el cálido aire sahariano. La existencia de un mar Mediterráneo cálido determina un régimen de temperaturas y precipitaciones muy singular.

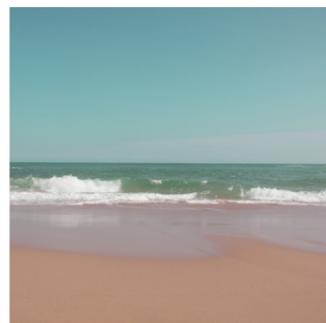
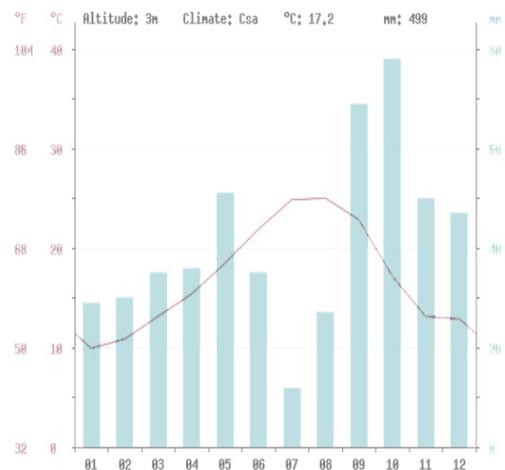
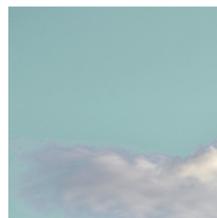
A consecuencia del efecto termorregulador del mar Mediterráneo, la amplitud térmica no llega a sobrepasar los 14°C, siendo la temperatura media anual de 17°C.

El mes más cálido es Agosto con una temperatura media que oscila desde los 20°C hasta 25°C. Por contrario el más frío es Enero, con valores que van desde los 8°C hasta los 10°C. El resto de los meses presentan una serie de valores medios que desde los mínimos invernales van ascendiendo de forma progresiva hasta los máximos estivales, a partir de los cuales se observa un descenso algo más acusado hasta alcanzar de nuevo los valores mínimos. Según los datos de las estaciones consultadas, las temperaturas medias y mínimas en ningún caso descienden por debajo de los 0°C, por lo que no existen periodos de heladas seguras; por el contrario, heladas probables se presentan a lo largo del invierno, sobre áreas interiores y elevadas.

Con respecto a la pluviometría, esta no es uniforme a lo largo de todo el año, distinguiéndose un periodo húmedo y seco. Sus valores se encuentran entre los 300 y 500 mm anuales, concentrándose primordialmente en los meses de Octubre y Noviembre.

El efecto termorregulador de la masa marina sobre el aire litoral implica la ausencia de heladas en gran parte de la costa. El mismo efecto influye durante los meses estivales, ocasionando que sean pocos los días que se superen los 30°C en la costa.

Con respecto al régimen de vientos, los registrados en el entorno de Peñíscola presentan dos claras tendencias generales bien marcadas. Durante el invierno y el otoño se deja sentir la influencia de los vientos del Oeste (el ponent), consecuencia de las borrascas invernales de frente polar, que entrando por el Atlántico barren Europa de Oeste a Este. El segundo modelo es el que se presenta durante la primavera-verano, con clara dominancia de los vientos del Este (llevant), Sureste (xaloc) y Noreste (gregal), que parecen corresponderse con la aparición del anticiclón de las Azores, y el consiguiente caldeoamiento que se produce por las altas temperaturas provoca la aparición de las brisas marinas (marinada o garbí), que en ambientes litorales como el nuestro son de gran importancia.



La vegetación del litoral se encuentra muy especializada y diferenciada, con adaptaciones a la salinidad, a la abrasión eólica, a la escasez de nutrientes y a la movilidad del sustrato. Puede apreciarse como la diversidad va aumentando conforme nos alejamos del mar, al suavizarse las condiciones estresantes y la consolidación del sustrato.

Bajo estas condiciones y previa reaparición de formaciones arbóreas puede reconocerse una vegetación dominada por coscojares.

Los suelos muy fértiles en la vega aluvial al Norte de Peñíscola junto a la presencia de un acuífero superficial, dan como consecuencia que el sector septentrional de Peñíscola se dedique a una huerta altamente productiva, constituyendo uno de los pilares básicos de la economía del municipio. En esta huerta se aplican diferentes cultivos, entre los que predominan las hortalizas, con la alcachofa como producto rey, cultivada con profusión en toda la vega del Baix Maestrat. También son de gran importancia las grandes y extensas explotaciones de cítricos, principalmente naranja, en el interior del territorio donde las dimensiones del parcelario favorecen su cultivo, destinándose a las variedades Clementina de Nules, Valencia late y Naval late. Estas plantaciones requieren grandes aportes hídricos. Desde la antigüedad se han empleado sistemas de riego por inundación, distribuyendo el agua mediante acequias. Hoy los métodos de riego tradicionales están siendo sustituidos por los sistemas de riego localizado.





Esta curiosa manifestación geomorfológica se ubica entre el Castillo Fortaleza de Peñíscola y el brazo arenoso poniendo en contacto al conjunto amurallado con tierra firme.

Para su formación se precisa de la existencia de un saliente rocoso cercano a la costa, en este caso el bloque calizo sobre el que se ubica el Castillo de Peñíscola, además de una dinámica marina continua y perpendicular a la costa, que da lugar a la formación de una barra de arena que conecta el saliente rocoso con el continente.

Al conjunto formado por el saliente rocoso y la barra arenosa en la actualidad estabilizada por la edificación existente en ella, constituye el Tómbolo propiamente dicho.

Sobre este tómbolo, roca caliza, es donde se ubica la ciudadela formada por el castillo, el recinto amurallado y las edificaciones del núcleo urbano primitivo. Por lo tanto su desarrollo ha venido condicionado por los procesos históricos y fisiográficos así como por la forma de asentamiento humano que ha determinado la existencia del recinto amurallado.

La tipología urbana del casco antiguo es la típica de muchos pueblos Mediterráneos costeros pero su singularidad radica en los elementos artísticos de estructura arábigo-medieval, con callejas empedradas, rampas y terrazas que dan al mar. La muralla, el castillo y el Parque de Artillería y los espacios que configuran y delimitan, constituyen un elemento fundamental en la estructura urbana. La diversidad de espacios generados, su vinculación con el caserío y con los elementos naturales que forman parte del tómbolo, la variedad de recorridos y puntos de vista, hacen de estos espacios una pieza clave del espacio urbano.



El municipio de Peñíscola, constituye un resort de larga tradición en el panorama turístico valenciano y español, y representa uno de los principales enclaves del negocio hotelero de la Comunidad Valenciana, siendo líder indiscutible de esta tipología de negocio en su provincia, merced a su especialización en el producto de "sol y playa", aunque también constituye una referencia para el turismo en el ámbito nacional y en el contexto del Mediterráneo en su conjunto. Además, es un destino que trata de mantener su pulso turístico a través de diferentes acciones y de una permanente puesta en marcha de iniciativas que proyecten su imagen en el concierto turístico nacional e internacional, donde sobresale un certamen cinematográfico que con periodicidad anual se celebra en este municipio y que difunde y potencia el destino Peñíscola.

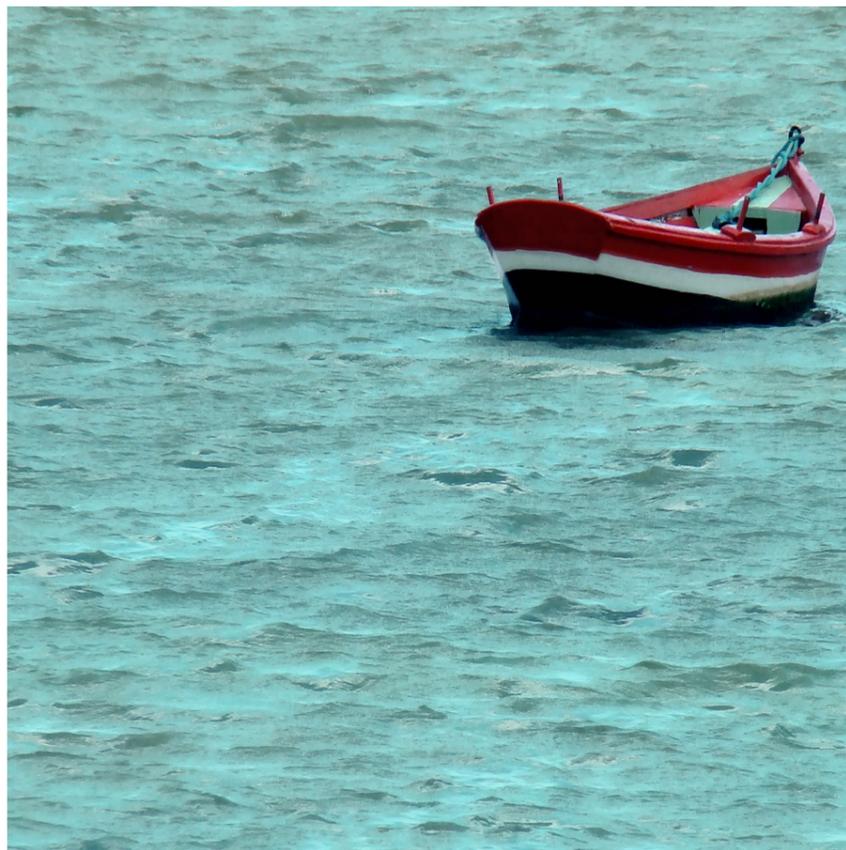
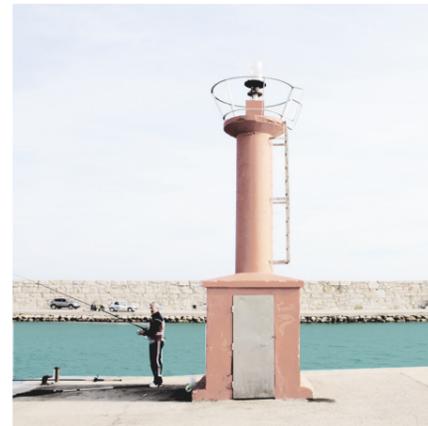


Los aprovechamientos a los que se dedica el territorio municipal están estrechamente relacionados con sus recursos naturales. Desde los primeros asentamientos humanos aquí conocidos, los usos locales han estado muy vinculados a la explotación de recursos como la pesca, la producción agrícola de la fértil vega y la explotación maderera y silvopastoril de las sierras cercanas. Esta explotación se hacía de modo sostenible y racional en base a la demanda humana y aplicando técnicas manuales, estando regulada la población por el propio rendimiento en los aprovechamientos. En el pasado destacó Peñíscola por la producción de sal.

En cuanto a la flota pesquera esta se mantiene constante con un número de embarcaciones rondando 50 unidades desde la década de los 90. Las extracciones pesqueras no superan las 1.600 Tn/año.

El puerto se encuentra localizado en la cara Sur del recinto amurallado del Castillo de Peñíscola, se destina en la actualidad tanto al amarre de barcos procedentes de la actividad pesquera como a embarcaciones de recreo y deportivas.

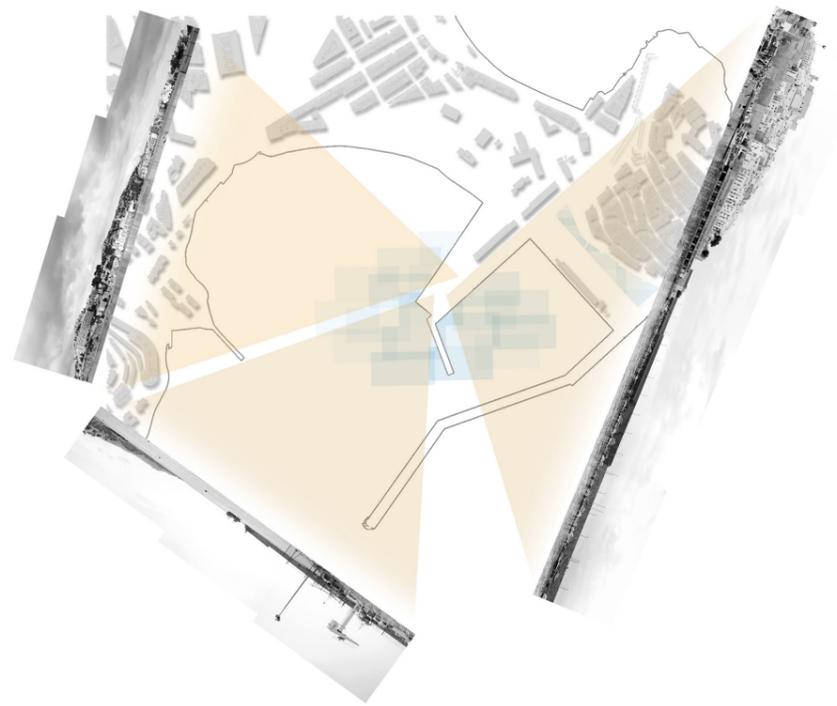
La proximidad de tres puertos marítimos, muy próximos entre sí, Vinaròs, Benicarló y Peñíscola, hoy plenamente urbanos y dedicados exclusivamente a una decadente actividad pesquera, hace que, en la actualidad, los tres se presenten como una infraestructura infrautilizada e inadapta a la nueva realidad portuaria, por lo que a pesar del tráfico pesquero local que les ha dotado de una cierta vitalidad, aunque con clara tendencia decreciente, *es necesario replantearse su futuro a partir de su diversificación y reutilización.*



La vivienda popular peñiscolana se construye en una sola crujía desarrollada en profundidad y en altura. Determinada por la estrechez de las parcelas y la ausencia de patios de ventilación, la vivienda se compone usualmente de planta baja y dos alturas, existiendo también las de una y tres alturas sobre la planta baja.

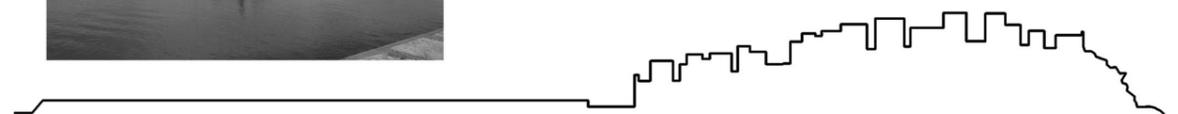
La fachada de la vivienda popular peñiscolana viene definida por el muro, liso y de gran espesor, desprovisto de ornamentos, sobre el que se recortan los huecos de variadas formas y dimensiones, compuestos según criterios de carácter estrictamente funcional. Por ello, los huecos no se agrupan según ejes verticales y menos aún horizontales salvo en aquellos casos en que la estrechez de la parcela condicione la alineación vertical de los mismos.

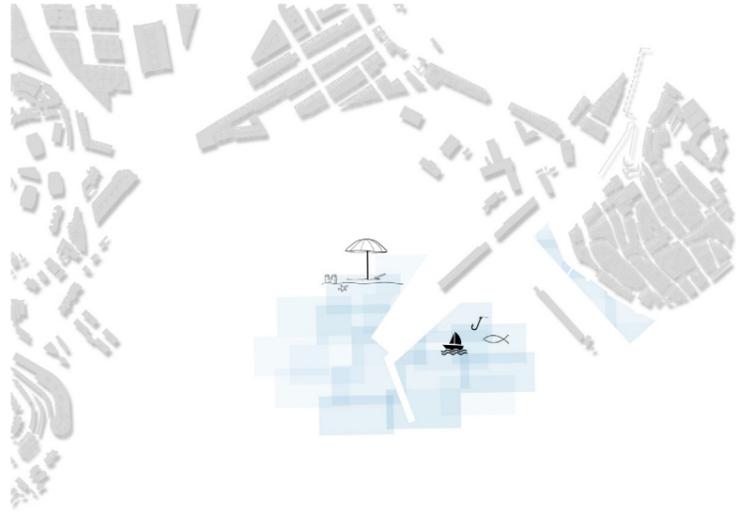
No obstante, la composición general de la fachada nunca aparece desordenada, debido a la sencillez iconográfica de los huecos y a la fuerza plástica del muro.



Tres frentes claros de visuales desde la parcela; Casco antiguo-bocana-frente urbano.

Parcela fácilmente identificable desde cualquier punto de Peñíscola. La mayor parte del pueblo se encuentra más elevado que la zona objeto de intervención.

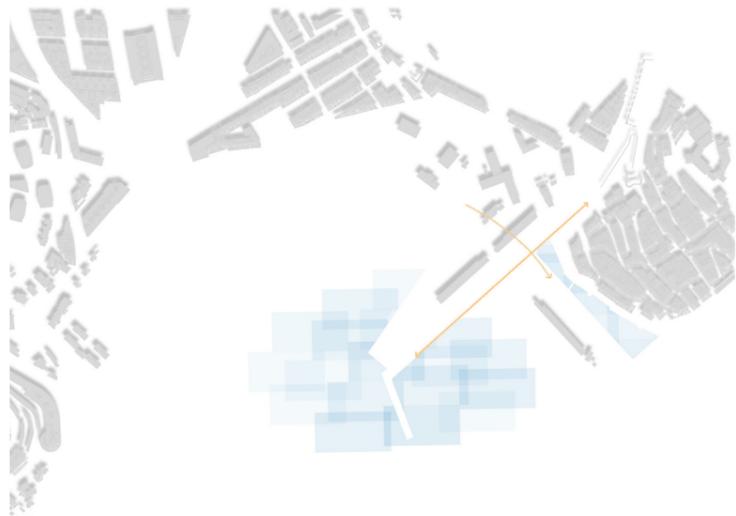




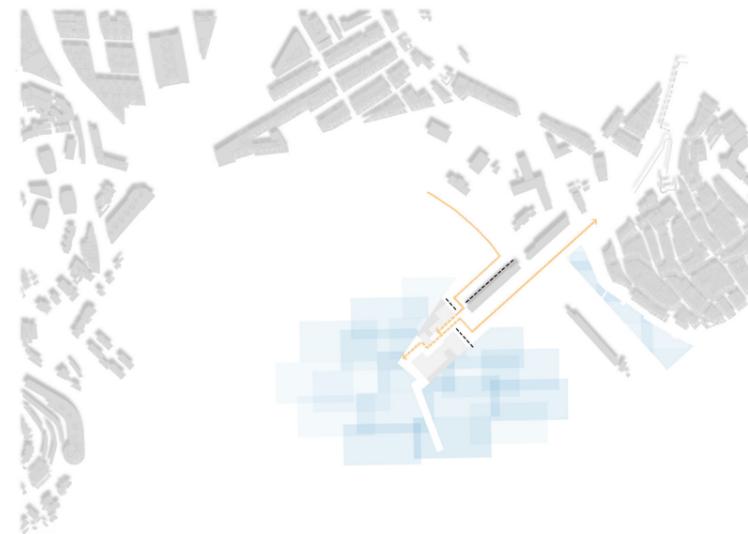
Distinción de carácter heterogéneo del lugar. Pieza charnela entre PLAYA, turística, de ocio y reunión y PUERTO, carga industrial y lugar de trabajo.



La luz directa del sol baña la parcela de manera transversal. Papel importantísimo en el desarrollo de fachadas de la propuesta. La luz del sol se identificará y manifestará gracias a la discontinuidad de los cerramientos, creando espacios de sol-sombra tan presentes en la arquitectura mediterránea.



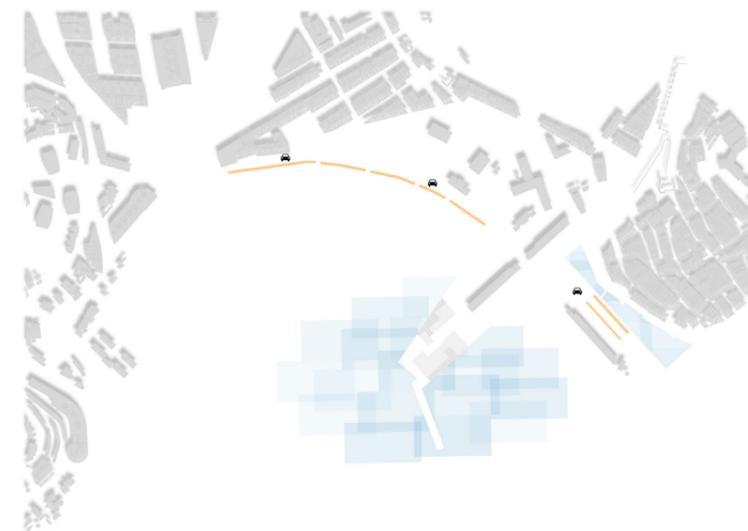
Recorrido directo hacia la lonja y/o casco histórico. Además, recorrido peatonal adosado a cantil del puerto. Genera espacios residuales.



Recorrido propuesto a través del complejo, especializando un espacio que antes se mostraba difuso, otorgando un recorrido más rico hacia el espigón y generando un concepto de calle con nuevo equipamiento.



El automóvil es el actual dueño del espacio portuario, e invade gran parte del paseo anexo a la playa.



Se propone reducir el número de plazas de aparcamiento como medida disuasoria del efecto del automóvil en la zona. Habilitar espacio de estacionamiento en la periferia del núcleo, acompañado de servicio de transporte público.

Conmociónaba descubrir que la organización de los elementos de ese espacio fomentaban y creaban un sentido de comunidad sin recurrir a grandes ensalzamientos y loas.

La actividad turística en la costa del mediterráneo ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos años, lo que ha traído como consecuencia una ocupación intensiva y en muchos casos desestructurada del borde costero en un período de tiempo corto que afecta decisivamente sobre su atractivo. Este proceso de transformación ha provocado importantes daños a su ecosistema, por lo que es necesario reconducir la actividad turística hacia el desarrollo sostenible de manera que sea capaz de mantener las condiciones de la franja litoral sobre el que se asienta.

Para ello se propone la realización de un Instituto Oceanográfico en el puerto de Peñíscola, con el principal objeto de estudiar el impacto de la actividad turística sobre el mar. Situado en un lugar de especial interés geográfico e histórico, su finalidad es el desarrollo de actividades de investigación medioambiental y protección del ecosistema marino.

El centro deberá contar con una zona de administración-dirección con sala de reuniones, biblioteca, laboratorios, área de ensayos, espacios multiusos, cafetería, almacén y un taller en el que se contemple el alojamiento de embarcaciones, a lo que habrá que añadir la necesaria dotación de espacios para servicios, instalaciones y comunicaciones.

Programa de necesidades:

Dirección y administración con sala de reuniones. 100m².

Área de investigadores y Biblioteca. 200m².

Espacio multiuso. 200m².

Cafetería. 50m².

Área de ensayos marinos. 1000m².

Almacén y taller. 200 m².

Laboratorio. 200m².

Vestuarios. 50m².

Se entiende un programa que funciona a dos escalas muy distintas; una primera escala doméstica, más asequible, espacios pequeños, compuesta por los espacios de dirección y administración, la biblioteca y la cafetería. Hay una segunda escala, mayor, con el área de ensayos marinos, almacén, taller y laboratorios que forman los espacios de trabajo más frenético y en movimiento, donde el trajín y lo dinámico serán su rutina.

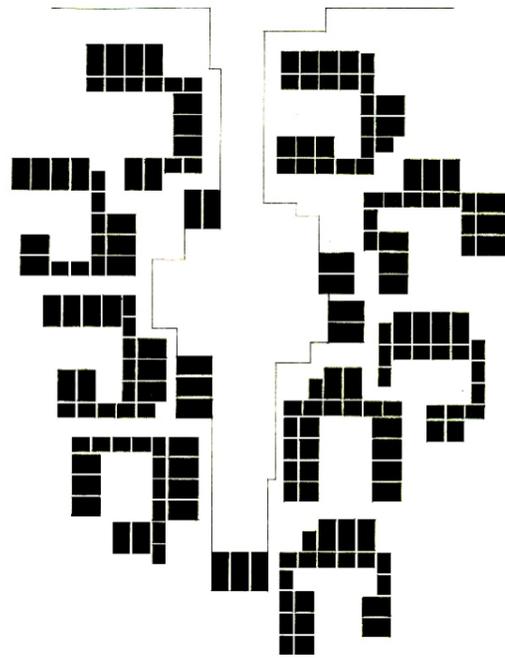
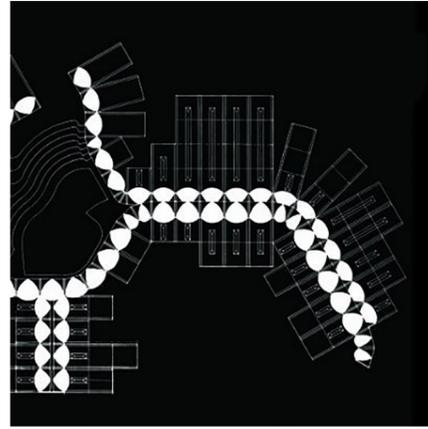
Por otra parte, se adoptan decisiones que tienen que ver con la relación entre esos espacios. Así, por ejemplo, la cafetería no puede estar muy cerca de dirección o biblioteca, el taller no debería estar en contacto con la cafetería, para el espacio de reuniones no es conveniente la cercanía con la sala de ensayos.



Partiendo de esa escisión, se busca una estrategia que, floreciendo desde una unidad o módulo, y con su consiguiente adición y agrupación sea capaz de resolver tanto la primera parte del programa, como la segunda. Se trata de una arquitectura modular. Además, las premisas en materia urbanística, decididas tras el análisis del sitio, hacen que, una vez en el lugar, esta agrupación de módulos vaya adoptando formas y conquistando espacios para resolver cuestiones de índole urbana y relación entre los espacios. Con esta estrategia, resulta un proyecto que bebe, mucho, del concepto de arquitectura aditiva, resumido por Jorn Utzon en 1970:

“puede conseguirse una utilización sistemática de elementos constructivos producidos en serie si éstos pueden ser añadidos a los edificios sin tener que cortarlos a medida o adaptarlos de algún modo.”

Así comienza un breve texto a propósito de, como él mismo la llamó, la arquitectura aditiva, en el que señala varios puntos para conseguir el buen funcionamiento de composiciones arquitectónicas basadas en la repetición de unas unidades estandarizadas, utilizando simplemente un principio de adición pura, sin necesidad de modificaciones o alteraciones en el módulo básico. Con esto, Utzon no pretende otra cosa que un principio de máxima funcionalidad, que “constituye al fin y al cabo – en palabras del arquitecto-, el origen esencial de la arquitectura.” Utzon defiende este modo de hacer arquitectura, mostrado no sólo a nivel teórico, sino también en muchos de sus proyectos. Todas sus obras, que son una muestra de un largo período en la vida y obra del arquitecto, no son más que ejemplo de las infinitas posibilidades y combinaciones de este tipo de arquitectura y de las ventajas de una construcción modular estandarizada asentada en un principio de máxima simplicidad y funcionalidad.



Es condición esencial fijar el módulo correcto. Un módulo con las medidas apropiadas para este programa, pero además, que en el sitio resuelva las cuestiones planteadas. Uno demasiado grande, podría dar un complejo pero que interiormente la función se pudiera resolver pero la conexión con el lugar sería deficitaria. Por el contrario, la elección de un módulo demasiado pequeño, resolvería las cuestiones que tienen que ver con la implantación en la parcela, pero resultaría complicado la resolución del programa en el interior.

-Dos paquetes en el programa. Uno vuelca a la playa por tratarse de algo más humano, estático y tranquilo, otro vuelca al puerto, por ser el asociado al trajín y movimiento.

-Generación por adición del módulo.

-Posibilidad de circulación a través. Vocación de calle. La continuidad como norma.

Estos tres planteamientos son clave en la resolución de este proyecto. Así, resulta un complejo, en el que se podría identificar un gran espacio cubierto, pero también se distinguirían 32 módulos que cubren y se agrupan atendiendo al programa y la relación del complejo con la ciudad. Aceptando lo dictado por Rafael Moneo explicando su obra de Atocha, o Rem Koolhaas cuando habla de la ciudad como una nebulosa en DELIRIOUS NEW YORK(1978), como una nube, algo en continuo movimiento: la continuidad como norma, diseñando el edificio, pero también su papel en la ciudad.

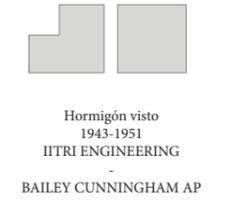
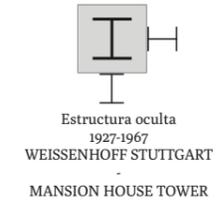
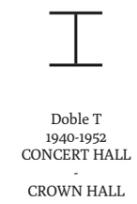
En un entorno parecido como en el proyecto de la ya desaparecida Villa Epecuén, Horacio Scabuzzo plantea una interesante obra pensada para tan particular emplazamiento, recurriendo a elementos arquitectónicos singulares, como eran tres grupos de paraboloides hiperbólicos tipo “hongos” o paraguas invertidos, y un equipamiento resuelto con hormigón hasta sus mínimos detalles.

El uso de los paraguas invertidos -paraboloides hiperbólicos- fue resultado de imitar los árboles de la zona, al tiempo de adherir a una propuesta de amplio desarrollo en la época, de la mano de los arquitectos Félix Candela, en Méjico, y Amancio Williams y Clorindo Testa en nuestro país.

“Los paraboloides formaban una suerte de conjunto de sombrillas -una propuesta de sombra- que marcaban un rasgo muy importante en el paisaje con un trazo lineal y, debajo de ellos, como si fuera una catedral con dos puntos equidistantes, se movían con libertad los concurrentes”, detalló Scabuzzo.



Josep Lluís Sert usa por primera vez el término 'mediterránea' para describir una arquitectura que él añoró, investigó y encontró durante su vida. Se trata de una arquitectura muy en contacto con el lugar, de las que no dañan la naturaleza y el entorno en el que se sitúan. Sert construía las ideas de las personas, cuestionándolas, esto le hizo ser camaleónico y cambiante. Realiza una arquitectura en un entorno inmediato pero queriendo llegar a toda la humanidad. Equilibrio, donde ni sobra ni falta nada. Luz, meridional que baña el paisaje mediterráneo, junto con la sombra define espacios. Espacio, plano arquitectónico, continuidad espacial y vacío. Son los tres conceptos que busca en su obra y que serán los principios sobre los que se basa la arquitectura mediterránea.



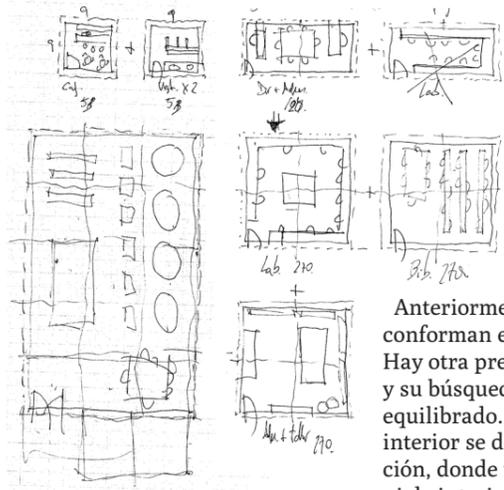
A partir de 1938, cuando Mies se traslada a América, entra en contacto con la industria del acero, que se encontraba mucho más desarrollada que en Europa. El campus del IIT se considera el proyecto de transición que abre esta segunda etapa de Mies.

La tercera época en la vida de Mies, ya en Estados Unidos, se inicia con los proyectos de la casa 50x50 y el Convention Hall, que impulsan el desarrollo de un nuevo sistema estructural bidireccional, reticular, y que dará paso a un nuevo pilar cruciforme con la forma de 2 perfiles I cruzados que permitirá resolver geoméricamente los encuentros con las vigas de la cubierta. Un pilar construido en taller y visto.

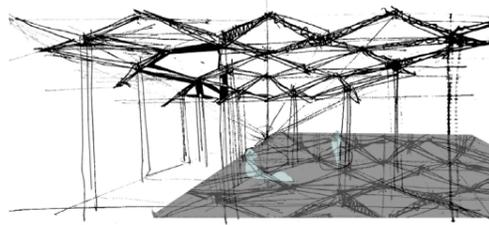
Después de dar forma a la cubierta reticular, Mies se ocupa de definir la forma del pilar. Esto lo acabará resolviendo con el edificio Bacardi de Cuba, donde encontrará la manera clara de expresar la construcción de la estructura reticular en el pilar. Este nuevo pilar llevará implícitamente las leyes constructivas que ordenan y dan forma a toda la estructura, pero además, si a partir de ahora Mies tiene que trabajar con esta nueva estructura, tendrá que resolver cualquier situación del proyecto.

En este proyecto, el módulo se plantea autónomo en sus funciones de estructura e instalaciones. El único elemento que conecta el plano elevado con el suelo es el Pilar. No sólo transmite las cargas al terreno, sino que también conduce las instalaciones que necesitan ser llevadas de la cubierta al suelo y viceversa. Las aguas pluviales son recogidas en la cubierta de cada módulo, y conducidas al centro de este, donde un sumidero las deja en la bajante, que a través del fuste del pilar, las entrega en el suelo a su colector. Desde ese mismo suelo surgen el resto de instalaciones; ventilación, fontanería, electricidad y datos, ascienden por el fuste hasta el punto donde se requieren tomas y registros.

El pilar tiene una sección cruciforme 2I, compartimentando con las almas 4 sectores. Cada uno sirve para un tipo de instalación. Las almas evitan el contacto directo entre las menos compatibles. Así, telefonía y electricidad irán por el mismo compartimento. Las toberas y conductos de ventilación dispondrán de uno propio. Por cuestión de diámetro de tubo, las bajantes pluviales dispondrán de otro compartimento. Instalaciones de agua fría, agua caliente, y bajantes del sistema de captación solar desde la cubierta hacia la sala de instalaciones irán por el mismo compartimento. Estas instalaciones quedan encerradas por una chapa de acero galvanizado de perfil curvado de 1,5mm. de espesor sujetada mediante clip al alma del pilar.

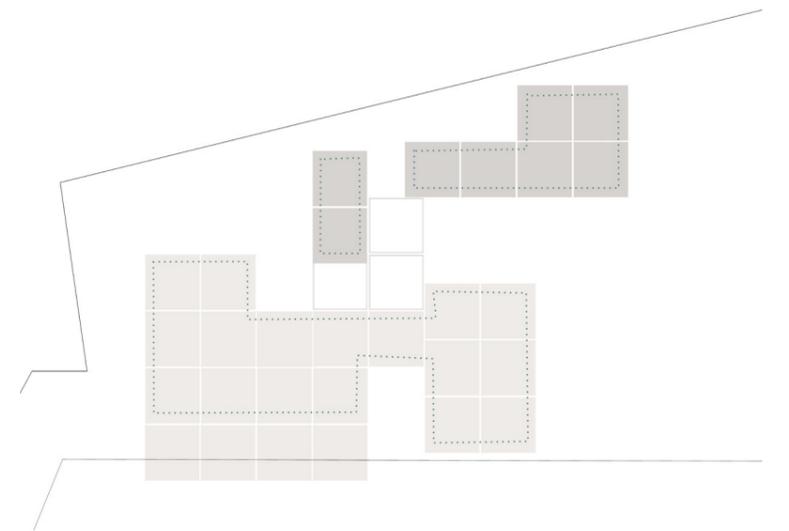
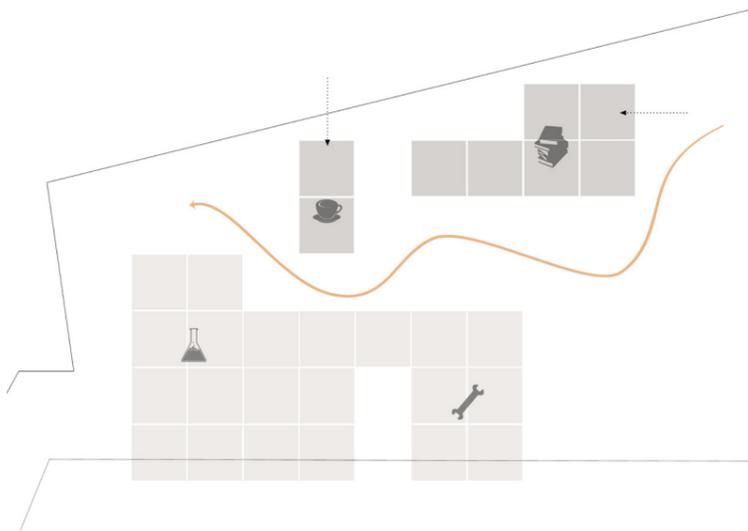
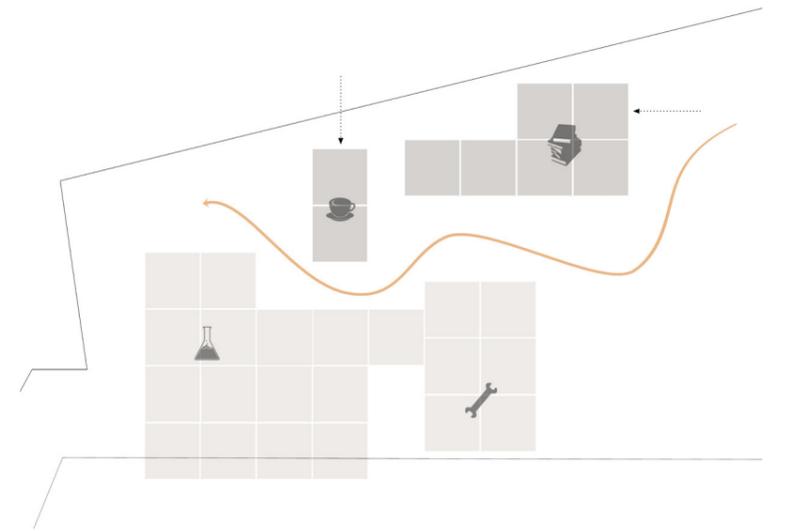
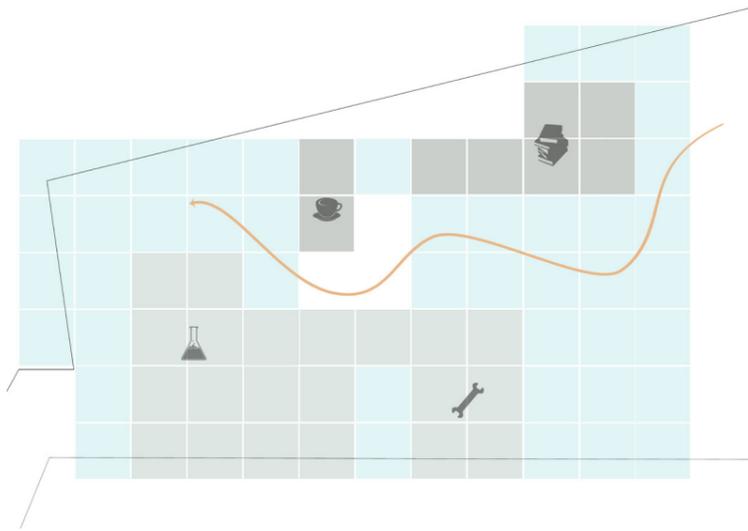
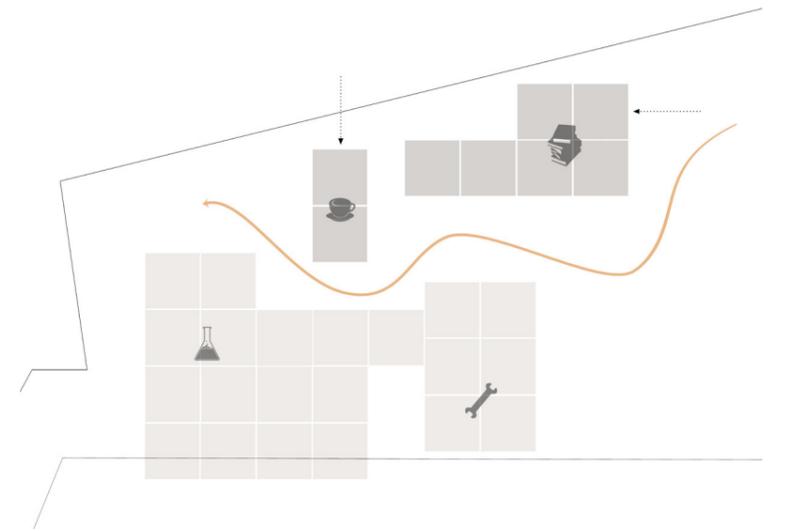
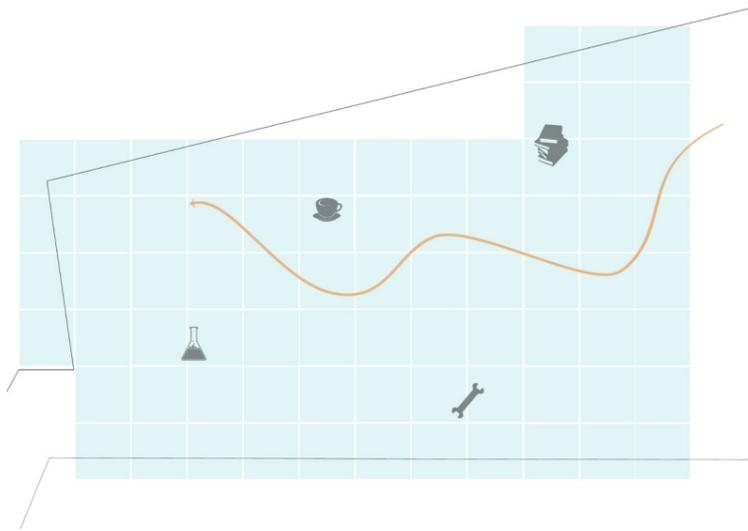


Anteriormente se han enumerado las partes que conforman el programa. De ahí sale el módulo. Hay otra premisa que se establece tras leer a Sert, y su búsqueda de la luz manifestada en su espacio equilibrado. Y es que entre el espacio exterior e interior se debiera incluir un espacio de transición, donde una luz filtrada, que no es de exterior ni de interior, se mostrara. Ese espacio de transición se añadiría a cada módulo, resultando una unidad mayor. Si se fija una unidad mínima, la de 50m² interiores, y se le añade un margen perimetral para la creación de esa transición, podríamos establecer que el módulo sería un cuadrado de lado 9m. Otorgando 90 cm. en todo el perímetro, quedaría un cuadrado de lado 7,2m. en el interior, lo que significa un área de 51,5 m². Además se genera una afinidad visual entre el módulo de 9x9 y el ancho del edificio de almacenes presente actualmente en la dársena del puerto. El utilizar una longitud de 9 metros permite adoptar una serie de múltiplos del módulo a utilizar en todo el proyecto de arquitectura aditiva. Esta gama es aplicable desde el encaje del proyecto en la parcela hasta la labor de definición del detalle constructivo.



En lo que respecta al aspecto formal del módulo, huelga decir que nace de la función. Se busca un espacio cubierto, donde la función conquiste el interior como requiera. La unidad es realmente una cubierta, sobre un pilar central que busca pasar desapercibido en el plano horizontal del suelo y optimizar el espacio, buscando la transparencia y continuidad. El elemento se muestra como una pieza clara, sin grandes alardes, que emerge y se eleva buscando y aspirando a ser luz. La sucesión de varias de estas piezas crea una imagen que barre prácticamente toda la historia de la humanidad; desde las salas hipóstilas egipcias, hasta arquitectura industrial del siglo XX, pasando por los templos griegos, las mandapas de la India, las salas de oración árabes, catedrales cristianas o algunas obras modernistas.





Memoria
Constructiva.

MEMORIA CONSTRUCTIVA

Para su construcción se buscan materiales que pertenezcan al mundo fabril y portuario, además, por tener presentes los principios de arquitectura aditiva antes mencionados, estos materiales tendrán que ser en su mayor parte prefabricados, reduciendo costes y plazos, además de tiempo de ejecución en la obra. Se busca que la mayor parte de trabajo se realice en taller, dejando solo las labores de montaje de mayor calado en el sitio. Así el puerto podrá continuar con su actividad hasta bien avanzada la obra.

A.1. Sistema constructivo del módulo.

Se utiliza el acero galvanizado en caliente para la totalidad de la estructura, pilar y vigas vendrán por separado. Las vigas se ensamblarán y anclarán al pilar en el sitio, apoyadas con cimbras en el suelo. Una vez ancladas las vigas, se procederá al acabado de la cubierta. Primero la parte inferior, con la chapa de acero que hará de acabado superficial inferior. Se sujetará mediante clipado y sobre ella descansará la lamina de aislante de poliestireno extruido. Sobre las correas se colocará el machihembrado de tablero fenólico marino, las dos capas, que recibirán el adhesivo impermeabilizante SIKABOND, junto con una malla de fibra de poliéster. Este será el adhesivo con el que se colocará la rasilla cerámica utilizada como elemento de acabado superior. Para el rejuntado de estas piezas se utilizará un relleno elástico. Se consigue, de esta manera una cubierta cerámica, que vista desde todos los puntos del casco antiguo recordará a las tradicionales terrazas con solución de cubierta plana con baldosín cerámico.

A.2. Sistema constructivo de elementos interiores.

Para la ejecución de los espacios que contienen cocina de la cafetería y baños se utiliza chapón de acero galvanizado en caliente sujeto a perfiles verticales de acero galvanizados en caliente. Estos perfiles conectarán a una placa de anclaje, previamente dispuesta sobre enano de cimentación. Sobre esta estructura de perfiles, se dispondrán vigas metálicas de perfil normalizado que recibirán una chapa de acero. El chapón comentado anteriormente hará de cerramiento.

Existe un elemento interior resuelto con panel de vidrio traslúcido apoyado en los perfiles metálicos verticales. Estos paneles de vidrio traslúcido vendrían a sustituir el chapón de acero de los baños y cocina. En este caso no habría elemento de techo.

A.3. Sistema constructivo de planta de laboratorios.

Se trata de un altillo presente en la sala de ensayos. Esta pieza, como todo lo que ocurre dentro del edificio, no entra en contacto con el pilar. Está resuelta con vidrio en sus paramentos verticales, y sus dos planos de suelo y techo están conformados con fina capa de hormigón de 6 cm. sobre plancha de acero sobre retícula de perfiles de acero doble T que son sujetados por perfiles metálicos verticales que son prolongación de los usados en los tanques de agua. Todo el acero es galvanizado en caliente, con una mano de zinc en frío en zonas de atornillado, incluyendo tornillería.

A.4. Sistema constructivo de tanques para ensayos.

Las piscinas o tanques para ensayos se asientan sobre la propia solera del suelo, colocando una lámina impermeable sobre el hormigón y prolongándola en vertical. Los laterales se resuelven con chapa de acero galvanizado y perfiles metálicos verticales.

A.5. Sistema constructivo de fachada.

Para la ejecución de la fachada distinguiremos dos partes. Primero se colocan los montantes de la parte de vidrio, que son perfiles de acero galvanizado verticales de perfil Pi sobre placa de anclaje y enano de cimentación Estos están separados una distancia de 90 cm. Una vez colocados se colocan los bastidores horizontales de acero que hacen de marco, estos reciben el vidrio de doble acristalamiento. En el caso de la fachada con ventanas abatibles, esta se coloca utilizando como bastidor el propio perfil montante vertical.

En la parte correspondiente al filtro, se procede de igual modo en la colocación de los perfiles. Esta vez, la separación es de 180 cm. Una vez colocados se montan las guías de sujeción y retención del sistema FLEXBRICK. Cuando esto esté ajustado, la estructura está preparada para recibir el sistema, que colgará del bastidor superior y se anclará a las guías de retención intermedias e inferior. Entre los montantes de esta piel y los de vidrio habrá conectores de acero de perfil doble L que harán que la respuesta al esfuerzo generado por el viento sea en conjunto entre los dos paramentos.

A.6. Sistema constructivo de planta enterrada.

Hay una parte del programa resuelta en un nivel inferior. Esta acoge los vestuarios y las salas de instalaciones. Por esta enterrada y por debajo del nivel freático adquiere particularidad y es la nota discordante con el resto del proyecto. Se realiza un vaso estanco de hormigón por medio de muros pantalla, drenaje, y losa anclada por pilotes. Este vaso de hormigón se compartimenta con la chapa de acero de 15mm. presente en el resto de cerramientos verticales en el interior. Además este espacio recoge 4 fustes de pilares que continúan en la planta superior, y en este caso ayudan a sostener el forjado de techo de esta planta, el cual se resuelve con una losa maciza de hormigón. Para realizar los tabiques que contienen las instalaciones se crea un doble tabique con la chapa de acero de 15 mm. Apoyada sobre perfiles que quedan en el interior.

El perímetro se resolverá mediante la ejecución de un muro pantalla de 60 centímetros de espesor que cerrará el vaso estanco junto con una losa de cimentación. La losa va anclada al terreno mediante la disposición de pilotes de manera regular que trabajan por rozamiento en su fuste ya que el empuje vertical del agua del mar es muy superior al peso del edificio en su conjunto.

Parte B: Actuaciones previas

B.1 Topografía y movimiento de tierras.

Previo al inicio de las obras es necesaria una serie de operaciones con el fin de confirmar la información disponible durante la fase de proyecto. También será necesario obtener información relativa al terreno donde se va a edificar así como preparar y limpiar tanto la zona de excavación como el entorno de la obra.

El constructor se encargará de los trabajos previos de preparación del terreno, replanteos, acometidas auxiliares de luz, agua o saneamiento, así como el vallado de la parcela y la previsión de casetas, grúas o contenedores. El constructor será el responsable del coste económico, así como de la tramitación y gestión de las autorizaciones, boletines, certificados o seguros, ante diferentes administraciones o empresas. Se iniciará el proceso con el replanteo por parte del constructor y la supervisión del aparejador de la obra.

B.2 Proceso de ejecución

- Estudio geotécnico.

Se realizarán prospecciones, toma de muestras y ensayos para la confección del estudio geotécnico. Este documento es el compendio de información cuantificada en cuanto a las características del terreno en relación con el tipo de edificio previsto y el entorno donde se ubica, que es necesaria para proceder al análisis y dimensionado de los cimientos de éste. Aportará la información indispensable sobre la composición del suelo, localización del estrato resistente y cota del nivel freático.

- Limpieza del solar

Limpieza del terreno eliminando los elementos que existen en su superficie. Se dejará el terreno apto para el replanteo y la construcción, teniendo en cuenta la futura situación de accesos, rampas, zonas de apeo de material y ubicación de máquinas.

- Replanteo

Los resultados de esta fase previa de replanteo se grafiarán en plano y obtendrán la autorización municipal. Una copia de dicho documento autorizado se aportará a la Dirección Técnica previamente al inicio de la obra. Deberá incluir necesariamente el trazado de la urbanización en los viales y sus pendientes. Igualmente se determinarán los enlaces con las infraestructuras urbanas, ya sean municipales o no, de agua, luz, alcantarillado y teléfono.

- Replanteo del perímetro del edificio proyectado.

- Replanteo sobre fondo de excavación con fijación de los puntos de referencia fundamentales de manera que éste pueda comprobarse durante la ejecución de la obra. Las zanjas, pozos y diferentes excavaciones se replantearán mediante un correcto sistema de lienzas y alcanzarán las profundidades mínimas indicadas en proyecto, no menores a las necesarias para alcanzar el nivel apto de terreno para cimentar. Así mismo se determinarán las cotas de sótano, rampas, niveles del primer forjado y el cálculo de pendientes. También se realizará el replanteo de pilares y muros.

- El proceso de replanteo finalizará con la redacción del acta de replanteo y delimitación de un plano de obra indicando cotas y rasantes definitivas, siempre tomando como referencia el estado actual del solar. Este documento será firmado por el constructor y el arquitecto técnico. Una copia de este documento se aportará al arquitecto director. La firma del acta de replanteo se considera la fecha de inicio de la obra a efectos de plazos contractuales.

- Excavación

Tras realizar el replanteo, se excavará el espacio donde se ubicará el vaso de la parte enterrada. El terreno sobre el que se cimentará se halla sin acondicionar. El vaciado del mismo se realizará por medios mecánicos. Dado que no se tienen numerosos datos del terreno, se parte de la hipótesis de que la dársena está formada por un relleno de grandes rocas como las de la escollera hasta llegar al nivel arenoso perteneciente al fondo marino. El nivel freático está situado a nivel del mar, es decir a -1,5 metros de la superficie de la dársena. Durante la excavación y trabajos de cimentación se asegurará la ausencia de agua en el terreno mediante el achique de la misma.

Se señalará la necesidad de realizar un control minucioso en la determinación de las cotas de excavación para el caso de las cimentaciones y de las pendientes que deben tomar las distintas instalaciones.

Para el transporte de tierras se establecerán los medios más adecuados y se medirán y valorarán con los criterios establecidos considerando un incremento por esponjamiento del orden entre el 20/30% según el tipo de terreno.

Los condicionantes generales de ejecución son los siguientes:

- No se acumulará terreno de excavación ni otros materiales junto al borde del vaciado, debiendo estar separados de éste una distancia no menor de dos veces la profundidad del vaciado en ese borde, salvo autorización de la dirección técnica.

- En zonas y/o pasos con riesgo de caída mayor de 2 metros, el operario estará protegido con cinturón de seguridad anclado a un punto fijo o se dispondrán andamios o barandillas provisionales. Cuando sea imprescindible la circulación de operarios por el borde de coronación de talud o corte vertical, las barandillas estarán ancladas hacia el exterior del vaciado y los operarios circularán sobre entablado de madera o superficies equivalentes de reparto. No se trabajará simultáneamente en la parte inferior de otro tajo.

- En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo del vaciado, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y terrenos adyacentes, así como las vallas y cerramientos. En el fondo del vaciado se mantendrá el desagüe necesario para impedir la acumulación de agua que pueda perjudicar a los terrenos locales o cimentaciones de fincas adyacentes.

- Se dispondrán puntos fijos de referencia en los lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señaladas en la documentación técnica.

PARTE C: Sistema envolvente

C.1 Cubiertas.

La cubierta del módulo está compuesta por una rasilla cerámica de 1cm. de espesor con junta elástica entre pieza y pieza. Recibida con capa de adhesivo impermeabilizante SIKABOND sobre tablero marino fenólico machihembrado. Hay presentes dos capas de machihembrado, atornillando la primera capa a las correas de acero dispuestas entre vigas. Por la parte inferior de estas correas se disponen los elementos de agarre ‘clips’ para sujetar la chapa de acero de 3 mm. que hace de falso techo. Sobre esta chapa y el clip descansa el panel de poliestireno extruido. En el perímetro de este cuadrado se coloca una pieza de acero galvanizado perimetral que ata todas las puntas de las vigas y sirve de remate tanto en la parte inferior como superior.

C.2. Fachadas.

Distinguimos dos partes en la fachada. La primera, y más interior es un paramento de vidrio de doble acristalamiento 6+6+12+6+6 sobre montantes y marco de acero galvanizado. En la fachada que encierra la cafetería y la zona de administración y biblioteca se añade una ventana abatible en la parte alta que usa el montante como propio bastidor, es de accionamiento manual situado en el montante. La segunda parte de la fachada es la piel externa o filtro. Esta no envuelve la totalidad del edificio, sino que se interrumpe donde no es necesaria protección. Se resuelve con sistema patentado FLEXBRICK, que trabaja con piezas cerámicas colgadas en cables de acero. Las piezas cerámicas de este caso tienen la misma dimensión que la rasilla utilizada en cubierta, exceptuando su espeso que viene a ser de 3 cm. para permitir la perforación y posterior introducción del cable. En las fachadas recayentes a poniente, el patrón que se sigue en esta piel se vuelve más opaco. El hueco dejado entre pieza y pieza en vertical se llena con una pieza de formato mitad de largo.

C.3 Suelos

El Centro de Investigación Marina será un sitio con usos muy distintos y heterogéneos. Se plantea un pavimento resistente y duradero, con el mínimo número de interrupciones que puedan dar lugar a caídas, acumulación de suciedad o difícil movimiento de herramientas. Se propone una solera de hormigón de 24 cm de espesor por la que circularán las instalaciones pero no serán registrables en este punto. El acabado es fratasado, tanto en interior como exterior, continuando con el plano arquitectónico industrial y rompiendo el límite exterior-interior en pro de la transparencia. Queda una parte con un acabado diferente en las zonas que están en contacto con la piedra cantil del puerto. Aquí el acabado se crea con un carácter más rugoso para evitar resbalamientos y para indicar o sugerir que el cambio de pavimento significa un cambio de carácter del espacio; más privado, más del ámbito del centro, y menos del personal ajeno. Se realiza con un tratamiento de chorro de agua a presión sobre el hormigón. Esto ahce desaparecer la capa más externa del hormigón, dejando visto el árido.

C.4 Techos

Todo el techo del complejo es el acabado inferior del módulo cubierta. Como ya se comenta anteriormente, se trata de una chapa de acero galvanizado clipada a las correas interiores de la cubierta.

En la parte inferior, donde se encuentran los vestuarios e instalaciones, el techo es el hormigón visto de la losa que hace de forjado.

En los espacios cerrados, cocina, baños y laboratorios, el acabado del techo es la retícula de perfiles doble T y la chapa que haría de entrevigado entre perfiles. Todo ello acero galvanizado.

PARTE D: Sistema estructural

D.1 Descripción general

En este proyecto la esbeltez de la columna genera un espacio neutro donde la actividad es el monumento. El módulo es autónomo en el aspecto estructural. Cada pilar soporta 81 m2 de cubierta, desplegada en voladizo mediante 8 vigas radiales. Gracias a este pilar central y al voladizo, es posible cubrir un espacio sin interrumpirlo, dejándolo libre, únicamente con la aparición de la columna. La sucesión de columnas generan el gran espacio hipóstilo. El pilar, de sección cruciforme 2I, está compuesto por chapas de acero galvanizado soldadas en taller. Dos almas perpendiculares entre sí de 9 mm forman la cruz que se complementa con cuatro chapas de 15mm en cada punta de la cruz, perpendiculares al alma que las recibe. Estas ultimas son realmente las que absorben los esfuerzos, no solo de axil sino también aquellos que generen flexión en el pilar.

Cada uno de estos pilares reposa sobre una placa de anclaje inserta en encepado que agrupa cuatro cabezas de micropilotes de 18 cm de diámetro. Todos los encepados se encuentran arriostrados en dos direcciones para evitar daños en caso de sismo.

La estructura de elementos interiores, como aseos, cocinas, laboratorios o piscinas, se realiza con perfiles metálicos normalizados simple T o doble T (según casos), recibidos en placa de anclaje inserta en enano de cimentación. En las zonas donde cae algunos de estos perfiles, la solera de suelo aumenta de espesor y alberga la armadura necesaria para arriostrar estos elementos de cimentación.

En la parte soterrada se utiliza el propio muro de contención como elemento de soporte de la losa maciza que hace de forjado. Esta losa está expuesta a las cargas y sobrecargas recayentes en una nave de ensayo y trabajo.

D.2 Modulación

El módulo de la estructura es el módulo generador del proyecto. Se define un módulo de 9 metros de lado, que puede ser dividido en múltiplos que se utilizan en despieces de elementos del proyecto. En el proyecto se utilizan medidas de 0,15 o 0,30., apreciables en el ritmo de la estructura o montantes. La separaciñon entre pilares es e 9,30 metros. Esos 30 cm. de más corresponden a la línea abierta que queda entre módulos para dejar pasar la luz e identificar el módulo como elemento unitario. Las vigas en voladizo tienen medidas de 4,5m las perpendiculares al lado y de 6,3 las diagonales. Existen tres alturas distintas en el proyecto. La más alta corresponde a los módulos que marcan el acceso y no tienen fachada, están completamente abiertos, estos tienen su cota más alta a 7,5m sobre el suelo. La siguiente altura es la de los módulos de la sala de ensayos, de 6m. de alto. La zona de cafetería y biblioteca tiene una cota de 4,5 m. Estas alturas son medidas desde el suelo hasta el punto más alto de la cubierta, que es el borde perimetral.

D.3 Cimentación y contención

Cimentación por debajo del nivel freático. Para constituir el vaso del espacio de vestuarios e instalaciones es necesario recurrir a la ejecución de un muro pantalla perimetral. La ejecución se realizará de la siguiente manera:

Tras realizar el replanteo se procede a la construcción del vaso general mediante la inserción del muro pantalla perimetral. La primera intervención es la construcción del murete guía que asegurará la alineación y garantizará la verticalidad del muro.

El segundo paso es la preparación y control de los lodos tixotrópicos ya que el terreno no es estable. La tixotropía le permite alcanzar un cierto grado de rigidez en reposo (estado de gel) disminuyendo esta rigidez rápidamente cuando se agita o se pone en movimiento. La presencia de la capa freática hace necesario que el lodo tenga una cierta sobrepresión para que la acción actúe sobre las paredes y contrarreste el empuje del agua.

La perforación de los diferentes paneles se realiza mediante cuchara bivalva de accionamiento hidráulico. Ha de llegar a una profundidad donde exista un estrato impermeable para permitir la posterior evacuación de agua del interior del vaso mediante bombeo. Conforme continúa la excavación es necesaria la aportación continua de los lodos tixotrópicos preparados anteriormente.

Cuando se alcanza el estrato impermeable se introducen dos tubos-juntas de hormigonado en ambos extremos del batache. A continuación se implanta la jaula de las armaduras apoyadas en el murete-guía mediante barras. Seguidamente se procede al vertido del hormigón mediante un tubo Tremie y se va extrayendo el lodo para su reciclado.

La excavación de los bataches se hará de manera discontinua para evitar el desmoronamiento del terreno hasta llegar al panel de cierre acabando de esta manera el cerramiento lateral del vaso.

La presencia del nivel freático a -1,5 metros de la superficie de la dársena solo permite la excavación sin necesidad de bombas para rebajar el nivel freático. A partir de este punto será necesario el uso de bombeo con punta filtrante. Se continua la excavación hasta la cota prevista y se procede a la construcción de la cimentación profunda.

Dadas las características del terreno, la cimentación se realizará mediante pilotaje unido a una losa de cimentación. Se opta por un sistema de cimentación profunda de pilotes barrenados hormigonados por el tubo central de la barrena. Es necesario que no se haga una entibación ya que dejaría mucho más homogénea la pared de terreno excavado influyendo negativamente en el rozamiento necesario del pilote ya que este no trabaja como habitualmente, se colocan para evitar la flotación del edificio a modo de anclaje. Tras el hormigonado de la zanja se produce la introducción de la armadura y el pilote queda terminado. Cabe añadir que quedarán armaduras en espera para la posterior construcción de la losa de cimentación que se irá realizando por sectores machihembrados para simplificar la construcción y dificultar el paso del agua a través de ella.

Cimentación por encima del nivel freático. En los pilares que quedan por encima del nivel freático asientan sobre una cimentación realizada por micropilotes prefabricados de radio 18 cm. Una vez hincados se procederá a su descabezamiento y ejecución de encepado. Antes de verter hormigón en el encepado se replanteará y colocará la placa de anclaje que posteriormente recibirá al pilar.

D.4 Estructura portante

En el caso de la zona soterrada, el muro de contención es la que realiza las funciones de cimentación y contención soporte de esa parte de forjado.

Por otro lado, el resto de la estructura portante es el pilar que está compuesto por chapas de acero galvanizado soldadas en taller. Dos almas perpendiculares entre sí de 9 mm forman la cruz que se complementa con cuatro chapas de 15mm en cada punta de la cruz, perpendiculares al alma que las recibe. Estas ultimas son realmente las que absorben los esfuerzos, no solo de axil sino también aquellos que generen flexión en el pilar.

G.3 Climatización

La climatización de los espacios que lo requieren, cafetería, biblioteca y administración, se realiza mediante toberas situadas en la base del pilar. El circuito de canalizaciones transcurre embebido en la solera y el condensador se encuentra en la planta soterrada de instalaciones.

G.4 Electricidad

La acometida de electricidad de media tensión sí que está introducida en la dársena ya que actualmente hay alumbrado público a lo largo de toda la ensenada. El cableado irá dispuesto también por debajo de la solera por el interior de tubos estancos. Habrá tomas de corriente en cajas estancas en cada pilar del complejo.

G.5 Captación de energía

La exigencia del Código Técnico en referencia a instalar captadores de energía solar como aportación sostenible al consumo energético del proyecto viene condicionada por la existencia de sistemas de ACS. El Código Técnico obliga a generar parte de la energía necesaria para calentar el agua. En este caso, se podrían instalar captadores solares en cubierta, apoyados sobre la rasilla cerámica. Con el fin de evitar un dañino impacto visual, dado que el edificio es visible desde arriba cuando se mira desde el casco histórico, se opta por la instalación de tubos de vacío en el en las limahoyas de las cubiertas. La propia inclinación de la cubierta sirve para el correcto funcionamiento del dispositivo. En su parte alta tendrán colectores individuales que irán conducidos por el interior de la cubierta hasta el pilar, donde se reunirán los 4 de cada módulo y descenderán hasta la planta enterrada donde se encuentra el depósito de ACS. Estos tubos en vacío tienen muchas ventajas con respecto al sistema convencional, una de ellas es que se pueden mover uno a uno siendo así más eficientes y además el impacto es mucho menor que el de las placas solares.

G.6 Tomas de corriente, red, telefonía.

Las tomas discurren a través de canalizaciones estancas bajo la solera de hormigón. Las tomas de corriente, datos y telefonía aparecerán en cada pilar, en unas cajas situadas en la chapa colocada para albergar instalaciones.

Memoria
Estructural

En este proyecto, donde las disponibilidades de la Arquitectura (Louis Kahn. *En el reino de la Arquitectura*) buscan su entorno ideal en un terreno 'conquistado' por la estructura, es en 'firmitas' sobre quien recae el papel principal. Tras ello, el programa se desenvuelve por la maraña de troncos, algas, o tentáculos, atendiendo a unos criterios de contacto entre funciones y otras premisas proyectuales. Es en esa búsqueda de una Arquitectura que fomente la sensación de comunidad (Aldo Van Eyck, Orfanato de Amsterdam), cuando surge el concepto de arquitectura aditiva, creada a partir de un módulo y casi sugiriendo el crecimiento infinito. Aparece una Arquitectura sin corredores, donde los espacios de transición se convierten en espacios servidos, sin una jerarquía clara. Será el usuario quien marque ese orden.

El módulo en cuestión es concebido para funcionar estructuralmente de manera autónoma. Se trata de un pilar central de acero, de perfil cruciforme con dos I, inscrito en un cuadrado de 45 cm. de lado, sobre el que descansa una cubierta cuadrada de 9 m. de lado. La cubierta es soportada por 8 vigas de acero en voladizo que parten desde el pilar de manera radial. 4 de ellas parten hacia las esquinas del cuadrado, y otras 4 hacia la mitad del lado del cuadrado. Estas recogen los esfuerzos transmitidos por el las correas de acero dispuestas perimetralmente entre las vigas. La levedad de las cargas actuantes sobre la cubierta, permite el diseño de un forjado con canto mínimo, para no ensalzar más el cinturón de acero perimetral del módulo. Sobre la chapa de acero de acabado inferior se coloca aislante térmico. Encima de las correas apoyan dos capas de tablero fenólico marino machihembrado, que reciben el adhesivo impermeabilizante sobre el que se colocará la rasilla cerámica de acabado superior. Esta parte del todo, en su asociación con otras, intenta jugar con la luz; separándose 30cm. del otro módulo.

En este proyecto, donde las disponibilidades de la Arquitectura (*Louis Kahn. En el reino de la Arquitectura*. D.B. Brownlee y De Long. 1998) buscan su entorno ideal en un terreno 'conquistado' por la estructura, es en 'firmitas' sobre quien recae el papel principal. Tras ello, el programa se desenvuelve por la maraña de troncos, algas, o tentáculos, atendiendo a unos criterios de contacto entre funciones y otras premisas proyectuales. Es en esa búsqueda de una Arquitectura que fomente la sensación de comunidad (*Aldo Van Eyck, Orfanato de Amsterdam*. 1960), cuando surge el concepto de arquitectura aditiva, creada a partir de un módulo y casi sugiriendo el crecimiento infinito. Aparece una Arquitectura sin corredores, donde los espacios de transición se convierten en espacios servidos, sin una jerarquía clara. Será el usuario quien marque ese orden.

Una vez delimitado el espacio por la adición del módulo, aparece un segundo orden estructural. Esta estructura es la correspondiente al módulo de laboratorios. Se trata de una plataforma elevada sobre 6 pilares de sección HEB.

Además, trataremos en este documento la comprobación del montante de carpintería de fachada, expuesto a efectos importantes del viento. Se trata de un perfil en T con doble alma de acero.

EL SUELO

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL.

MÓDULO DE CUBIERTA

-SOPORTES

-VIGAS

PLATAFORMA DE LABORATORIOS CON ESTRUCTURA DE PÓRTICOS.

-SOPORTES

-VIGAS

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

ENSAYOS A REALIZAR

LÍMITES DE DEFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA

ACCIONES

- ACCIONES PERMANENTES

. ACCIONES VARIABLES

- ACCIONES SÍSMICAS

COMBINACIÓN DE ACCIONES

APLICACIÓN DE ACCIONES

PREDIMENSIONADO

PROTECCIÓN FRENTE AL FUEGO

EL SUELO

Por la naturaleza académica y de formación de este proyecto, se carece de un estudio geotécnico de la parcela de proyecto, así como de los medios necesarios para conocer con precisión las características del terreno. En el caso de tratarse de un proyecto real, con posterior ejecución, se llevaría a cabo el citado estudio y se procedería a realizar las posibles modificaciones de la cimentación, en el caso de ser necesarias.

Por el momento consideraremos que se trata de un terreno cohesivo, de buena calidad para la magnitud de presiones que transmitirá la cimentación del edificio, siempre teniendo en cuenta la presencia tan próxima del mar, que obligará a realizar una buena impermeabilización y la ejecución de un vaso estanco para la zona enterrada del semisótano.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL.

En este proyecto podemos diferenciar dos sistemas estructurales, ambos metálicos: uno, la estructura de cada módulo sobre pilar central. Otro la plataforma elevada de laboratorios, con estructura de pórticos.

Los pilares de cada módulo están apoyados sobre 4 micropilotes de 18 cm. de espesor que profundizan hasta una cota de 15 metros por debajo del nivel del mar. Sus encepados se encuentran arriostrados con vigas riostras-

Los soportes de la plataforma de laboratorios descansan sobre una zapata. Se trata de cimentación superficial a menos de 1,5m. de profundidad. Se encuentran arriostradas entre sí.

MÓDULO DE CUBIERTA.

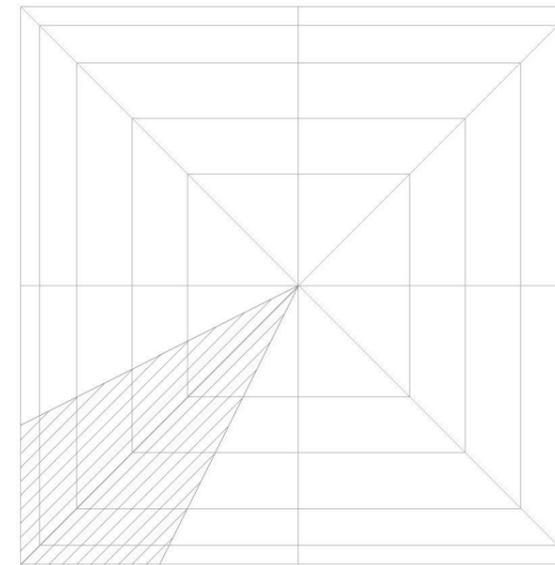
SOPORTES

Como soportes se utilizaran perfiles de acero laminado de sección cruciforme doble I.

VIGAS

Las vigas radiales nacen del pilar y pierden sección conforme se alejan del eje del pilar, con un canto máximo de 81cm en el encuentro con el pilar y 6cm en la punta del voladizo. Para simplificar el cálculo se considera un perfil de sección continua IPE.

El análisis de la estructura se centrará en el caso más desfavorable, que es la viga diagonal de 6,36 metros del módulo más alto, con una cota máxima de 7,5 m.



Ámbito de carga= 10,125m².

PLATAFORMA DE LABORATORIOS CON ESTRUCTURA DE PÓRTICOS.

SOPORTES

Como soportes se utilizaran perfiles IPE de acero laminado.

VIGAS

Las vigas perpendiculares al pórtico son las encargadas de transmitir al pilar los esfuerzos del forjado. Se utilizarán perfiles IPE de acero laminado.

El análisis de la estructura se centrará en el caso más desfavorable, que es la viga del primer vano, con una luz de 7,5m.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

ACERO DE PERFILES

El acero empleado para las vigas y pilares que constituyen el sistema estructural porticado metálico presenta las siguientes características, las cuales quedan recogidas en el CTE DB-SE 4.2 *Aceros en chapas y perfiles*, como características comunes a todos los aceros:

Límite elástico (N/mm ²)	275
Módulo de elasticidad (N/mm ²)	210.000
Módulo de rigidez (N/mm ²)	81.000
Coefficiente de Poisson, ν	0,3
Coefficiente de dilatación térmica (°C ⁻¹)	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Densidad, ρ (Kg/m ³)	1.850

ENSAYOS A REALIZAR

En cuanto a los aceros estructurales, se realizarán los ensayos pertinentes de acuerdo con lo indicado en el capítulo 12 del CTE DB SE-A.

Por su parte, en lo referido al hormigón armado, de acuerdo a los niveles de control previstos, se realizaran los ensayos pertinentes de los materiales, acero y hormigón según se indica en la norma Cap. XV, art. 82 y siguientes.

LÍMITES DE DEFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Según el CTE DB-SE 4.3.3.1., para la comprobación a flecha:

1. Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:
 - a) 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
 - b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
 - c) 1/300 en el resto de los casos.
2. Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que 1/350.
3. Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que 1/300.

En nuestro caso, son aplicables los 3 puntos dadas las características del proyecto, por lo que consideraremos:

- En cuanto a integridad de los elementos constructivos, el caso c) resto de casos, se considerará una $f_{adm} \geq L/300$
- En lo relativo al confort de los usuarios, se considerará una $f_{adm} \geq L/350$
- En cuanto a la apariencia de la obra, se considerará una $f_{adm} \geq L/300$

ACCIONES

De acuerdo con el CTE DB SE-AE, las acciones se clasifican por su variación en el tiempo en permanentes, variables y accidentales.

Por su parte, las acciones sísmicas quedan reguladas por la norma de construcción sismorresistente NCSE-02.

ACCIONES PERMANENTES

Los valores característicos de las cargas permanentes considerados para el cálculo se han determinado con la ayuda de las tablas del anejo C del CTE DB-SE-AE.

ACCIONES PERMANENTES SOBRE CUBIERTA DE MÓDULO.

Acciones permanentes	Carga superficial KN/m ²
Chapa de acero acabado inferior	1,15
Machihembrado tablero fenólico	0,15
Rasilla cerámica	0,3
TOTAL	2 KN/m²

ACCIONES PERMANENTES SOBRE PÓRTICOS PLATAFORMA LABORATORIOS.

Acciones permanentes	Carga superficial KN/m ²
Forjado retícula acero	1,5
Solera de hormigón con mallazo	1,8
Barandilla de vidrio	0,25
TOTAL	3,55 KN/m²

ACCIONES VARIABLES

El CTE clasifica las acciones variables en uso, viento y nieve.

Acciones variables de Uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso. Los valores considerados en esta estructura se corresponden con lo indicado en el CTE en la tabla 3.1 del DB-SE-AE.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

De modo que sobre la cubierta de los módulos actuará una sobrecarga de uso de **0,4 KN/m² .(G1)**

Por su parte, sobre la estructura de de pórticos de la plataforma de laboratorios actuará una sobrecarga de uso de **2 KN/m² .(B)**

Acciones variables de Viento

De acuerdo con lo expuesto en el punto 3.3.2. del DB SE-AE, la acción de viento es, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, denominada q_e y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad \text{donde } q_b \text{ es la presión dinámica del viento}$$

$$c_e \text{ es el coeficiente de exposición}$$

$$c_p \text{ es el coeficiente eólico o de presión}$$

- Presión dinámica del viento, q_b

Acudimos al apartado D.1 del anejo D del DB SE-AE, en el que de acuerdo con el mapa de la figura D.1., el proyecto se sitúa en la zona A (Peñíscola, Castellón), a la cual le corresponde una presión dinámica de 0,42 KN/m²

- Coeficiente de exposición, c_e

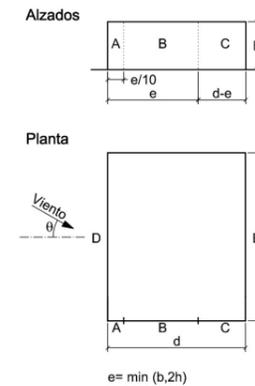
El coeficiente de exposición se obtiene de la tabla 3.4 del DB SE-AE. Según dicha tabla, para una zona próxima al mar y de acuerdo con la altura considerada, el coeficiente $c_e = 2,4$.

- Coeficiente eólico o de presión, c_p

Recurrimos de nuevo al anejo D del DB SE-AE para determinar el coeficiente eólico o de presión. De acuerdo con la modelización de la estructura emplearemos las tablas:

- tabla D.3 Paramentos Verticales, para determinar presión y succión del viento sobre el canto de la cubierta del módulo.

Tabla D.3 Paramentos verticales



A (m ²)	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3

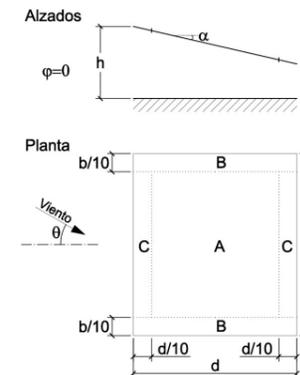
De modo que aplicando la expresión para determinar la presión estática del viento ($q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$), obtenemos:

$$q_{e\text{-presión}} = 0,81 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{e\text{-succión}} = - 0,71 \text{ KN/m}^2$$

- tabla D.10 Marquesina a un agua, para determinar la presión y succión del aire sobre la superficie inferior de la cubierta, ya que se trata de un elemento abierto sin cerramientos verticales:

Tabla D.10 Marquesinas a un agua



Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Coeficientes de presión exterior		
			c _{p,10}		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2

De modo que aplicando la expresión para determinar la presión estática del viento ($q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$), obtenemos:

$$q_{e\text{-C}} = - 1,41 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{e\text{-A}} = - 0,65 \text{ KN/m}^2$$

Tras el cálculo observamos, que los valores obtenidos son muy pequeños e incluso que la carga de viento sobre el forjado tiene un efecto favorable (succión), por lo que se han despreciado dichos valores en los cálculos de comprobación de las vigas realizados manualmente. No obstante, si que se han tenido en cuenta, para las comprobaciones de los pilares, así como en todos los cálculos realizados mediante el programa Architrave.

En el elemento de plataforma de laboratorios no actúa el viento. Se trata de un elemento en el interior sin estar expuesto al viento.

Acciones variables de Nieve

De acuerdo con lo expuesto en el punto 3.5 del DB SE-AE, la acción e la nieve se considera como una carga vertical por unidad de superficie en proyección horizontal, de acuerdo a la siguiente expresión: $q_n = \mu \cdot S_k$

La carga de nieve sobre un terreno horizontal S_k para una población como Peñíscola, que no es capital de provincia y no aparece en la Tabla 3.7 del DB SE-AE se obtiene del Anejo E del DB SE-AE:

Como valor de carga de nieve en un terreno horizontal, S_k , puede tomarse de la tabla E.2 función de la altitud del emplazamiento o término municipal → Peñíscola: 0 m, y de la zona climática del mapa de la figura E.2 → Peñíscola (Castellón): zona 5, de forma que resulta un valor para $S_k = 0,2 \text{ KN/m}^2$.

El coeficiente de forma μ , se obtiene de acuerdo al apartado 3.5.3, resultando para el caso de cubiertas planas un valor $\mu = 1$.

Por lo que la sobrecarga de nieve a considerar en las cubiertas de esta estructura es de $q_n = 0,2 \text{ KN/m}^2$. Dado el valor de esta carga y la latitud y cercanía al mar del proyecto, no se considera esta acción sobre la estructura.

En resumen, las cargas variables que actúan sobre los distintos elementos son:

Acciones variables	Carga superficial KN/m^2
Uso	
- Cubierta de módulo	0,4
- Plataforma de laboratorios	2
Viento	
- sobre canto cubierta:	$q_{e\text{-presión}} = 0,81$ $q_{e\text{-succión}} = - 0,71$
- sobre superficie techo de la cubierta	$q_{e\text{-C}} = - 1,41$ $q_{e\text{-A}} = - 0,65$
Nieve	0,2* Despreciable

ACCIONES SÍSMICAS

Conforme a lo señalado en el apartado 1.2.3. *Criterios de aplicación de la norma* de la Norma sismorresistente NCSE-02, no será obligatoria la aplicación de la misma cuando:

- En construcciones de importancia moderada
- En edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a $0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a $0,08g$.

De acuerdo con el mapa sísmico de la norma sismorresistente, Peñíscola se encuentra en una zona que cuenta con una aceleración sísmica básica $a_b \leq 0,04g$. Por lo que NO será obligada la aplicación de la norma.

No obstante, toda la cimentación estará atada perimetralmente con vigas riostras.

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La verificación de la seguridad, es decir, el procedimiento de dimensionado o comprobación se basa en los Estados Límites.

Según el CTE DB-SE 3.2: "Se denominan estados límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguna de los requisitos estructurales para las que ha sido concebido." Se distinguen dos grupos de ESTADOS LÍMITE:

Estados Límite Últimos (ELU): Verificación de la resistencia y estabilidad.

Son los que de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo:

- pérdida de equilibrio de toda la estructura o de una parte de ella

- deformación excesiva
- rotura de elementos estructurales o sus uniones
- inestabilidad de elementos estructurales

Estados Límite de Servicio (ELS): Verificación de la aptitud al servicio.

Son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento de del edificio o a la apariencia de la construcción:

- deformaciones (flechas, asientos o desplomes)
- vibraciones
- los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

En relación a la verificación de la resistencia y de la estabilidad (Estados Límite Últimos), puesto que vamos a realizar un predimensionado, la combinación de acciones se definirá de acuerdo al siguiente criterio:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

donde: G_k Acción permanente

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_{Q1} Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

γ_{Qi} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento ($i > 1$) para situaciones no sísmicas

Ψ_{p1} Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento ($i > 1$) para situaciones no sísmicas

De la tabla 4.1 del CTE DB-SE Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones obtenemos que el coeficiente de mayoración para las cargas permanentes será de 1,35 y para las cargas variables será de 1,5.

De la Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ) obtenemos $\psi_0 = 0,6$ para el viento, y $\psi_0 = 0,5$ para la nieve, aunque este último no lo vamos a utilizar ya que como se ha indicado anteriormente se considerará despreciable la sobrecarga de nieve.

APLICACIÓN DE ACCIONES

Para los cálculos realizados a mano (pórtico metálico), obtendremos la carga por m^2 que actúa sobre la estructura a partir de la combinación de los valores de cargas permanentes y variables (en los cálculos manuales no se ha tenido en cuenta la carga de viento, por ser de succión y por tanto una acción favorable, además de ser un valor pequeños y por tanto despreciable):

Acciones permanentes: 2 kN/m^2

Acciones variables: $0,4 \text{ kN/m}^2$

De modo que la combinación de acciones será:

$$Q = 1,35 \cdot 2 + 1,50 \cdot 0,4 = 3,3 \text{ KN/m}^2$$

Para el resto de comprobaciones y cálculos se ha empleado el programa de cálculo Achitrave, en el cual están insertados los respectivos coeficientes para realizar los cálculos.

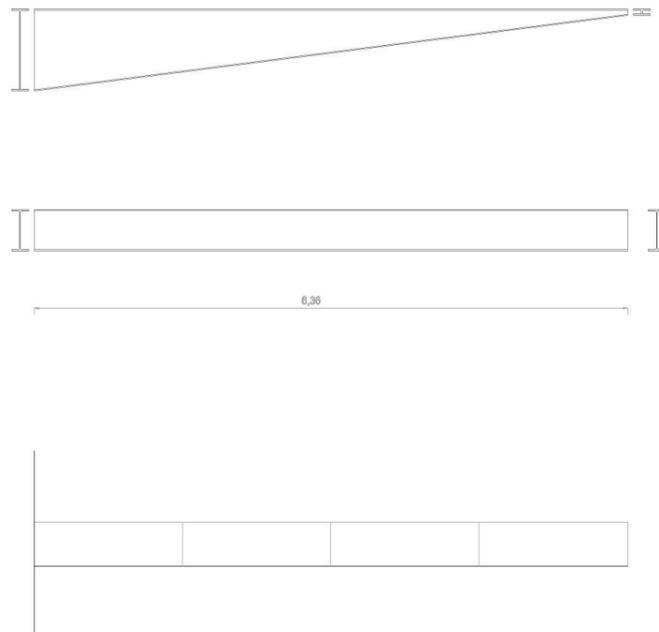
- Área: 8450 mm²
- Inercias: $I_y = 231.300.000 \text{ mm}^4 = 231,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

PREDIMENSIONADO

CUBIERTA DEL MÓDULO (cálculos a mano)

Vigas

Datos: - dimensiones y modelización de la viga

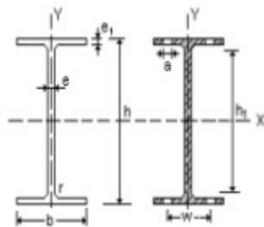


- cargas que actúan sobre la viga

(combinación)

$$Q = 1,35 \cdot 2 + 1,50 \cdot 0,4 = 3,3 \text{ KN/m}^2 \rightarrow x \text{ 1,6m (ámbito) } = 5,28 \text{ KN/m}$$

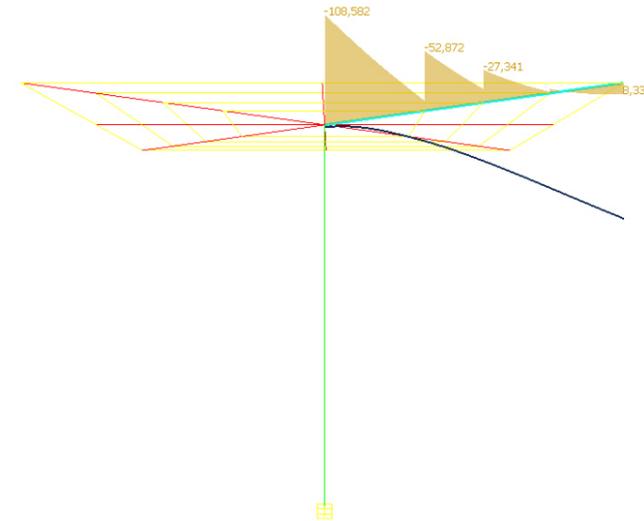
- Propiedades de la Sección: IPE400



Perfil	Dimensiones							Términos de la sección									
	h	b	e	e ₁	r	h ₁	u	A	S _x	I _x	W _x	i _x	I _y	W _y	i _y	I _t	I _a
	m	m	m	m	m	m	mm	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁶
IPE 400	400	180	8,6	13,5	21	331	1470	84,5	654	23130	1160	16,5	1320	146	3,95	48,30	490000

Obtenemos los diagramas de esfuerzos cortantes y momento flector:

$$\cdot \text{apoyo: } M_a = \frac{-qL^2}{2} = -106,8 \text{ KNm}$$



Nótese la discontinuidad generada por las puntuales correspondientes a las correas, y el efecto del zuncho perimetral en el voladizo.

A partir de los datos obtenidos iniciamos las comprobaciones:

1- Comprobación de Flecha, ELS (cargas SIN mayorar)

De acuerdo con el CTE DB SE, apartado 4.3.3.1. Flechas:

- Integridad de los elementos constructivos: L/300
- Apariencia de la obra: L/300

De manera que la flecha máxima deberá ser $\leq L/300$; es decir $f_{\text{máx-cv}} \leq 21,2 \text{ mm}$

Calculando la flecha producida en la viga:

$$\cdot f_{\text{cv}} = 15,70 \text{ mm} \leq f_{\text{máx-cv}} = 21,2 \text{ mm} \quad \square \text{cumple}$$

En el programa de cálculo la flecha es de 20,07mm. Por tanto, cumple.

2- Comprobación Resistencia y Pandeo, ELU (cargas mayoradas)

Resistencia:

a) Momento Flector: Clase sección 1, $M_{\text{Ed}} \leq M_{\text{c,Rd}}$

$$M_{\text{Ed}} = 106,8 \text{ KNm} \leq M_{\text{c,Rd}} = \frac{W_{\text{pl}} \cdot f_y}{\gamma_{\text{mo}}} = 4.992 \text{ KN m} \quad \square \text{cumple}$$

b) Esfuerzo Cortante: $V_{\text{Ed}} \leq V_{\text{pl,Rd}}$

$$V_{\text{Ed}} = 33,58 \text{ kN} \leq V_{\text{pl,Rd}} = \frac{A_v \cdot f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{\text{mo}}} = 645,7 \text{ KN} \quad \square \text{cumple}$$

c) Interacción Momento Flector-Esfuerzo Cortante:

No tendrá que considerarse la interacción entre momento flector y cortante si : $V_{Ed} \leq 0,5 V_{pl,Rd}$

$$V_{Ed} = 33,58 \text{ kN} \leq 0,5 V_{pl,Rd} = 0,5 \cdot 645,7 = 322,85 \quad \square \text{ por lo que no es necesario realizar la comprobación}$$

Pandeo Lateral:

No es necesaria la comprobación ya que las vigas quedan totalmente arriostradas por el zuncho perimetral de borde y las correas.

Abolladura:

En primer lugar suponemos que no existen rigidizadores, por lo que si se cumple la siguiente expresión no será necesario la comprobación de abolladura : $d/t_w \leq 70\epsilon$

$$d/t_w = 400/8,6 = 46,51 \leq 70\epsilon = 64,71 \quad \square \text{ por lo que no será necesario realizar la comprobación de abolladura.}$$

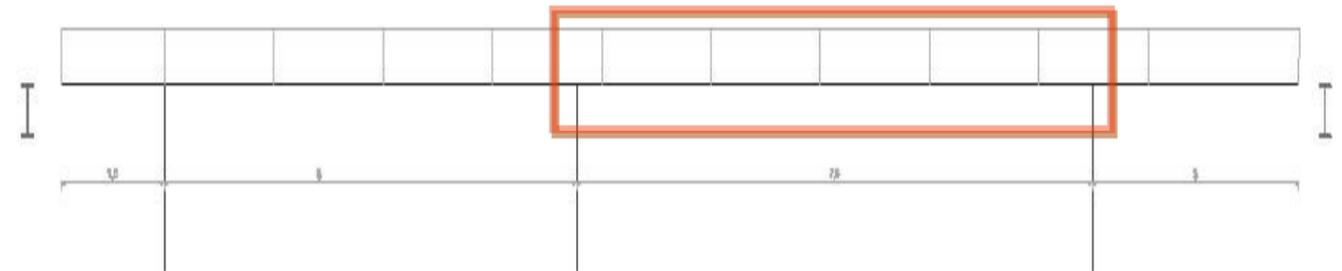
Efectos Locales:

Siempre que se cumpla la siguiente relación, no será necesario rigidizar la viga: $R_{Ed} \leq R_{b,Rd}$

$$R_{Ed} = 33,58 \text{ KN} \leq R_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{m1}} = 1.279,14 \text{ KN} \quad \square \text{ cumple}$$

Vigas de la plataforma de laboratorio.

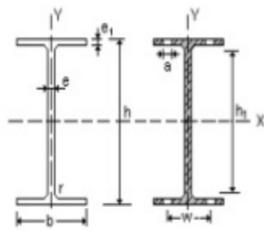
Datos: - dimensiones y modelización de la viga



- cargas que actúan sobre la viga (combinación)

$$Q = 1,35 \cdot 3,55 + 1,50 \cdot 2 = 7,8 \text{ KN/m}^2 \rightarrow \times 3\text{m (ámbito)} = 23,4 \text{ kN/m}$$

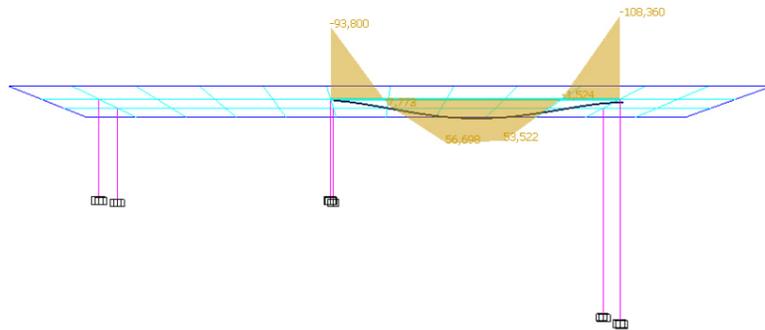
- Propiedades de la Sección: IPE400



Perfil	Dimensiones							Términos de la sección									
	h	b	e	e ₁	r	h ₁	u	A	S _x	I _x	W _x	i _x	I _y	W _y	i _y	I _t	I _a
	m	m	m	m	m	m	mm	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁶
IPE 400	400	180	8,6	13,5	21	331	1470	84,5	654	23130	1160	16,5	1320	146	3,95	48,30	490000

- Área: 8450 mm²
- Inercias: I_y = 231.300.000 mm⁴ = 231,3·10⁶ mm⁴

Obtenemos los diagramas de esfuerzos cortantes y momento flector:



Se considerará viga biapoyada en el cálculo a mano.

· centro de vano: $M = \frac{qL^2}{12} = 43,875 \text{ KN m}$

A partir de los datos obtenidos iniciamos las comprobaciones:

1- Comprobación de Flecha, ELS (cargas SIN mayorar)

De acuerdo con el CTE DB SE, apartado 4.3.3.1. Flechas:

- Integridad de los elementos constructivos: L/300
- Confort de los usuarios: L/350
- Apariencia de la obra: L/300

De manera que la flecha máxima deberá ser $\leq L/350$; es decir $f_{\text{máx-cv}} \leq 21,42 \text{ mm}$

Calculando la flecha producida en la viga:

· $f_{\text{cv}} = 19,8 \text{ mm} \leq f_{\text{máx-cv}} = 21,42 \text{ mm}$ cumple

La flecha que se extrae del programa de cálculo es: 15mm, por tanto, cumple.

2- Comprobación Resistencia y Pandeo, ELU (cargas mayoradas)

Resistencia:

a) Momento Flector: Clase sección 1, $M_{\text{Ed}} \leq M_{\text{c,Rd}}$

$M_{\text{Ed}} = 43,88 \text{ KN m} \leq M_{\text{c,Rd}} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{mo}} = 4.992 \text{ KN m}$ cumple

b) Esfuerzo Cortante: $V_{\text{Ed}} \leq V_{\text{pl,Rd}}$

$V_{\text{Ed}} = 175,5 \text{ kN} \leq V_{\text{pl,Rd}} = \frac{A_v \cdot f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{mo}} = 645,7 \text{ KN}$ cumple

c) Interacción Momento Flector-Esfuerzo Cortante:

No tendrá que considerarse la interacción entre momento flector y cortante si: $V_{\text{Ed}} \leq 0,5 V_{\text{pl,Rd}}$

$V_{\text{Ed}} = 175,5 \leq 0,5 V_{\text{pl,Rd}} = 0,5 \cdot 645,7 = 322,85 \text{ KN}$ por lo que no es necesario realizar la comprobación

Pandeo Lateral:

No es necesaria la comprobación ya que las vigas quedan totalmente arriostradas por las correas y las chapas de acero superiores.

Abolladura:

En primer lugar suponemos que no existen rigidizadores, por lo que si se cumple la siguiente expresión no será necesario la comprobación de abolladura: $d/t_w \leq 70\epsilon$

$d/t_w = 400/8,6 = 46,51 \leq 70\epsilon = 64,71$ por lo que no será necesario realizar la comprobación de abolladura.

Efectos Locales:

Siempre que se cumpla la siguiente relación, no será necesario rigidizar la viga: $R_{\text{Ed}} \leq R_{\text{b,Rd}}$

$R_{\text{Ed}} = 33,58 \text{ KN} > R_{\text{b,Rd}} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{m1}} = 111,44 \text{ KN}$

Soportes

Datos: - dimensiones y modelización del pilar de módulo de cubierta.

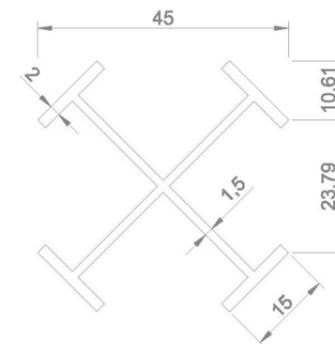
L=6,9m.

- cargas que actúan sobre el pilar (combinación)

$Q_v = 3,3 \times 81 \text{ m}^2 = 267,3 \text{ KN}$

$Q_h =$ Se desprecia la acción horizontal del viento sobre el frente de la cubierta.

- Propiedades de la Sección:



· Área: 25170 mm²

- Inercias: $I_y = 449,05 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
 $I_z = 449,05 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
- Radios: $i_y = 133,5 \text{ mm}$
 $i_z = 133,5 \text{ mm}$

- Esfuerzos axiles, cortantes y momentos flectores de plastificación:
- $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 6,6 \cdot 10^6 \text{ N}$

Obtenemos los diagramas de esfuerzos axiles:



A partir de los datos obtenidos iniciamos las comprobaciones ELU:

Resistencia:

- a) a Compresión simple:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1 \text{ de donde obtenemos } \frac{267,3 \cdot 10^3}{6,6 \cdot 10^6} = 0,04 \leq 1 \quad \text{cumple}$$

Pandeo: esbeltez reducida= 2.

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} \leq 1 \text{ de donde obtenemos } \frac{267,3 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25170 \cdot 275 / 1,05} = 0,2 \leq 1 \quad \text{cumple}$$

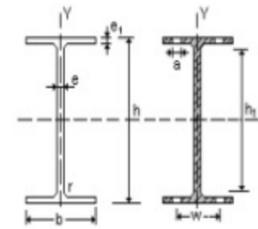
Datos: - dimensiones y modelización del pilar del pórtico de plataforma de laboratorios.

$$L=5,70\text{m.}$$

- cargas que actúan sobre el pilar (combinación)

$$Q_v = 23,4\text{kN/m} \times 6,75\text{m} = 157,95 \text{ KN}$$

- Propiedades de la Sección: IPE300



Perfil	Dimensiones							Términos de la sección									
	h	b	e	e1	r	h1	u	A	Sx	Ix	Wx	ix	Iy	Wy	iy	It	Ia
	m	m	m	m	m	m	mm	cm	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁶
IPE 300	300	150	7,1	10,7	15	249	1160	53,8	314	8360	557	12,5	604	80,5	3,35	20,10	125900

- Área: 5380 mm^2
- Inercias: $I_y = 83,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

- Esfuerzos axiles, cortantes y momentos flectores de plastificación:

$$\cdot N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 1,4 \cdot 10^6 \text{ N}$$

Obtenemos los diagramas de esfuerzos axiles, cortantes y momento flector:



A partir de los datos obtenidos iniciamos las comprobaciones ELU:

Resistencia:

- a) a Compresión simple:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1 \text{ de donde obtenemos } \frac{157,95 \cdot 10^3}{1,4 \cdot 10^6} = 0,11 \leq 1 \quad \text{cumple}$$

Pandeo:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} \leq 1 \text{ de donde obtenemos } \frac{157,95 \cdot 10^3}{0,23 \cdot 5380 \cdot 275 / 1,05} = 0,48 \leq 1 \text{ cumple}$$

PROTECCIÓN FRENTE AL FUEGO

Debido a que todos los elementos del forjado tienen la misma sollicitación frente a carga térmica realizaremos la comprobación de aquel con mayor sollicitación estructural. La viga que soporta la plataforma y que hemos dimensionado anteriormente.

Para empezar la comprobación necesitamos conocer el coeficiente de sobredimensionado (m) definido en el apartado 6 del DB-SI. Dicho coeficiente se define como:

$$m = E/R$$

En nuestro caso obtenemos el dato del programa de cálculo, teniendo este un valor de 0,72.

Peritar Viga 16.2.4 (Barras: 67, 68)

Prontuario
 Perfil: IPE
 Dimensión: 400
 Material: Tipo Acero: S275
 Fyk: 275.000 Fu: 410.000

Propiedades de la sección
 Área (cm²): 84,50
 Ix (cm⁴): 48,30
 Iy (cm⁴): 1.320,00
 Iz (cm⁴): 23.130,00
 Longitud Total Viga: Longitud (m): 3,00

Pórtico de vigas
 Nombre del pórtico: 16.2
 Nº de vigas: 4
 Viga actual: 16.2.4

Resistencia
 ELU desfavorable: 1
 Ten. Von Misses (N/mm²): 95,86
Resistencia CTE: 0,35

Pandeo
 ELUs desfavorables: 1
 Beta Pandeo Y: 0,63
 Beta Pandeo Z: 0,62
 Chi Y:
 Chi Z:
Pandeo CTE: 0,00

Flecha Voladizo (final viga)
 Flecha activa (cm): 0,161
Flecha activa CTE: 0,220
 Flecha instantánea (cm): 0,143
Flecha instant. CTE: Infinito
 Flecha total (cm): 0,305
Flecha total CTE: 0,300

Flecha activa/L: 1/ 1.859
 Límite F. activa: 1/ 400
 Flecha instant/L: 1/ 0
 Lím. F. instant: 1/ 350
 Flecha total/L: 1/ 984
 Límite F. total: 1/ 300
 ELS desfavorable: 3

Cumple normativa

Modifique el perfil o el tipo de material hasta que los factores de resistencia, pandeo y flechas sean menores que 1,00. En todo caso, se recomienda recalcular y redimensionar el modelo con los cambios realizados.

Además necesitamos el factor de forma A_m/V :

A_m – Superficie expuesta al fuego

V - Volumen del elemento por unidad de longitud

Para elementos de sección constante, A_m/V es igual al cociente entre el perímetro expuesto y el área de sección.

$$\text{Perímetro expuesto} = 2 \cdot [2 \cdot (18000 + 400)] + 2 \cdot (18000 + 180) = 109960 \text{ mm}$$

$$\text{Área de sección IPE-400} = 8450 \text{ mm}^2$$

$$A_m/V = 109960 \text{ mm} / 8450 \text{ mm}^2 = 13,01$$

Una vez tenemos estos datos entramos en la tabla D.1 con tiempo R-90 y obtenemos el coeficiente de protección. En este caso con un valor de 0,05.

Este factor de protección nos determina el espesor del material a utilizar como recubrimiento de la estructura metálica para protegerla de los efectos del incendio. En este caso y tras consultar con el fabricante del material consideramos que la solución más adecuada es recubrirlo con una pintura intumescente bicomponente que forme una capa de 800 mm.

Esta pintura bajo la acción del calor desarrolla, debido a reacciones químicas, una espuma aislante de muy baja conductividad térmica protegiendo al soporte de la acción del fuego y de la propagación.

Se adjunta ficha del producto empleado para proteger.

DESCRIPCIÓN:

Pintura intumescente de alto espesor que bajo la acción del calor desarrolla, debido a reacciones químicas, una espuma aislante de muy baja conductividad térmica protegiendo al soporte de la acción del fuego y de la propagación.

PROPIEDADES

- Facilidad de aplicación.
- Sin límite de repintado.
- Rápido secado y repintado.
- Uso interior o exterior si se recubre con Acquatex u otro esmalte recomendado.

USOS

Protección contra el fuego de estructuras de acero.

HOMOLOGACIONES Y CERTIFICADOS

Estabilidad al fuego: El sistema FOGOTEC está certificado para pilares y vigas según Norma UNE ENV 13381-4:2005.

DATOS TÉCNICOS

Acabado	Mate
Color	Blanco
Superficie	Acero Imprimado
Componentes	1
Curado	Por evaporación de disolventes
Sólidos en volumen	72%
Película seca por capa	250 – 800 µm (a)
Compuestos Orgánicos volátiles (COV). Valor límite de la EU para este producto (cat. A1): 600 g/l (2007), 500 g/l (2010)	Este producto contiene como máx. 390 g/l COV. c)
Rendimiento teórico	0,900 m ² /l para 800 µm secas
Rendimiento Práctico	Se deben considerar las pérdidas por aplicación, irregularidades en la superficie, etc.
Tiempo de secado y repintado 23°C: Espesor (µm) 300	Al tacto: 45 minutos. Total: 4 horas. Repintado: 4 horas.
Tiempo de secado y repintado 23°C: Espesor (µm) 800	Al tacto: 60 minutos Total: 24 horas Repintado: 24 horas
Secado	El secado depende de la temperatura y espesor de la película
Peso específico	1,32 ± 0,02
Diluyente	Disolvente universal
Envasado	Envases de 20 kg
Almacenamiento	1 año, almacenado en interiores, en envase original y sin abrir de 5 a 40°C.

El espesor de película seca máximo por capa depende del método de aplicación:

- Espeor (µm):
- Airless: 800
 - Brocha: 400
 - Rodillo: 250

El espesor de película seco recomendado depende de la masividad de los perfiles a proteger y de la Estabilidad al Fuego requerida. Para establecer el espesor de película seca para la Estabilidad al Fuego requerida, es necesario en primer lugar calcular los valores de HP/A. El espesor de película seca es determinado a partir de las tablas de resultados oficiales de Estabilidad al Fuego.

NORMAS DE APLICACIÓN

SISTEMAS RECOMENDADOS:

Imprimaciones:

Imprimación epoxídica de 2 componentes.

Capas de acabado:

Acquatex u otro esmalte recomendado con clasificación al fuego Bs1d0, siempre que se pretenda proteger la pintura intumescente de la humedad e intemperie.

OBSERVACIONES:

Al aplicar FOGOTEC en intemperie deben tomarse las debidas precauciones para que no se mojen las superficies pintadas antes de estar protegidas con la capa o capas de acabado final.

CONDICIONES DE APLICACIÓN:

- Temperatura °C: 5-45
- Humedad relativa: %: 0-85
- La temperatura de la superficie deberá estar como mínimo 3°C por encima del punto de rocío.

APLICACIÓN

Pistola convencional:

Orificio boquilla Pulgadas: 0,086 - 0,125
Presión Aire kg/cm² :3,1 - 5,3
Presión Pintura kg/cm² :2,0 - 2,5
Dilución %: 0 - 10

Airless:

Orificio Boquilla Pulgadas: 0,027 - 0,031
Ángulo de abanico debe ser adaptado a la sección del perfil a pintar
Relación de compresión: 66:1
Presión de trabajo kg/cm²: 160 - 180
Dilución %: 0 - 10

Brocha:

Dilución %: 0 – 10

Rodillo:

Dilución %: 5 – 10

ELIMINACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

Tomar todas las medidas que sean necesarias para evitar al máximo la producción de residuos. Analizar posibles métodos de revalorización o reciclado. No verter en desagües o en el medio ambiente. Elimínese en un punto autorizado de recogida de residuos. Los residuos deben manipularse y eliminarse de acuerdo con las legislaciones local/nacional vigentes. Los envases vacíos y embalajes deben eliminarse de acuerdo con las legislaciones vigentes. La neutralización o destrucción del producto ha de realizarse mediante incineración controlada en plantas especiales de residuos químicos, pero de acuerdo con las reglamentaciones locales.

SEGURIDAD

En general, evite el contacto con los ojos y la piel, utilice guantes, gafas de protección y vestuario adecuado. Mantener fuera del alcance de los niños. Utilizar solamente en lugares bien ventilados. No verter los residuos por el desagüe. Conserve el envase bien cerrado y en envase apropiado. Asegure el transporte adecuado al producto, prevenga cualquier accidente o incidente que pudiera ocurrir durante el transporte, normalmente la ruptura o deterioro del envase. Mantenga el envase en lugar seguro y en posición correcta. No utilice ni almacene el producto en condiciones extremas de temperatura. Deberá tener siempre en cuenta la legislación en vigor relativa a Ambiente, Higiene, Salud y Seguridad en el trabajo. Para más información es fundamental la lectura de la etiqueta del envase y de la Ficha de Seguridad.

IMPORTANTE

Es aconsejable verificar periódicamente el estado de actualización de esta Ficha Técnica. Pinturas Isaval asegura la conformidad de sus productos con las especificaciones constantes de las respectivas fichas técnicas. Los consejos técnicos dados por Pinturas Isaval, antes o después de la entrega de los productos, son meramente indicativos, dados de buena fe y que constituyen su mejor conocimiento atendiendo al estado actual de la técnica, no pudiendo en caso alguno, hacer responsable a Pinturas Isaval. Sólo serán aceptadas las reclamaciones relativas a defectos de fabricación o los pedidos no conformes con el pedido. La única obligación que incumbe a Pinturas Isaval será, respectivamente, la sustitución o la devolución del precio ya pagado de la mercancía reconocida como defectuosa o de la reposición del pedido, no aceptando otras responsabilidades por cualquier pérdida o daño. Todas nuestras ventas están sujetas a nuestras condiciones de venta, cuya lectura aconsejamos.

DOCUMENTO BÁSICO. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO.

Sección SUA1

Compartimentación en sectores de incendio

1 Los edificios se deben compartimentar en *sectores de incendio* según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los *sectores de incendio* pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.

2 A efectos del cómputo de la superficie de un *sector de incendio*, se considera que los locales de riesgo especial, las *escaleras y pasillos protegidos*, los *vestíbulos de independencia* y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

3 La *resistencia al fuego* de los elementos separadores de los *sectores de incendio* debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el *tiempo equivalente de exposición al fuego* para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la *resistencia al fuego* que deben aportar los elementos separadores de los *sectores de incendio*.

4 Las escaleras y los ascensores que comuniquen *sectores de incendio* diferentes o bien zonas de riesgo especial con el resto del edificio estarán compartimentados conforme a lo que se establece en el punto 3 anterior. Los ascensores dispondrán en cada acceso, o bien de puertas E 30(*) o bien de un *vestíbulo de independencia* con una puerta EI2 30-C5, excepto en zonas de riesgo especial o de *uso Aparcamiento*, en las que se debe disponer siempre el citado *vestíbulo*. Cuando, considerando dos sectores, el más bajo sea un *sector de riesgo mínimo*, o bien si no lo es se opte por disponer en él tanto una puerta EI2 30-C5 de acceso al *vestíbulo de independencia* del ascensor, como una puerta E 30 de acceso al ascensor, en el sector más alto no se precisa ninguna de dichas medidas.

Tabla 1.1 Condiciones de compartimentación en sectores de incendio

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
En general	<ul style="list-style-type: none"> - Todo <i>establecimiento</i> debe constituir sector de incendio diferenciado del resto del edificio excepto, en edificios cuyo uso principal sea <i>Residencial Vivienda</i>, los establecimientos cuya superficie construida no exceda de 500 m² y cuyo uso sea <i>Docente, Administrativo o Residencial Público</i>. - Toda zona cuyo <i>uso previsto</i> sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del <i>establecimiento</i> en el que esté integrada debe constituir un <i>sector de incendio</i> diferente cuando supere los siguientes límites: <ul style="list-style-type: none"> Zona de <i>uso Residencial Vivienda</i>, en todo caso. Zona de alojamiento⁽¹⁾ o de <i>uso Administrativo, Comercial o Docente</i> cuya superficie construida exceda de 500 m². Zona de <i>uso Pública Concurrencia</i> cuya ocupación exceda de 500 personas. Zona de <i>uso Aparcamiento</i> cuya superficie construida exceda de 100 m² ⁽²⁾. - Cualquier comunicación con zonas de otro uso se debe hacer a través de <i>vestíbulos de independencia</i>. - Un espacio diáfano puede constituir un único <i>sector de incendio</i> que supere los límites de superficie construida que se establecen, siempre que al menos el 90% de ésta se desarrolle en una planta, sus salidas comuniquen directamente con el espacio libre exterior, al menos el 75% de su perímetro sea fachada y no exista sobre dicho

⁽¹⁾ Determinado conforme a la norma UNE-EN 81-58:2004 "Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Exámenes y ensayos – Parte 58: Ensayo de resistencia al fuego de las puertas de piso".

El tipo de edificio objeto de este proyecto se considera de uso administrativo. La única condición específica para este uso es que la superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de 2.500 m².

>En este caso, el complejo se divide en 3 edificios, cada uno de ellos se considera un sector. La nave de ensayos con el volumen de biblioteca y administración, se consideran de uso Administración. Mientras que la cafetería dará servicio a un uso previsto de pública concurrencia.

S1- Nave de ensayos+taller+almacén 1584m² < 2500m².

S3- Biblioteca y administración. 458m² < 2500m².

S2- Cafetería. 124m².

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio ⁽¹⁾⁽²⁾

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁶⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI2 t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un <i>vestíbulo de independencia</i> y de dos puertas.			

⁽¹⁾ Considerando la acción del fuego en el interior del sector, excepto en el caso de los sectores de riesgo mínimo, en los que únicamente es preciso considerarla desde el exterior del mismo. Un elemento delimitador de un sector de incendios puede precisar una resistencia al fuego diferente al considerar la acción del fuego por la cara opuesta, según cual sea la función del elemento por dicha cara: compartimentar una zona de riesgo especial, una escalera protegida, etc.

⁽²⁾ Como alternativa puede adoptarse el tiempo equivalente de exposición al fuego, determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo SI B.

⁽³⁾ Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia el capítulo 2 de la Sección SI 2, en las que dicha resistencia debe ser REI.

⁽⁴⁾ La resistencia al fuego del suelo es función del uso al que esté destinada la zona existente en la planta inferior. Véase apartado 3 de la Sección SI 6 de este DB.

⁽⁶⁾ EI 180 si la altura de evacuación del edificio es mayor que 28 m.

⁽⁶⁾ Resistencia al fuego exigible a las paredes que separan al aparcamiento de zonas de otro uso. En relación con el forjado de separación, ver nota (3).

⁽⁷⁾ EI 180 si es un aparcamiento robotizado.

>Para el S1 y S2, habrá que considerar una EI 60, mientras que para el S3, la resistencia será EI90.

2 Locales y zonas de riesgo especial

1 Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.

2 Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con las de compartimentación establecidas en este DB.

A los efectos de este DB se excluyen los equipos situados en las cubiertas de los edificios, aunque estén protegidos mediante elementos de cobertura.

Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios

Uso previsto del edificio o establecimiento - Uso del local o zona	Tamaño del local o zona S = superficie construida V = volumen construido		
	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
En cualquier edificio o establecimiento:			
- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. e.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.) archivos de documentos, depósitos de libros, etc.	100<V≤200 m ³	200<V≤400 m ³	V>400 m ³
- Almacén de residuos	5<S≤15 m ²	15<S≤30 m ²	S>30 m ²
- Aparcamiento de vehículos de una vivienda unifamiliar o cuya superficie S no exceda de 100 m ²	En todo caso		
- Cocinas según potencia instalada P ⁽¹⁾⁽²⁾	20<P≤30 kW	30<P≤50 kW	P>50 kW
- Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos ⁽³⁾	20<S≤100 m ²	100<S≤200 m ²	S>200 m ²
- Salas de calderas con potencia útil nominal P	70<P≤200 kW	200<P≤600 kW	P>600 kW
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización (según Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, RITE, aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio, BOE 2007/08/29)	En todo caso		
- Salas de maquinaria frigorífica: refrigerante amoníaco refrigerante halogenado	P≤400 kW S≤3 m ²	En todo caso P>400 kW S>3 m ²	
- Almacén de combustible sólido para calefacción	En todo caso		
- Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución	En todo caso		
- Centro de transformación	En todo caso		
- aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300°C	En todo caso		
- aparatos con aislamiento dieléctrico con punto de inflamación que no exceda de 300°C y potencia instalada P:			
total	P≤2 520 kVA	2520<P≤4000 kVA	P>4 000 kVA
en cada transformador	P≤630 kVA	630<P≤1000 kVA	P>1 000 kVA
- Sala de maquinaria de ascensores	En todo caso		
- Sala de grupo electrógeno	En todo caso		
Administrativo			
- Imprenta, reprografía y locales anejos, tales como almacenes de papel o de publicaciones, encuadernado, etc.	100<V≤200 m ³	200<V≤500 m ³	V>500 m ³
Pública concurrencia			
- Taller o almacén de decorados, de vestuario, etc.		100<V≤200 m ³	V>200 m ³

3

Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

1 La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma *resistencia al fuego*, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para *mantenimiento*.

2 Se limita a tres plantas y a 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea B-s3,d2, BL-s3,d2 ó mejor.

3 La *resistencia al fuego* requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm². Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:

a) Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una *resistencia al fuego* al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t (i) (o) siendo t el tiempo de *resistencia al fuego* requerida al elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.

b) Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t (i) (o) siendo t el tiempo de *resistencia al fuego* requerida al elemento de compartimentación atravesado.

4 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

1 Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de *reacción al fuego* que se establecen en la tabla 4.1.

2 Las condiciones de *reacción al fuego* de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan en su reglamentación específica.

Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

Situación del elemento	Revestimientos ⁽¹⁾	
	De techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾	De suelos ⁽²⁾
Zonas ocupables ⁽⁴⁾	C-s2,d0	E _{FL}
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	C _{FL} -s1

SI1-6

3 Los cerramientos formados por elementos textiles, tales como carpas, serán clase M2 conforme a UNE 23727:1990 "Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción".

4 En los edificios y *establecimientos* de uso Pública Concurrencia, los elementos decorativos y de mobiliario cumplirán las siguientes condiciones:

a) Butacas y asientos fijos tapizados que formen parte del proyecto en cines, teatros, auditorios, salones de actos, etc.:

Pasan el ensayo según las normas siguientes:

- UNE-EN 1021-1:2006 "Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado - Parte 1: fuente de ignición: cigarrillo en combustión".

- UNE-EN 1021-2:2006 "Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado - Parte 2: fuente de ignición: llama equivalente a una cerilla".

b) Elementos textiles suspendidos, como telones, cortinas, cortinajes, etc.:

Clase 1 conforme a la norma UNE-EN 13773: 2003 "Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y cortinajes. Esquema de clasificación".

Sección SI 2

Propagación exterior

1 Medianerías y fachadas

1 Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.

2 Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos *sectores de incendio*, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una *escalera protegida o pasillo protegido* desde otras zonas, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia d en proyección horizontal que se indica a continuación, como mínimo, en función del ángulo α formado por los planos exteriores de dichas fachadas (véase figura 1.1). Para valores intermedios del ángulo α , la distancia d puede obtenerse por interpolación lineal. Cuando se trate de edificios diferentes y colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado que no sean al menos EI 60 cumplirán el 50% de la distancia d hasta la bisectriz del ángulo formado por ambas fachadas.

>En este proyecto, no existen edificios colindantes.

α	0° ⁽¹⁾	45°	60°	90°	135°	180°
d (m)	3,00	2,75	2,50	2,00	1,25	0,50

⁽¹⁾ Refleja el caso de fachadas enfrentadas paralelas

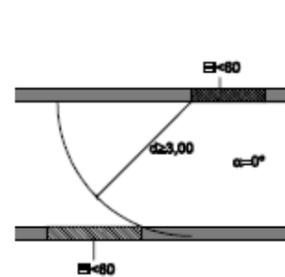


Figura 1.1. Fachadas enfrentadas

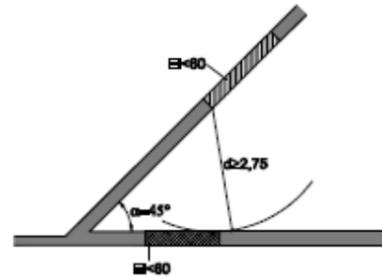


Figura 1.2. Fachadas a 45°

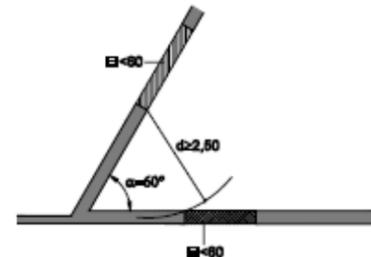


Figura 1.3. Fachadas a 60°

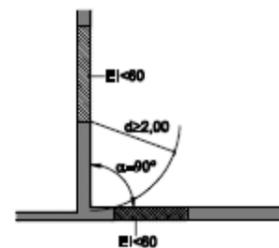


Figura 1.4. Fachadas a 90°

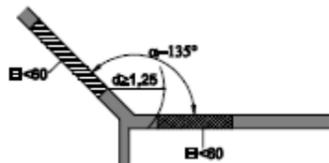


Figura 1.5. Fachadas a 135°

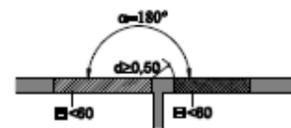


Figura 1.6. Fachadas a 180°

3 Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos *sectores de incendio*, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una *escalera protegida* o hacia un *pasillo protegido* desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos

EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada (véase figura 1.7). En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente (véase figura 1.8).

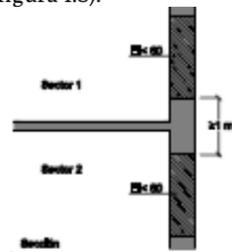


Figura 1.7 Encuentro forjado-fachada

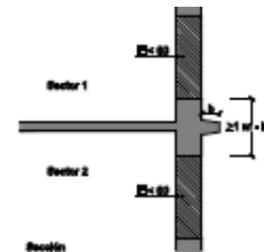


Figura 1.8 Encuentro forjado-fachada con saliente

4 La clase de *reacción al fuego* de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3,d2 hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre

su arranque.

2 Cubiertas

1 Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una *resistencia al fuego* REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un *sector de incendio* o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.

2 En el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes, la altura h sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 será la que se indica a continuación, en función de la distancia d de la fachada, en proyección horizontal, a la que esté cualquier zona de la cubierta cuya resistencia al fuego tampoco alcance dicho valor.

d (m)	≥2,50	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0
h (m)	0	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00

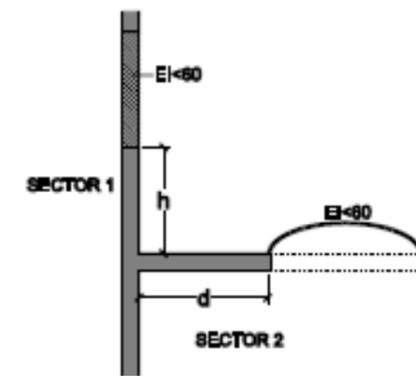


Figura 2.1 Encuentro cubierta-fachada

3 Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las zonas de cubierta situadas a menos de 5 m de distancia de la proyección vertical de cualquier zona de fachada, del mismo o de otro edificio, cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60, incluida la cara superior de los voladizos cuyo saliente exceda de 1 m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación o ventilación, deben pertenecer a la clase de *reacción al fuego* BROOF (t1).

Sección SI 3

Evacuación de ocupantes

1 Compatibilidad de los elementos de evacuación

1 Los *establecimientos de uso Comercial* o *Pública Concurrencia* de cualquier superficie y los de *uso Docente, Hospitalario, Residencial Público o Administrativo* cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m², si están integrados en un edificio cuyo *uso previsto* principal sea distinto del suyo, deben cumplir las siguientes condiciones:

a) sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el *espacio exterior seguro* estarán situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste de igual forma que deba estarlo el *establecimiento* en cuestión, según lo establecido en el capítulo 1 de la Sección 1 de este DB. No obstante, dichos elementos podrán servir como *salida de emergencia* de otras zonas del edificio,

b) sus *salidas de emergencia* podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un *vestíbulo de independencia*, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.

2 Como excepción, los *establecimientos de uso Pública Concurrencia* cuya superficie construida total no exceda de 500 m² y estén integrados en centros comerciales podrán tener salidas de uso habitual o *salidas de emergencia* a las zonas comunes de circulación del centro. Cuando su superficie sea

mayor que la indicada, al menos las *salidas de emergencia* serán independientes respecto de dichas zonas comunes.

2 Cálculo de la ocupación

1 Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la *superficie útil* de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como puede ser en el caso de establecimientos hoteleros, docentes, hospitales, etc. En aquellos *recintos* o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

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

Tabla 2.1. Densidades de ocupación ⁽¹⁾

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. Aseos de planta	Ocupación nula 3
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas Vestíbulos generales y zonas de uso público	10 2
Pública concurrencia	Zonas destinadas a espectadores sentados: con asientos definidos en el proyecto sin asientos definidos en el proyecto Zonas de espectadores de pie Zonas de público en discotecas Zonas de público de pie, en bares, cafeterías, etc. Zonas de público en gimnasios: con aparatos sin aparatos Piscinas públicas zonas de baño (superficie de los vasos de las piscinas) zonas de estancia de público en piscinas descubiertas vestuarios Salones de uso múltiple en edificios para congresos, hoteles, etc. Zonas de público en restaurantes de "comida rápida", (p. ej: hamburgueserías, pizzerías...) Zonas de público sentado en bares, cafeterías, restaurantes, etc. Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y exposiciones, etc. Vestíbulos generales, zonas de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión Zonas de público en terminales de transporte Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc.	1pers/asiento 0,5 0,25 0,5 1 5 1,5 2 4 3 1 1,2 1,5 2 2 2 10 10

>Por consiguiente, la ocupación de cada zona será:

S1- 1584/2= 775 personas

S2- 458/2=229 personas

S2- 124/10=13 personas

3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

1 En la tabla 3.1 se indica el número de salidas que debe haber en cada caso, como mínimo, así como la longitud de los *recorridos de evacuación* hasta ellas.

Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación ⁽¹⁾

Número de salidas existentes	Condiciones
Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente	No se admite en uso Hospitalario, en las plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo, así como en salas o unidades para pacientes hospitalizados cuya superficie construida exceda de 90 m ² . La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación: - 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de salida de un edificio de viviendas; - 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una salida de planta deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente; - 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria. La longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación: - 35 m en uso Aparcamiento; - 50 m si se trata de una planta, incluso de uso Aparcamiento, que tiene una salida directa al espacio exterior seguro y la ocupación no excede de 25 personas, o bien de un espacio al aire libre en el que el riesgo de incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. La altura de evacuación descendente de la planta considerada no excede de 28 m, excepto en uso Residencial Público, en cuyo caso es, como máximo, la segunda planta por encima de la de salida de edificio ⁽²⁾ , o de 10 m cuando la evacuación sea ascendente.

4 Dimensionado de los medios de evacuación

4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes

1 Cuando en una zona, en un *recinto*, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, considerando también como tales los puntos de paso obligado, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

2 A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las *escaleras protegidas, de las especialmente protegidas* o de las compartimentadas como los sectores de incendio, existentes. En cambio, cuando deban existir varias escaleras y estas sean no protegidas y no compartimentadas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

3 En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la *salida de planta* que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en 160 A personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que 160A.

4.2 Cálculo

1 El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la

Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200$ ⁽¹⁾ $\geq 0,80$ m ⁽²⁾ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,80 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00$ m ⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁶⁾
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160$ ⁽⁹⁾
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)$ ⁽⁹⁾
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_S$ ⁽⁹⁾
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A$ ⁽⁹⁾
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600$ ⁽¹⁰⁾
Escaleras	$A \geq P / 480$ ⁽¹⁰⁾

tabla 4.1.

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

Anchura de la escalera en m	Escalera no protegida		Escalera protegida (evacuación descendente o ascendente) ⁽¹⁾					
	Evacuación ascendente ⁽²⁾	Evacuación descendente	Nº de plantas					
			2	4	6	8	10	cada planta más
1,00	132	180	224	288	352	416	480	+32
1,10	145	178	248	320	392	464	536	+36
1,20	158	192	274	356	438	520	602	+41
1,30	171	208	302	396	490	584	678	+47
1,40	184	224	328	432	536	640	744	+52
1,50	198	240	356	472	588	704	820	+58
1,60	211	256	384	512	640	768	896	+64
1,70	224	272	414	556	698	840	982	+71
1,80	237	288	442	596	750	904	1058	+77
1,90	250	304	472	640	808	976	1144	+84
2,00	264	320	504	688	872	1056	1240	+92
2,10	277	336	534	732	930	1128	1326	+99
2,20	290	352	566	780	994	1208	1422	+107
2,30	303	368	598	828	1058	1288	1518	+115
2,40	316	384	630	876	1122	1368	1614	+123

Número de ocupantes que pueden utilizar la escalera

- ⁽¹⁾ La capacidad que se indica es válida para escaleras de doble tramo, cuya anchura sea constante en todas las plantas y cuyas dimensiones de rellanos y de mesetas intermedias sean las estrictamente necesarias en función de dicha anchura. Para otras configuraciones debe aplicarse la fórmula de la tabla 4.1, determinando para ello la superficie S de la escalera considerada.
- ⁽²⁾ Según se indica en la tabla 5.1, las escaleras no protegidas para una evacuación ascendente de más de 2,80 m no pueden servir a más de 100 personas.

- A = Anchura del elemento, [m]
 A_s = Anchura de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio, [m]
 h = Altura de evacuación ascendente, [m]
 P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.
 E = Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las plantas situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable;
 S = Superficie útil del recinto, o bien de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas, incluyendo la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias o bien del pasillo protegido.

- ⁽¹⁾ La anchura de cálculo de una puerta de salida del recinto de una escalera protegida a planta de salida del edificio debe ser al menos igual al 80% de la anchura de cálculo de la escalera.
- ⁽²⁾ En uso hospitalario A ≥ 1,05 m, incluso en puertas de habitación.
- ⁽³⁾ En uso hospitalario A ≥ 2,20 m (≥ 2,10 m en el paso a través de puertas).
- ⁽⁴⁾ En establecimientos de uso Comercial, la anchura mínima de los pasillos situados en áreas de venta es la siguiente:
- Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada excede de 400 m²:
 - si está previsto el uso de carros para transporte de productos:
 - entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: A ≥ 4,00 m.
 - en otros pasillos: A ≥ 1,80 m.
 - si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: A ≥ 1,40 m.
 - Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada no excede de 400 m²:
 - si está previsto el uso de carros para transporte de productos:
 - entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: A ≥ 3,00 m.
 - en otros pasillos: A ≥ 1,40 m.
 - si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: A ≥ 1,20 m.
- ⁽⁵⁾ La anchura mínima es 0,80 m en pasillos previstos para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales.
- ⁽⁶⁾ Anchura determinada por las proyecciones verticales más próximas de dos filas consecutivas, incluidas las mesas, tableros u otros elementos auxiliares que puedan existir. Los asientos abatibles que se coloquen automáticamente en posición elevada pueden considerarse en dicha posición.
- ⁽⁷⁾ No se limita el número de asientos, pero queda condicionado por la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida del recinto.
- ⁽⁸⁾ Incluso pasillos escalonados de acceso a localidades en anfiteatros, graderíos y tribunas de recintos cerrados, tales como cines, teatros, auditorios, pabellones polideportivos etc.
- ⁽⁹⁾ La anchura mínima es la que se establece en DB SUA 1-4.2.2, tabla 4.1.
- ⁽¹⁰⁾ Cuando la evacuación de estas zonas conduzca a espacios interiores, los elementos de evacuación en dichos espacios se dimensionarán como elementos interiores, excepto cuando sean escaleras o pasillos protegidos que únicamente sirvan a la evacuación de las zonas al aire libre y conduzcan directamente a salidas de edificio, o bien cuando transcurran por un espacio con una seguridad equivalente a la de un sector de riesgo mínimo (p. ej. estadios deportivos) en cuyo caso se puede mantener el dimensionamiento aplicado en las zonas al aire libre.

5 Protección de las escaleras

1 En la tabla 5.1 se indican las condiciones de protección que deben cumplir las escaleras previstas para evacuación.

Tabla 5.1. Protección de las escaleras

Uso previsto ⁽¹⁾	Condiciones según tipo de protección de la escalera		
	No protegida	Protegida ⁽²⁾	Especialmente protegida
Escaleras para evacuación descendente			
Residencial Vivienda	h ≤ 14 m	h ≤ 28 m	
Administrativo, Docente,	h ≤ 14 m	h ≤ 28 m	
Comercial, Pública Concu- rencia	h ≤ 10 m	h ≤ 20 m	
Residencial Público	Baja más una	h ≤ 28 m ⁽³⁾	Se admite en todo caso
Hospitalario			
zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo	No se admite	h ≤ 14 m	
otras zonas	h ≤ 10 m	h ≤ 20 m	
Aparcamiento	No se admite	No se admite	
Escaleras para evacuación ascendente			
Uso Aparcamiento	No se admite	No se admite	
Otro uso:	h ≤ 2,80 m	Se admite en todo caso	Se admite en todo caso
	2,80 < h ≤ 6,00 m	P ≤ 100 personas	Se admite en todo caso
	h > 6,00 m	No se admite	Se admite en todo caso

⁽¹⁾ Las escaleras para evacuación descendente y las escaleras para evacuación ascendente cumplirán en todas sus plantas respectivas las condiciones más restrictivas de las correspondientes a los usos de los sectores de incendio con los que comuniquen en dichas plantas. Cuando un establecimiento contenido en un edificio de uso Residencial Vivienda no precise constituir sector de incendio conforme al capítulo 1 de la Sección 1 de este DB, las condiciones exigibles a las escaleras comunes son las correspondientes a dicho uso.

⁽²⁾ Las escaleras que comuniquen sectores de incendio diferentes pero cuya altura de evacuación no exceda de la admitida para las escaleras no protegidas, no precisan cumplir las condiciones de las escaleras protegidas, sino únicamente estar compartimentadas de tal forma que a través de ellas se mantenga la compartimentación exigible entre sectores de incendio, siendo admisible la opción de incorporar el ámbito de la propia escalera a uno de los sectores a los que sirve.

⁽³⁾ Cuando se trate de un establecimiento con menos de 20 plazas de alojamiento se podrá optar por instalar un sistema de detección y alarma como medida alternativa a la exigencia de escalera protegida.

>En el caso que nos incumbe, la escalera existente es de evacuación ascendente, la que conecta los vestuarios, con planta baja. Esta escalera salva una altura mayor que 2,80m, pero menor que 6m. y además las personas a evacuar son menor que 100, ya que solo se trata de las 28 personas de ocupación correspondiente a los vestuarios. Por tanto, la escalera podrá ser No Protegida.

6 Puertas situadas en recorridos de evacuación

1 Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual prevenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. Las anteriores condiciones no son aplicables cuando se trate de puertas automáticas.

2 Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como en caso contrario, cuando se trate de puertas con apertura en el sentido de la evacuación conforme al punto 3 siguiente, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:

3 Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

- prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso Residencial Vivienda o de 100 personas en los demás casos, o bien.
 - prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.
- Para la determinación del número de personas que se indica en a) y b) se deberán tener en cuenta los criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de esta Sección.

4 Cuando existan puertas giratorias, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual contiguas a ellas, excepto en el caso de que las giratorias sean automáticas y dispongan de un sistema que permita el abatimiento de sus hojas en el sentido de la evacuación, ante una emergencia o incluso en el caso de fallo de suministro eléctrico, mediante la aplicación manual de una fuerza

no superior a 220. La anchura útil de este tipo de puertas y de las de giro automático después de su abatimiento, debe estar dimensionada para la evacuación total prevista.

>Las puertas al exterior son pivotantes en torno a quicio y abren hacia fuera.

7 Señalización de los medios de evacuación

1 Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

a) Las salidas de *recinto*, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en edificios de *uso Residencial Vivienda* y, en otros usos, cuando se trate de salidas de *recintos* cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos *recintos* y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

b) La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo *origen de evacuación* desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un *recinto* con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

d) En los puntos de los *recorridos de evacuación* en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.

8 Control del humo de incendio

1 En los casos que se indican a continuación se debe instalar un sistema de control del humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que ésta se pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad:

a) Zonas de *uso Aparcamiento* que no tengan la consideración de *aparcamiento abierto*;

b) *Establecimientos de uso Comercial* o Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas;

c) *Atrios*, cuando su ocupación en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo *sector de incendio*, exceda de 500 personas, o bien cuando esté previsto para ser utilizado para la evacuación de más de 500 personas.

2 El diseño, cálculo, instalación y mantenimiento del sistema pueden realizarse de acuerdo con las normas UNE 23584:2008, UNE 23585:2004 (de la cual no debe tomarse en consideración la exclusión de los sistemas de evacuación mecánica o forzada que se expresa en el último párrafo de su apartado “0.3 Aplicaciones”) y UNE-EN 12101-6:2006.

En zonas de *uso Aparcamiento* se consideran válidos los sistemas de ventilación conforme a lo establecido en el DB HS-3, los cuales, cuando sean mecánicos, cumplirán las siguientes condiciones adicionales a las allí establecidas:

a) El sistema debe ser capaz de extraer un caudal de aire de 150 l/plaza-s con una aportación máxima de 120 l/plaza-s y debe activarse automáticamente en caso de incendio mediante una instalación de detección, En plantas cuya altura exceda de 4 m deben cerrarse mediante compuertas automáticas E300 60 las aberturas de extracción de aire más cercanas al suelo, cuando el sistema disponga de ellas.

b) Los ventiladores, incluidos los de impulsión para vencer pérdidas de carga y/o regular el flujo, deben tener una clasificación F300 60.

c) Los conductos que transcurran por un único *sector de incendio* deben tener una clasificación E300 60. Los que atraviesen elementos separadores de *sectores de incendio* deben tener una clasificación EI 60.

>No es aplicable, al no figurar en ninguno de los 3 casos del punto 1. Se trata de un edificio de uso administrativo, el sector 1. Y considerando de pública concurrencia el sector 2 tampoco sería aplicable, ya que la ocupación es menor de 1000 personas.

9 Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

1 En los edificios de *uso Residencial Vivienda* con *altura de evacuación* superior a 28 m, de *uso Residencial Público, Administrativo* o *Docente* con *altura de evacuación* superior a 14 m, de *uso Comercial*

o Pública Concurrencia con *altura de evacuación* superior a 10 m o en plantas de *uso Aparcamiento* cuya superficie exceda de 1.500 m², toda planta que no sea *zona de ocupación nula* y que no disponga de alguna salida del edificio accesible dispondrá de posibilidad de paso a un *sector de incendio* alternativo mediante una *salida de planta* accesible o bien de una *zona de refugio* apta para el número de plazas que se indica a continuación:

- una para usuario de silla de ruedas por cada 100 ocupantes o fracción, conforme a SI3-2;

- excepto en *uso Residencial Vivienda*, una para persona con otro tipo de movilidad reducida por

cada 33 ocupantes o fracción, conforme a SI3-2.

En terminales de transporte podrán utilizarse bases estadísticas propias para estimar el número de plazas reservadas a personas con discapacidad.

2 Toda planta que disponga de *zonas de refugio* o de una *salida de planta* accesible de paso a un sector alternativo contará con algún *itinerario accesible* entre todo *origen de evacuación* situado en una zona accesible y aquéllas.

3 Toda planta de salida del edificio dispondrá de algún *itinerario accesible* desde todo *origen de evacuación* situado en una zona accesible hasta alguna salida del edificio accesible.

4 En plantas de salida del edificio podrán habilitarse salidas de emergencia accesibles para personas con discapacidad diferentes de los accesos principales del edificio.

>No es aplicable, se trata de un edificio de uso administrativo, de pública concurrencia en el caso del sector 2, con altura de evacuación menor de 14 metros.

Sección SI 4

Instalaciones de protección contra incendios

1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios

1 Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el *mantenimiento* de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios”, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

Los locales de riesgo especial, así como aquellas zonas cuyo *uso previsto* sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del *establecimiento* en el que estén integradas y que, conforme a la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 de este DB, deban constituir un *sector de incendio* diferente, deben disponer de la dotación de instalaciones que se indica para cada local de riesgo especial, así como para cada zona, en función de su *uso previsto*, pero en ningún caso será inferior a la exigida con carácter general para el uso principal del edificio o del *establecimiento*.

Administrativo

Bocas de incendio equipadas Si la superficie construida excede de 2.000 m².⁽⁴⁾ ⁽⁷⁾

Columna seca ⁽⁵⁾ Si la *altura de evacuación* excede de 24 m.

Sistema de alarma ⁽⁶⁾ Si la superficie construida excede de 1.000 m².

Sistema de detección de incendio Si la superficie construida excede de 2.000 m², detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m², en todo el edificio.

Hidrantes exteriores Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m². Uno más por cada 10.000 m² adicionales o fracción.⁽⁴⁾ ⁽³⁾

Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
En general	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A -113B: - A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación. - En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1 ⁽¹⁾ de este DB.
Bocas de incendio equipadas	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas ⁽²⁾
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya altura de evacuación exceda de 28 m ⁽³⁾
Hidrantas exteriores	Si la altura de evacuación descendente excede de 28 m o si la ascendente excede de 8 m, así como en establecimientos de densidad de ocupación mayor que 1 persona cada 5 m ² y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m ² . Al menos un hidrante hasta 10.000 m ² de superficie construida y uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽⁴⁾ (5)
Instalación automática de extinción	Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya altura de evacuación exceda de 80 m. En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en uso Hospitalario o Residencial Público o de 50 kW en cualquier otro uso. ⁽⁶⁾ (7) En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1 000 kVA en cada aparato o mayor que 4 000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de uso Pública Concurrencia y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2 520 kVA respectivamente.

Pública concurrencia

Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁸⁾ (7)
Columna seca ⁽⁹⁾ (5)	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁷⁾ (6)	Si la ocupación excede de 500 personas. El sistema debe ser apto para emitir mensajes por megafonía.
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 1000 m ² . ⁽⁹⁾ (8)
Hidrantas exteriores	En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m ² y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . ⁽⁴⁾ (3)

>En este caso, se prevé la instalación de sistema de alarma en todo el complejo. También se considera necesario el instalar bocas de incendio equipadas en el complejo. Aprovechando la cercanía al mar, este sistema de extinción funcionará con agua del mar. Extintores 21A-113B se colocarán en los pilares cada 15 metros en la sala de ensayos y almacén.

2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

1 Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantas exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:
a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.
2 Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

Sección SI 5

Intervención de los bomberos

1 Condiciones de aproximación y entorno (1)

1.1 Aproximación a los edificios

1 Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado 1.2, deben cumplir las condiciones siguientes:
a) anchura mínima libre 3,5 m;
b) altura mínima libre o gálibo 4,5 m;

c) capacidad portante del vial 20 kN/m².

2 En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

>El entorno más próximo al edificio se diseña sin elementos que puedan obstaculizar el tránsito de vehículos hacia el edificio, ya sea de suministro para el propio edificio o servicio de bomberos.

1.2 Entorno de los edificios

1 Los edificios con una altura de evacuación descendente mayor que 9 m deben disponer de un espacio de maniobra para los bomberos que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas en las que estén situados los accesos, o bien al interior del edificio, o bien al espacio abierto interior en el que se encuentren aquellos:

- anchura mínima libre 5 m;
- altura libre la del edificio
- separación máxima del vehículo de bomberos a la fachada del edificio
- edificios de hasta 15 m de altura de evacuación 23 m
- edificios de más de 15 m y hasta 20 m de altura de evacuación 18 m
- edificios de más de 20 m de altura de evacuación 10 m;
- distancia máxima hasta los accesos al edificio necesarios para poder llegar hasta todas sus zonas 30 m;
- pendiente máxima 10%;
- resistencia al punzonamiento del suelo 100 kN sobre 20 cm □.

2 La condición referida al punzonamiento debe cumplirse en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos situadas en ese espacio, cuando sus dimensiones fueran mayores que 0,15m x 0,15m, debiendo ceñirse a las especificaciones de la norma UNE-EN 124:1995.

3 El espacio de maniobra debe mantenerse libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos. De igual forma, donde se prevea el acceso a una fachada con escaleras o plataformas hidráulicas, se evitarán elementos tales como cables eléctricos aéreos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras, etc.

4 En el caso de que el edificio esté equipado con columna seca debe haber acceso para un equipo de bombeo a menos de 18 m de cada punto de conexión a ella. El punto de conexión será visible desde el camión de bombeo.

5 En las vías de acceso sin salida de más de 20 m de largo se dispondrá de un espacio suficiente para la maniobra de los vehículos del servicio de extinción de incendios.

6 En zonas edificadas limítrofes o interiores a áreas forestales, deben cumplirse las condiciones siguientes:

- Debe haber una franja de 25 m de anchura separando la zona edificada de la forestal, libre de arbustos o vegetación que pueda propagar un incendio del área forestal así como un camino perimetral de 5 m, que podrá estar incluido en la citada franja;
- La zona edificada o urbanizada debe disponer preferentemente de dos vías de acceso alternativas, cada una de las cuales debe cumplir las condiciones expuestas en el apartado 1.1;
- Cuando no se pueda disponer de las dos vías alternativas indicadas en el párrafo anterior, el acceso único debe finalizar en un fondo de saco de forma circular de 12,50 m de radio, en el que se cumplan las condiciones expresadas en el primer párrafo de este apartado.

2 Accesibilidad por fachada

1 Las fachadas a las que se hace referencia en el apartado 1.2 deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos deben cumplir las condiciones siguientes:

- Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m;
- Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada;
- No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.

2 Los aparcamientos robotizados dispondrán, en cada sector de incendios en que estén compartimentados, de una vía compartimentada con elementos EI 120 y puertas EI2 60-C5 que permita el acceso de los bomberos hasta cada nivel existente, así como de un sistema mecánico de extracción de humo capaz realizar 3 renovaciones/hora.

Sección SI 6

Resistencia al fuego de la estructura

1 Generalidades

1 La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes. Por un lado, los materiales ven afectadas sus propiedades, modificándose de forma importante su capacidad mecánica. Por otro, aparecen acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos, que generalmente dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.

2 En este Documento Básico se indican únicamente métodos simplificados de cálculo suficientemente aproximados para la mayoría de las situaciones habituales (véase anejos B a F). Estos métodos sólo recogen el estudio de la *resistencia al fuego* de los elementos estructurales individuales ante la *curva normalizada tiempo temperatura*.

3 Pueden adoptarse otros modelos de incendio para representar la evolución de la temperatura durante el incendio, tales como las denominadas *curvas paramétricas* o, para efectos locales los modelos de incendio de una o dos zonas o de *fuegos localizados* o métodos basados en dinámica de fluidos (CFD, según siglas inglesas) tales como los que se contemplan en la norma UNE-EN 1991-1-2:2004.

En dicha norma se recogen, asimismo, también otras *curvas nominales* para fuego exterior o para incendios producidos por combustibles de gran poder calorífico, como hidrocarburos, y métodos para el estudio de los elementos externos situados fuera de la envolvente del *sector de incendio* y a los que el fuego afecta a través de las aberturas en fachada.

4 En las normas UNE-EN 1992-1-2:1996, UNE-EN 1993-1-2:1996, UNE-EN 1994-1-2:1996, UNE-EN 1995-1-2:1996, se incluyen modelos de resistencia para los materiales.

5 Los modelos de incendio citados en el párrafo 3 son adecuados para el estudio de edificios singulares o para el tratamiento global de la estructura o parte de ella, así como cuando se requiera un estudio más ajustado a la situación de incendio real.

6 En cualquier caso, también es válido evaluar el comportamiento de una estructura, de parte de ella o de un elemento estructural mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo.

7 Si se utilizan los métodos simplificados indicados en este Documento Básico no es necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio.

2 Resistencia al fuego de la estructura

1 Se admite que un elemento tiene suficiente *resistencia al fuego* si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante t, no supera el valor de la resistencia de dicho elemento. En general, basta con hacer la comprobación en el instante de mayor temperatura que, con el modelo de *curva normalizada tiempo-temperatura*, se produce al final del mismo.

2 En el caso de *sectores de riesgo mínimo* y en aquellos *sectores de incendio* en los que, por su tamaño y por la distribución de la *carga de fuego*, no sea previsible la existencia de *fuegos totalmente desarrollados*, la comprobación de la *resistencia al fuego* puede hacerse elemento a elemento mediante el estudio por medio de *fuegos localizados*, según se indica en el Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991-1-2: 2004) situando sucesivamente la *carga de fuego* en la posición previsible más desfavorable.

3 En este Documento Básico no se considera la capacidad portante de la estructura tras el incendio.

3 Elementos estructurales principales

1 Se considera que la *resistencia al fuego* de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si:

a) alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la *curva normalizada tiempo temperatura*, o

b) soporta dicha acción durante el *tiempo equivalente de exposición al fuego* indicado en el anejo B.

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

⁽¹⁾ La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa sectores de incendio es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un sector de incendios, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la resistencia al fuego suficiente R que se exija para el uso de dicho sector

⁽²⁾ En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la resistencia al fuego exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

⁽³⁾ R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

⁽¹⁾ No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo de una zona de riesgo especial es función del uso del espacio existente bajo dicho suelo.

>En el sector 1 y 2, la resistencia de los elementos estructurales será, por lo general, R60, excepto en la zona de planta enterrada, donde se sitúan los vestuarios e instalaciones. Esta zona destaca por ser de riesgo especial medio. Por tanto, su resistencia será de R120.

Para el S3, los elementos estructurales garantizarán una resistencia R90.

2 La estructura principal de las cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no exceda de 28 m, así como los elementos que únicamente sustenten dichas cubiertas, podrán ser R 30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores o la compartimentación de los *sectores de incendio*. A tales efectos, puede entenderse como ligera aquella cubierta cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no exceda de 1 kN/m².

3 Los elementos estructurales de una *escalera protegida* o de un *pasillo protegido* que estén contenidos en el recinto de éstos, serán como mínimo R-30. Cuando se trate de *escaleras especialmente protegidas* no se exige *resistencia al fuego* a los elementos estructurales.

4 Elementos estructurales secundarios

1 Los elementos estructurales cuyo colapso ante la acción directa del incendio no pueda ocasionar daños a los ocupantes, ni comprometer la estabilidad global de la estructura, la evacuación o la compartimentación en *sectores de incendio* del edificio, como puede ser el caso de pequeñas entreplantas o de suelos o escaleras de construcción ligera, etc., no precisan cumplir ninguna exigencia de *resistencia al fuego*.

No obstante, todo suelo que, teniendo en cuenta lo anterior, deba garantizar la resistencia al fuego que se establece en la tabla 3.1 del apartado anterior, debe ser accesible al menos por una escalera que garantice esa misma resistencia o que sea protegida.

2 Las estructuras sustentantes de cerramientos formados por elementos textiles, tales como carpas, serán R 30, excepto cuando, además de ser clase M2 conforme a UNE 23727:1990 según se establece en el Capítulo 4 de la Sección 1 de este DB, el certificado de ensayo acredite la perforación del elemento, en cuyo caso no precisan cumplir ninguna exigencia de *resistencia al fuego*.

5 Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio

1 Deben ser consideradas las mismas acciones permanentes y variables que en el cálculo en situación persistente, si es probable que actúen en caso de incendio.

2 Los efectos de las acciones durante la exposición al incendio deben obtenerse del Documento Básico DB-SE.

3 Los valores de las distintas acciones y coeficientes deben ser obtenidos según se indica en el Documento Básico DB-SE, apartado 4.2.2.

4 Si se emplean los métodos indicados en este Documento Básico para el cálculo de la *resistencia al fuego* estructural puede tomarse como efecto de la acción de incendio únicamente el derivado del

efecto de la temperatura en la resistencia del elemento estructural.

5 Como simplificación para el cálculo se puede estimar el efecto de las acciones de cálculo en situación de incendio a partir del efecto de las acciones de cálculo a temperatura normal, como:
 $E_{fi,d} = \psi_{fi} E_d$ (5.2) siendo: E_d efecto de las acciones de cálculo en situación persistente (temperatura normal); ψ_{fi} factor de reducción. donde el factor ψ_{fi} se puede obtener como:

$$\psi_{fi} = \frac{K_{1,1} K_{2,1} K_{3,1}}{G + Q} \quad (5.3)$$

donde el subíndice 1 es la acción variable dominante considerada en la situación persistente.

6 Determinación de la resistencia al fuego

1 La resistencia al fuego de un elemento puede establecerse de alguna de las formas siguientes:

- comprobando las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las distintas tablas según el material dadas en los anejos C a F, para las distintas resistencias al fuego;
- obteniendo su resistencia por los métodos simplificados dados en los mismos anejos.
- mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo.

2 En el análisis del elemento puede considerarse que las coacciones en los apoyos y extremos del elemento durante el tiempo de exposición al fuego no varían con respecto a las que se producen a temperatura normal.

3 Cualquier modo de fallo no tenido en cuenta explícitamente en el análisis de esfuerzos o en la respuesta estructural deberá evitarse mediante detalles constructivos apropiados.

4 Si el anejo correspondiente al material específico (C a F) no indica lo contrario, los valores de los coeficientes parciales de resistencia en situación de incendio deben tomarse iguales a la unidad:

$$\psi_{M,fi} = 1$$

5 En la utilización de algunas tablas de especificaciones de hormigón y acero se considera el coeficiente de sobredimensionado ψ_{fi} , definido como:

$$\psi_{fi,d,0} = \frac{R_{fi,d}}{E}$$

$$\psi_{fi} = (6.1)$$

siendo:

$R_{fi,d,0}$ resistencia del elemento estructural en situación de incendio en el instante inicial $t=0$, a temperatura normal.

Anejo B Tiempo equivalente de exposición al fuego

B.1 Generalidades

1 Este anejo establece el procedimiento para obtener el tiempo equivalente de exposición al fuego que, según se indica en SI 6, puede usarse como alternativa de la duración de incendio a soportar, tanto a efectos estructurales como compartimentadores. El tiempo equivalente se obtiene teniendo en cuenta las características geométricas y térmicas del sector y el valor de cálculo de la carga de fuego.

2 En este anejo se indica también la expresión de la curva normalizada tiempo-temperatura definida en la norma UNE EN 1363:2000 y que se utiliza como curva de fuego en los métodos de obtención de resistencias dados en este DB-SI. En la norma (Eurocódigo) UNE EN 1991-1-2:2004 se indican otras curvas de fuego nominales.

B.2 Curva normalizada tiempo-temperatura

1 La curva normalizada tiempo-temperatura es la curva nominal definida en la norma UNE EN 1363:2000 para representar un modelo de fuego totalmente desarrollado en un sector de incendio. Está definida por la expresión:

$$\Theta_g = 20 + 345 \log_{10}(8t + 1) \quad [^{\circ}\text{C}]; \quad (B.1)$$

siendo:

$$\Theta_g \quad \text{temperatura del gas en el sector} \quad [^{\circ}\text{C}];$$

$$t \quad \text{tiempo desde la iniciación del incendio} \quad [\text{min}].$$

La curva normalizada tiempo-temperatura supone, aproximadamente, las siguientes temperaturas:

Tiempo t, en minutos	15	30	45	60	90	120	180	240
Temperatura en el sector Θ_g , en $^{\circ}\text{C}$	740	840	900	950	1000	1050	1100	1150

B.3 Tiempo equivalente de exposición al fuego

1 Para elementos estructurales de hormigón armado o acero puede tomarse como valor de cálculo del tiempo equivalente, en minutos: $t_{e,d} = k_b \cdot w_f \cdot k_c \cdot q_{f,d}$ (B.2)

siendo: k_b coeficiente de conversión en función de las propiedades térmicas de la envolvente del sector; que puede tomarse igual a 0,07. El anejo F de la norma UNE EN 1991-1-2:2004 aporta valores más precisos.

w_f coeficiente de ventilación en función de la forma y tamaño del sector.

k_c coeficiente de corrección según el material estructural (Tabla B.1).

$q_{f,d}$ valor de cálculo de la densidad de carga de fuego en función del uso del sector, en MJ/m², obtenida según se indica en el apartado B.4.

2 El coeficiente de ventilación w_f se calcula como: $w_f = (6/H)0,3 \cdot [0,62 + 90(0,4 - v)4/(1 + bv h)] \geq 0,5$ [-] (B.3) siendo: $v = A_v/A_f$ relación entre la superficie de las aberturas en fachada y la superficie del suelo del sector, con los límites $0,025 < v < 0,25$ (B.4)

$h = A_h/A_f$ relación entre la superficie de las aberturas en el techo, A_h , y la superficie construida del suelo del sector $bv = 12,5(1 + 10v - v^2) \geq 10$ (B.5)

H altura del sector de incendio [m]

Para sectores pequeños ($A_f < 100$ m²), sin aberturas en el techo, el coeficiente w_f se puede calcular

aproximadamente como: $w_f = 0,5 \cdot A_f/A_t$ (B.6) siendo:

$O = A_v h / A_t$ coeficiente de aberturas con los límites $0,02 \leq O \leq 0,20$ [m¹/2];

A_t superficie total de la envolvente del sector (paredes, suelo y techo), incluyendo aberturas

[m²]; h altura promedio de los huecos verticales, [m]

Como aberturas en fachada o en techo se deben considerar los huecos, lucernarios, ventanas (practicables o no) superficies

acristaladas y, en general, toda zona susceptible de facilitar la entrada de aire a la zona en la que se desarrolle el incendio.

De forma simplificada, para casos de sectores de una sola planta con aberturas únicamente en fachada, el coeficiente de

ventilación w en función de la altura de la planta y de la superficie de dichas aberturas respecto de la superficie en planta del

sector, puede tomarse como:

Altura de planta (m)	Coeficiente de ventilación w				
	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
2,5	2,6	1,8	1,3	1,0	0,9
3,0	2,4	1,7	1,2	0,9	0,8
3,5	2,3	1,6	1,1	0,9	0,8
4,0	2,2	1,5	1,1	0,9	0,8

3 Los valores del coeficiente de corrección k_c se toman de la siguiente tabla:

Tabla B.1. Valores de k_c según el material estructural	
Material de la sección transversal	k_c
Hormigón armado	1,0
Acero protegido	1,0
Acero sin proteger	13,7 · O

B.4 Valor de cálculo de la densidad de carga de fuego

1 El valor de cálculo de la densidad de carga de fuego se determina en función del valor característico

de la carga de fuego del sector, así como de la probabilidad de activación y de las previsibles consecuencias del incendio, como:

$q_{f,d} = q_{f,k} m \psi_{q1} \psi_{q2} \psi_n \psi_c$ (B.7) siendo:

$q_{f,k}$ valor característico de la densidad de carga de fuego, según B.5; m coeficiente de combustión que tiene en cuenta la fracción del combustible que arde en el incendio.

En los casos en los que el material incendiado sea de tipo celulósico (madera, papel, tejidos, etc.) puede tomarse $m = 0,8$. Cuando se trate de otro tipo de material y no se conozca su

coeficiente de combustión puede tomarse $m = 1$ del lado de la seguridad.

ψ_{q1} coeficiente que tiene en cuenta el riesgo de iniciación debido al tamaño del sector,

ψ_{q2} coeficiente que tiene en cuenta el riesgo de iniciación debido al tipo de uso o actividad;

ψ_n coeficiente que tiene en cuenta las medidas activas voluntarias existentes, $n = n_1 \psi_{n2} \psi_{n3}$

ψ_c coeficiente de corrección según las consecuencias del incendio.

2 Los valores de δ_{q1} se dan en la tabla B.2, pudiéndose obtener valores intermedios por interpolación lineal.

Superficie del sector A_r [m ²]	Riesgo de iniciación δ_{q1}
<20	1,00
25	1,10
250	1,50
2 500	1,80
5 000	2,00
>10 000	2,13

3 Los valores de q_2 pueden obtenerse de la tabla B.3.

Actividad	Riesgo de iniciación δ_{q2}
Vivienda, Administrativo, Residencial, Docente	1,00
Comercial, Aparcamiento, Hospitalario, Pública Concurrencia	1,25
Locales de riesgo especial bajo	1,25
Locales de riesgo especial medio	1,40
Locales de riesgo especial alto	1,80

4 Los valores de $\delta_{n,i}$ pueden obtenerse de la tabla B.4.

Detección automática $\delta_{n,1}$	Alarma automática a bomberos $\delta_{n,2}$	Extinción automática $\delta_{n,3}$
0,87	0,87	0,81

5 Los valores de δ_c pueden obtenerse de la tabla B.5. En el caso de edificios en los que no sea admisible que puedan quedar fuera de servicio o en los que se pueda haber un número elevado de víctimas en caso de incendio, como es el caso de los hospitales, los valores indicados deben ser multiplicados por 1,5.

Altura de evacuación	δ_c
Edificios con altura de evacuación descendente de más de 28 m o ascendente de más de una planta.	2,0
Edificios con altura de evacuación descendente entre 15 y 28 m o ascendente hasta 2,8 m. Aparcamientos bajo otros usos.	1,5
Edificios con altura de evacuación descendente de menos 15 m o de uso Aparcamiento exclusivo	1,0

B.5 Valor característico de la densidad de carga de fuego.(1)

1 El valor característico de la densidad de carga de fuego, $q_{f,k}$, se obtiene sumando el valor característico de la densidad de carga de fuego permanente, estimado por su valor promedio o esperado, y el valor característico de la densidad de carga de fuego variable, estimado como el valor que sólo es sobrepasado en un 20% de los casos.

2 La densidad de carga de fuego permanente corresponde a los revestimientos y otros elementos combustibles permanentes incluidos en proyecto. Puede obtenerse a partir de los valores específicos aportados el fabricante de cada producto o, en su defecto, a partir de tablas de valores para materiales genéricos.

3 La densidad de carga de fuego variable puede evaluarse elemento a elemento, según se indica en la norma UNE EN 1991-1-2: 2004, pudiendo en este caso tener en cuenta las cargas protegidas, o bien obtenerse en la tabla B.6, para zonas que no presenten acumulaciones de carga de fuego mayores que las propias del uso previsto, como es el caso de zonas de almacenamiento, archivos intensivos de documentación, depósitos de libros, etc.

Tabla B.6. Valores de densidad de carga de fuego variable característica según el uso previsto

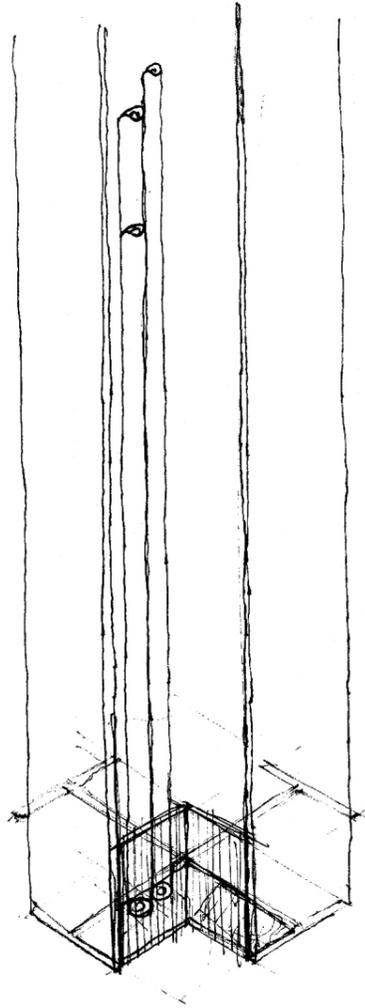
	Valor característico [MJ/m ²]
Comercial	730
Residencial Vivienda	650
Hospitalario / Residencial Público	280
Administrativo	520
Docente	350
Pública Concurrencia (teatros, cines)	365
Aparcamiento	280

(1) En el "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales" se indican cargas de fuego promedio para algunas actividades especiales, así como para uso Comercial y para almacenes. El valor característico puede obtenerse multiplicando dicho valor por 1,6. También se aportan valores de potencial calorífico correspondiente a diferentes materiales y sustancias.

-Descripción de instalaciones.

-Planos de instalaciones modificados.

-Planos de pavimento, alumbrado y construcción.



Como ya se comenta en el apartado de estructura, en este proyecto, se diseña un elemento que en su adición a otros iguales crea un espacio donde se desarrolla el programa a su libre albedrío. Es en este elemento estructural sobre lo que recae el papel principal. Pero no sólo la de 'firmitas' es su tarea. Este módulo es autónomo, también en el aspecto de instalaciones, de manera que todas las instalaciones llegan a ser registrables en el fuste del pilar de cada elemento. Así, en el desarrollo de la actividad en su interior, siempre y cuando se requiera un aporte de agua, aire, electricidad o instalación de saneamiento simplemente se habrá de acudir al pilar, donde todas las instalaciones tendrán una terminación.

Para que cada instalación llegue al pilar donde se le requiere hace falta una red. Esta red de tubos, canalizaciones y cables discurrirá en su totalidad enterrada bajo el suelo, en la solera de hormigón en conductos estancos hasta los pilares donde se vayan a instalar registros o tomas. Estas redes se distribuyen por el complejo partiendo desde una estancia destinada al alojamiento de todos los elementos necesarios, tales como bombas de impulsión, filtros y compresores.

A continuación se describe el esquema de cada red en el Centro de Investigación Marina de Peñíscola.

INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA.

El agua fría en esta parcela se proporciona mediante la red de agua potable del propio municipio. Conectando con la acometida, que se encuentra al final del paseo marítimo, coincidiendo con las puertas de la muralla, se conduce una derivación enterrada hasta el acceso del centro. Justo al lado del acceso a la nave de ensayos, entre la celosía cerámica y la fachada de vidrio se sitúa el armario de contadores, para lectura de consumo, cierre del suministro y tareas de mantenimiento. El armario pasa casi desapercibido por estar situado en la cámara entre las dos pieles. Tras esto, aparecen 3 derivaciones colectivas. La primera suministrará a la cafetería discurriendo bajo el suelo hasta cocina y baño. Otra derivación llegará hasta el volumen de bibliotecas y administración, abasteciendo el aseo de este espacio. La tercera derivación se adentra en la sala de ensayos y ya una vez dentro un ramal parte hacia el pilar 16 donde se sitúa una toma. La derivación continúa hasta encontrar la cámara del muro de sótano, por donde desciende hasta la sala de instalaciones para proveer a las instalaciones de climatización y vestuarios. Aquí el tubo es conducido por debajo del suelo técnico. Tras pasar por aquí asciende por la cámara del muro, con terminaciones en pilares 13 y 16.

INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE.

En lo referente a agua caliente sanitaria, es preciso decir que su circuito empieza en la sala de instalaciones antes comentada. La caldera de ACS se encuentra en la citada sala, la generación es de tipo efecto Joule con electricidad y aporte de energía solar. La captación solar se realiza mediante instalación de tubos de vacío en las limahoyas de cada cubierta. El tubo desciende por el pilar hasta el depósito, enterrado en solera hasta cámara del muro de sótano y por debajo del suelo técnico hasta la bomba de recirculación instalada en la sala de instalaciones. El agua caldeada se distribuye por conductos bajo el suelo técnico hasta los vestuarios. Otra ramificación asciende por la cámara del muro y, enterrada, va hasta el aseo de la biblioteca y cafetería. También se largan ramales enterrados hasta los pilares 11 y 13. Este circuito dispone de retorno desde cada toma por la distancia mayor de 15 metros entre la toma más lejana y el equipo generador. Este circuito consta de bomba en la sala de instalaciones y los tubos discurren paralelos al circuito de ida, bien enterrados, por cámara de muro o bajo el suelo técnico. Todos los tubos de esta instalación son forrados con material aislante.

INSTALACIÓN DE AGUA DE MAR.

Se plantea la instalación de una red de agua procedente del mar para la sala de ensayos. Un conducto tendido sobre el lecho marino tomaría agua a 30 metros de distancia desde la dársena, atravesaría el espacio público enterrado en la solera y llegaría a la sala de instalaciones, donde después de pasar por un filtro, una bomba la impulsaría hasta los pilares 8,11 y 21 de manera análoga a la red de AF

INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO.

Para la instalación de saneamiento se debería discernir en dos grupos: residuales y pluviales. Al tratarse de un sistema semiseparativo, las aguas tanto residuales como pluviales se juntan en colectores y llegan a la acometida mediante un único tubo.

En el grupo de residuales se consideran las aguas provenientes de cocina, vestuarios y aseos, y también las de desagüe de piscinas, sala de ensayos y sala de instalaciones. Las residuales provenientes de sumideros colocados en planta baja se van agrupando en colectores hasta llegar a la acometida general, situada en el final de la avenida Akra Leuke. Cada encuentro entre colectores dispone de arqueta de registro. Estas arquetas se disponen con tapa horizontal en el pavimento entre la piel de vidrio y la celosía cerámica. Las residuales correspondientes a los servicios de planta baja, es decir, vestuarios y desagüe de sala de instalaciones, se recogen en colectores y se conducen hasta un pozo para bomba de impulsión. Esta bomba, instalada en la sala de instalaciones, impulsa las residuales conducidas por el suelo técnico hasta el muro, por donde ascienden por la cámara hasta arqueta, donde se unen con el resto de residuales. La bomba posee conducto de ventilación a través del fuste del pilar 13 hasta cubierta.

Las aguas pluviales en este proyecto son recogidas en cubierta. Cada módulo, de área 81 m2 dispone de sumidero en el centro. La pendiente hace que las aguas discurren por el acabado de rasilla cerámica hacia el sumidero, y una vez ahí, descienden por la bajante inserta en el fuste del pilar hasta la cota de suelo de planta baja. En planta baja el colector se entierra y conduce hasta arqueta de registro. En los pilares 9,10,13 y 14, la bajante desciende hasta planta inferior para no comprometer la resistencia del forjado. Una vez ahí, entra en el pozo de bombeo y sigue el mismo recorrido que las residuales anteriormente comentadas.

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.

La climatización de este complejo se realiza mediante el sistema Maxi-Vent con bomba de calor colocada en la sala de instalaciones. Por cuestiones proyectuales, la climatización sólo es necesaria en el espacio de cafetería y en la zona de biblioteca y administración, por ser los únicos espacios cerrados. Teniendo la maquinaria de ventilación en la sala de instalaciones, se plantea un recorrido de conductos enterrados, estancos y aislados bajo la solera de pavimento. Estas conducciones llegan hasta las toberas de ventilación, que se encuentran en el fuste de los pilares 24,26,28,29,31 y 32.

La maquinaria de la sala de instalaciones dispone de circuito de refrigeración mediante proveniente de una derivación del circuito de agua fría. También se instala un conducto de ventilación para la bomba de calor con abertura en el exterior, en la cámara entre el vidrio y la celosía cerámica. Este conducto de ventilación discurre por debajo del suelo técnico hasta el muro, donde asciende por la cámara hasta la solera. Una vez en la solera, es enterrado hasta el exterior, en la fachada del acceso, justo al lado de la puerta de la nave de ensayos.

INSTALACIÓN DE SEGURIDAD FRENTE A INCENDIOS.

En lo referente a este aspecto, hay que señalar que cada uno de los 3 edificios constituye un sector de incendios diferente, por tanto, cada uno de ellos se trata por separado. En todos es necesario instalar al menos un extintor portátil. Este se colocará en el interior del cajeadado que se realiza en el fuste del pilar para el paso de instalaciones. Será de fácil acceso y visible. Estarán colocados a menos de 15 metros del siguiente extintor. En la sala de instalaciones, por considerarse zona de riesgo especial medio, se colocará otro extintor portátil. Además, todo el complejo dispondrá de sistema de alarma por exceder los 1000 m2 construidos. Los pulsadores estarán situados en el fuste del pilar. Todas las salidas del edificio tendrán en su parte superior un rótulo con las letras 'SALIDA'.

INSTALACIÓN PARA EL INTERCAMBIO DE AIRE EN ESPACIOS CERRADOS.

Existen espacios en el complejo que requieren de un sistema de ventilación que permita el intercambio de aire con el exterior. Estos son la cocina y los aseos de la cafetería y el aseo de la biblioteca y zona de administración.

La instalación de ventilación de estos espacios se realiza mediante extractores mecánicos. Por medio de un sistema de conductos horizontales bajo el suelo se conecta con el exterior. La abertura en el exterior se sitúa entre las dos pieles del edificio, en el espacio entre el vidrio y la cerámica, acabada con rejilla metálica. Las bocas de extracción en el interior quedan a menos de 50 cm. del techo de estos espacios.

El cálculo y desarrollo de estas instalaciones se encuentra en la memoria de instalaciones entregada el día 1 de Julio de 2014, así como en el pliego de planos anexos a este documento.

ELECTRICIDAD

DESCRIPCIÓN

La electricidad se conduce hasta el lugar, ya en baja tensión (BT), hasta donde se encuentra el Centro de Transformación. En ese mismo espacio se encuentra el cuadro general de protección (CGP) donde se instalarán el contador general y las protecciones oportunas, que se ajustarán a lo establecido por la ITC-BT-13.

Distribución exterior a los volúmenes.

Desde el cuadro general, se distribuye por canalizaciones enterradas y estancas hasta cada volumen. En la llegada a cada volumen, estas canalizaciones serán registrables mediante arquetas.

Distribución interior. Derivaciones.

A partir de los cuadros secundarios de protección, presentes en cada edificio, la red se distribuye por medio de canalizaciones enterradas y estancas. En la zona de la planta enterrada, la instalación descenderá por la cámara del tubo convenientemente protegida, hasta el espacio entre el suelo técnico y la losa de cimentación. En ese espacio la red se distribuirá por toda la planta de sótano.

Las derivaciones individuales cumplirán lo dispuesto en la ITC-BT-15: Derivaciones individuales.

Todo cable utilizado será libre de halógenos y baja toxicidad de humos. En el caso de este proyecto, las derivaciones serán de cable DZ1-K (AS) o ES07Z1-K (AS). Los tubos y canales de distribución de los cables cumplirán con la ITC-BT-21.

Sistemas de suministros de seguridad.

Se dotará al edificio de un sistema complementario de suministro en caso de fallo de alimentación. El sistema estará compuesto por un grupo electrógeno de emergencia de 50 kVa para dar servicio a todo el edificio. El grupo electrógeno dispondrá de arranque automático y su tiempo máximo de respuesta oscilará entre 10 y 15 segundos desde que se desvanezca el suministro de energía. Se ubicará en la sala de instalaciones y tendrá ventilación al exterior de manera análoga al compresor de climatización.

ILUMINACIÓN

ALUMBRADO

Se realizará una instalación de alumbrado general, para todo el complejo con control independiente (interruptores) en cada zona específica, tales como cocinas y baños, y control central para los espacios comunes. En planta principal la iluminación se diseña de forma que el módulo siga manifestándose como un ente singular. Por esto, la iluminación se produce por medio de luminarias dispuestas en el fuste del pilar proyectando hacia arriba (up-lights). En el interior de espacios cerrados como baños, cocina, sala de instalaciones y vestuarios se instalará luminaria empotrable con emisión directa para fuentes LED.

El apartado correspondiente a la seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada se desarrolla y explica en su apartado de la memoria de justificación del CTE entregada el día 1 de Julio de 2014.

Las luminarias escogidas son de la marca iGuzzini, y se trata de proyectores uplight en las zonas comunes interiores y luminarias empotrables en los espacios cerrados. Para el exterior se opta por la utilización del mismo proyector utilizado en el interior pero instalado sobre poste dirigiendo la luz hacia abajo (down-light). La distribución de los postes se hace según plano adjunto.

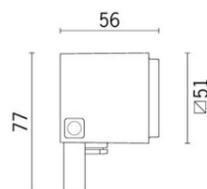
Se adjuntan fichas técnicas.

Design Mario Cucinella

iGuzzini

iPro

junio 2014

**iPro**código
BJ88**Descripción técnica**

Proyector de luz directa para exterior, compatible con el uso de fuentes luminosas de Led neutral white, con óptica lama di luce. Instalación en pavimento, pared y techo si se utiliza el soporte orientable. El aparato está compuesto por un cuerpo óptico, una tapa trasera y un soporte orientable. Cuerpo óptico y tapa trasera de aluminio fundido a presión esmaltado con pintura acrílica líquida (acabado gris) o líquida texturizada (acabado blanco) de alta resistencia a los agentes atmosféricos y a los rayos UV; óptica lama di luce con lente de material acrílico bicomponente y policarbonato, fijada al cuerpo óptico con silicona. Soporte de fijación orientable de aluminio pintado; incluye un prensacable M14x1 de acero inoxidable y cable de goma negro de salida con mufia antitranspirante L = 300 mm. Circuito electrónico con led de color neutral white; alimentador electrónico a pedir por separado (máx. 500 mA). Todos los tornillos externos son de acero inoxidable A2. Las características técnicas de las luminarias cumplen las normas EN 60598-1 y particulares. Led Life Time con flujo residual al 80% (L80): >100.000 h con Ta 25 °C y 90.000 h con Ta 40 °C.

Instalación

Instalación en pavimento, pared y techo si se utiliza el soporte específico. Fijar con tacos anclados para hormigón, cemento y ladrillo lleno.

Dimensiones (mm)

51x51x56

Colores

Blanco (01) | Gris (15)

Peso (kg)

0.34

Montaje

de tierra

Información de cableado

Alimentador electrónico a pedir por separado. 6W/500mA (BZ98), 12W/500mA (BZ99), 20W/500mA (BZA0). Disponibles para la conexión eléctrica: Kit conector estanco IP68 (9581), conector directo IP68 (BZK6), caja de derivación con bornes de conexión rápida (BZK7)

Notas

Producto con lámpara de led

Se conforma con EN60598-1 y regulaciones pertinentes

**Configuraciones productos: BJ88+LED**

LED: Nr. 3 LED NEUTRAL WHITE

Características del producto

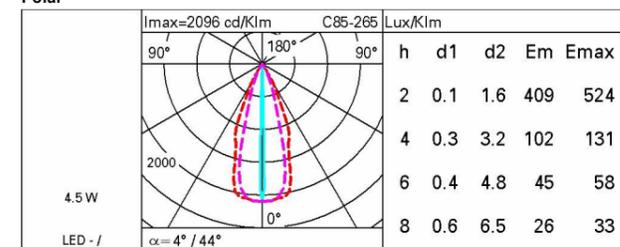
Flujo total emitido [Lm]: 42.08
Potencial total [W]: 4.5
Eficiencia luminosa [Lm/W]: 9.35
Número de elementos ópticos: 1

Flujo total hacia el hemisferio superior [Lm]: 0
Flujo en situaciones de emergencia [Lm]: /
Tensión [V]: -

Características del tipo óptico 1

Rendimiento [%]: 10
Código lampe: LED
Código ZVEI: LED
Potencia nominal [W]: 4.5
Flujo nominal [Lm]: 420
Intensidad máxima [cd]: /
Ángulo de apertura [°]: 4° / 44°

Número de lámparas por óptico: 1
Anclaje: /
Pérdidas del transformador [W]: 0
Temperatura del color [K]: 4000
IRC: 75
Longitud de onda [Nm]: /
MacAdam Step: <3

Polar

iPlan LED

Design iGuzzini

iGuzzini

junio 2014



iPlan LED

código
ME88

Descripción técnica

Luminaria empotrable o plafón con emisión directa para fuentes LED neutral white 4000K de alto rendimiento cromático. Perfil perimetral de aluminio extruido anodizado. La pantalla difusora microprismada, combinada con la pantalla interna y la película difusora optimiza la difusión de la componente directa de la luz y el control de la luminancia UGR<19 con L<1.500 cd/m² para α≥65°, ideal para ambientes en los que existen terminales video. Los LEDS están distribuidos a lo largo del perímetro y el controlador está instalado dentro del producto. Led lifetime con flujo residual del 80% (L80):50.000 h con Ta 25°.

Instalación

Empotrable en falsos techos de cartón yeso (si se utiliza el marco opcional), en falsos techos con vigería y en falsos techos modulares (incluso 625 x 625 mm si se utiliza el adaptador opcional). Posibilidad de instalación como plafón si se utiliza el kit opcional cuyo pedido se realiza por separado

Dimensiones (mm)

600x600x26

Colores

Gris (15)

Peso (kg)

7.80

Montaje

suspendido del techo

Información de cableado

Producto equipado con componentes electrónicos

Se conforma con EN60598-1 y regulaciones pertinentes

IP20



Configuraciones productos: ME88+LED

LED: nr. 14 X 12 leds neutral white

Características del producto

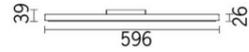
Flujo total emitido [Lm]: 4366.75
Potencial total [W]: 58
Eficiencia luminosa [Lm/W]: 75.29
Número de elementos ópticos: 1

Flujo total hacia el hemisferio superior [Lm]: 0
Flujo en situaciones de emergencia [Lm]: /
Tensión [V]: -

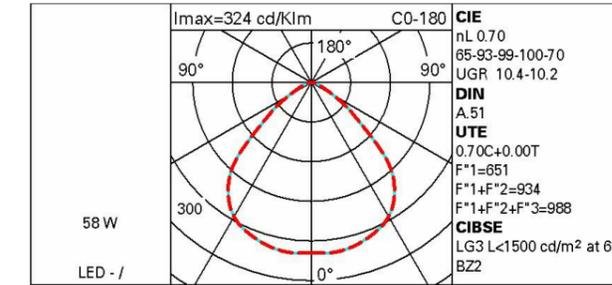
Características del tipo óptico 1

Rendimiento [%]: 70
Código lampe: LED
Código ZVEI: LED
Potencia nominal [W]: 51
Flujo nominal [Lm]: 6240
Intensidad máxima [cd]: /
Ángulo de apertura [°]: 94°

Número de lámparas por óptico: 1
Anclaje: /
Pérdidas del transformador [W]: 7
Temperatura del color [K]: 4000
IRC: 80
Longitud de onda [Nm]: /
MacAdam Step: <3



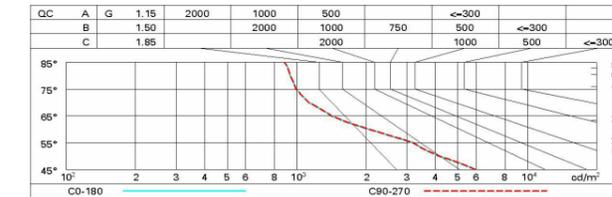
Polar



Coefficientes de uso

	R	77	75	73	71	55	53	33	00	DRR
K0.8	52	46	41	38	45	41	41	41	37	52
1.0	56	51	47	44	50	46	46	46	42	60
1.5	63	58	55	52	57	54	54	54	50	72
2.0	66	63	60	58	62	59	58	58	55	79
2.5	68	66	63	61	64	62	61	61	58	83
3.0	70	67	65	64	66	64	63	63	61	86
4.0	71	69	68	66	68	67	65	65	63	90
5.0	72	70	69	68	69	68	67	67	64	91

Curva límite de luminancia



Memoria

Instalaciones

AF Y ACS

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO.

La instalación suministrará a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico con los caudales que figuran en la **tabla 2.1**.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaros con grifo temporizado	0,15	-
Urinaros con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

La presión mínima en los puntos de consumo debe ser:

- a) grifos comunes: 100 kPa
- b) fluxores y calentadores: 150 kPa

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

1.2. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

Para el diseño de la instalación de suministro de agua se supone que llega una acometida de agua a la zona, ya que existen varias edificaciones próximas que deberían contar con suministro de agua, y que ésta llega por la parte NorOeste del Centro de Investigación Marina. De ahí proviene el abastecimiento de agua del Centro, adoptándose la suposición de que la presión de red es suficiente para abastecer las necesidades de la actividad diaria que en el se desarrollan.

El esquema general de la instalación es el siguiente: Red con contador general único, (según el esquema 3.1 del CTE), y compuesta por la acometida, la instalación general que contiene un armario con el contador general, un tubo de alimentación y un distribuidor principal, y las derivaciones colectivas.

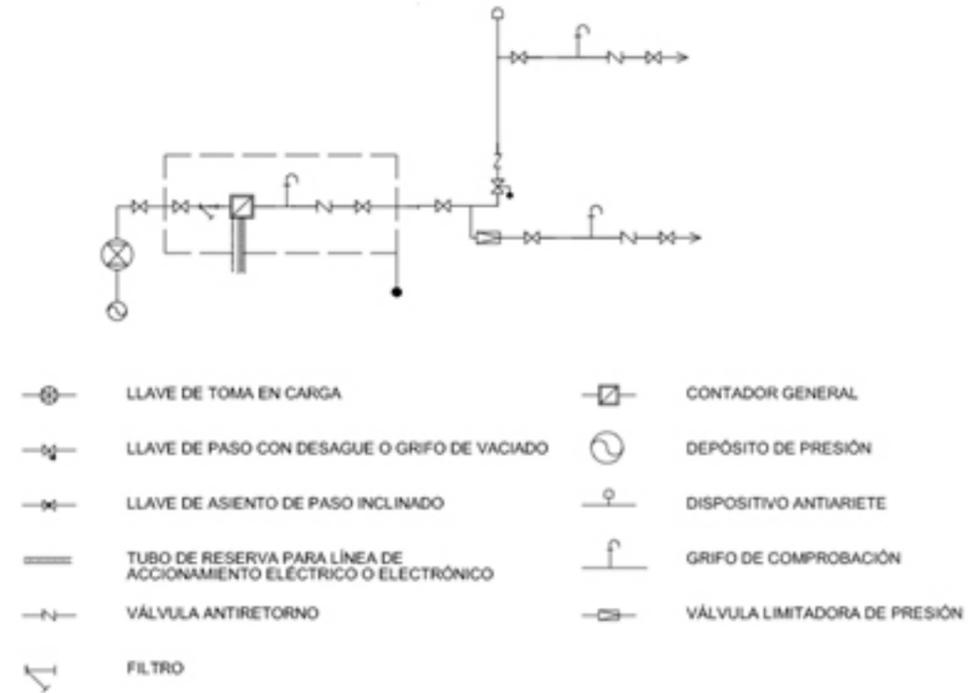


Figura 3.1 Esquema de red con contador general

La instalación común del complejo comienza con la llave del edificio, que se sitúa dentro de la propiedad. A continuación y en el cuarto de instalaciones se coloca el filtro, que evitará que se acumule la cal en los elementos singulares, como llaves y contadores. El siguiente elemento que se instala es el contador general, que contabiliza el caudal consumido en la totalidad del complejo.

A la salida de la edificación reservada como cuarto de instalaciones, la instalación se bifurca en diferentes ramales que abastecen a cada uno de los diversos usos de trabajo o de servicios.

Con el trazado más sencillo posible los conductos de agua serán conducidos por el espacio resultante entre la losa de cimentación y el suelo elevado de baldosa de hormigón, es decir, un suelo técnico en la planta inferior. En planta baja irán insertados en la solera con conductos estancos y resistentes. Al situarse el cuarto de instalaciones en la planta inferior del Centro de Investigación, todos los conductos de esa planta se distribuyen de forma horizontal, y utilizan la cámara de aire que existe entre las dos hojas del muro y los pilares para subir a planta baja y abastecer las necesidades de ésta. Destaca el papel de los pilares en relación con el uso de las diferentes instalaciones, pues el cajeadado de chapa permite ocultar los montantes y a su vez ofrece la oportunidad de colocar tomas de agua para su empleo en cualquier momento.

El agua de la instalación cumplirá lo establecido en la legislación vigente sobre agua apta para el consumo humano.

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ACS Y CALEFACCIÓN

Se plantea un sistema de producción de ACS con aporte de energía solar y calentamiento auxiliar mediante bomba de calor, que será la misma que se empleará para el sistema de calefacción del Centro de Investigación.

El depósito interacumulador estará dotado de serpentines de intercambio térmico. El agua de consumo entrará en el depósito donde se efectuará su calentamiento hasta 60°C, mediante agua procedente de la caldera. El depósito estará dotado de termostato con acción sobre el sistema de producción de energía convencional (bomba de calor).

La distribución de agua caliente se realiza a lo largo del complejo por suelo técnico mencionado anteriormente, mediante tubería termoplástica de polipropileno con aislamiento de 40mm, y diámetros según caudal. A través de esta tubería de distribución de agua caliente se proporciona conexión a cada unidad de ACS.

Para la instalación del sistema de calefacción se ha optado por la misma bomba de calor que produce el aire frío, siendo posible por el intercambio del evaporador con el condensador. Cada zona estará controlada por un termostato, conteniendo uno o varios circuitos, y dispondrá de una válvula motorizada electrotérmica y un regulador-medidor de caudal. El termostato conectará o desconectará la electroválvula que corresponde al circuito en cuestión.

1.4. INFORMACIÓN DE LA INSTALACIÓN

DATOS INSTALACIÓN FONTANERÍA

- Presión en la acometida: 36 mca
- Se usará PE 100 de presión nominal, 10-16 Atm para diámetros hasta 200 mm.
- En los cálculos, no se admitirán pérdidas de presión mayores al 3-5 por mil. La presión en todos los puntos no será menor a 20 mcda. La velocidad no rebasará los 2 m/s, ni será menor a 0,3 m/s.
- Las acometidas de agua dispondrán de válvula de compuerta de cierre elástico del mismo tipo que las de la red de distribución, y su diámetro estará de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación.
- Presión mínima cada aparato: 10 mca
- No será necesario la instalación de grupos de bombeo, ya que la presión de la acometida es suficiente para abastecer de agua a toda la instalación.
- El uso de la planta del Centro de Investigación Marina es de uso privado, mientras que el uso de la plataforma donde se sitúa el Bar-Cafetería es de uso público.
- Pérdidas en el filtro de 2mca y en los sistemas de producción de ACS de 2 mca.

UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS

Todos los elementos de la instalación están ubicados y discurren por zonas privadas del edificio, por el suelo técnico en la planta inferior e insertados en la solera con conductos estancos y resistentes.

ACOMETIDA DEL EDIFICIO

La acometida del edificio se realiza a una cota de -50 cm, a partir del cuadro de contadores aparecen tres derivaciones colectivas que van a cada uno de los tres edificios (cafetería, biblioteca, nave de ensayos). En la nave de ensayos, la derivación individual desciende hasta la cota -4,5m para encontrar la sala de instalaciones donde suministra a los vestuarios y a la caldera de ACS.

INSTALACIÓN GENERAL

El diámetro del contador general es un DN 100. Las llaves de salida y de entrada del contador son de 20 mm.

MONTANTES

Los montantes que hacen llegar el agua a los puntos de consumo se colocan por el interior del cajeadado de chapa que cubre los pilares. El diámetro de estos es de 40 mm, colocándose un montante de agua fría y otro de agua caliente. En todo momento estos montantes son registrables.

CONTADOR

Para la lectura del contador situado en el espacio que queda entre la piel cerámica y el cerramiento de vidrio, se instala una caja de registro para permitir el acceso a los técnicos encargados de la lectura. Al ser solo necesario la instalación de un contador general para todo el edificio hace que la lectura del mismo sea más fácil.

APARATOS INSTALADOS

- BIBLIOTECA

Aseo común: 1 lavabo, 1 inodoro

CAFETERÍA

Barra de la Cafetería: 1 lavabo

Aseo Masculino: 1 inodoro

1 lavabo en común

Aseo femenino: 1 inodoro

- NAVE DE ENSAYOS

Vestuario/Aseo Masculino: 3 lavabos, 3 inodoros, 3 tomas de agua auxiliares: 11 aparatos

Vestuario/Aseo Femenino: 3 lavabos, 3 inodoros, 3 tomas de agua auxiliares: 11 aparatos

Tomas de agua auxiliares registrables en pilares: 4

Piscinas: 17 en total

1.5. DIMENSIONADO DE LA RED DE AF

Se ha dimensionado siguiendo lo indicado en el CTE DB HS 4.

5.1. CAUDAL DE CADA UNO DE LOS TRAMOS DE LA INSTALACIÓN.

Para el cálculo del caudal instantáneo mínimo de cada uno de los tramos se considera un coeficiente de simultaneidad k_A en los casos en los que no se prevea que se usen a la vez todos los aparatos.

$$K_A = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

2. MEMORIA DE CÁLCULO DE AGUA FRÍA

2.1. AF

Coefficientes de simultaneidad

Vestuario/Aseo Masculino (Nave ensayos)

$$kn = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{11-1}} = 0.316$$

$$Q_{\text{vestuario}} = 0.316 \times 1 \text{ l/s} = 0.316 \text{ l/s}$$

Vestuario/Aseo Femenino (Nave ensayos)

$$kn = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{11-1}} = 0.316$$

$$Q_{\text{vestuario}} = 0.316 \times 1 \text{ l/s} = 0.316 \text{ l/s}$$

Aseo común (Biblioteca)

$$kn = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{2-1}} = 1$$

$$Q_{\text{laboratorio}} = 1 \times 1 \text{ l/s} = 1 \text{ l/s}$$

Aseo Masculino y Femenino (Cafetería)

$$kn = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{2-1}} = 1$$

$$Q_{\text{laboratorio}} = 1 \times 1 \text{ l/s} = 1 \text{ l/s}$$

Caudales punta

Vestuario/Aseo Masculino (Nave ensayo)

APARATOS	NÚMERO DE APARATOS	CAUDAL INSTANTANEO MÍNIMO (L/S) Q_{INSTA}	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD K_A	CAUDAL (L/S) Q_A
LAVABO	3	0.1	0,316	0,0948
INODORO	3	0.1	0,316	0,0948

$$Q_{\text{ATOTAL}}: 0.189 \text{ l/s}$$

Vestuario/Aseo Femenino (Nave ensayo)

APARATOS	NÚMERO DE APARATOS	CAUDAL INSTANTANEO MÍNIMO (L/S) Q_{INSTA}	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD K_A	CAUDAL (L/S) Q_A
LAVABO	3	0.1	0,316	0,0948
INODORO	3	0.1	0,316	0,0948

$$Q_{\text{ATOTAL}}: 0.189 \text{ l/s}$$

Aseo común (Biblioteca)

APARATOS	NÚMERO DE APARATOS	CAUDAL INSTANTANEO MÍNIMO (L/S) Q_{INSTA}	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD K_A	CAUDAL (L/S) Q_A
LAVABO	1	0.1	1	0,1
INODORO	1	0,1	1	0,1

$$Q_{\text{ATOTAL}}: 0,2 \text{ l/s}$$

Aseo Femenino y Masculino (Cafetería)

APARATOS	NÚMERO DE APARATOS	CAUDAL INSTANTANEO MÍNIMO (L/S) Q_{INSTA}	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD K_A	CAUDAL (L/S) Q_A
LAVABO	1	0.1	1	0,1
INODORO	2	0.1	1	0,2
PILA/FREGADERO	1	0.2	0,577	0,115

$$Q_{\text{ATOTAL}}: 0,415 \text{ l/s}$$

Tomas de agua auxiliares: 6 + 4 + 17 = 27

$$Q_{\text{ATOTAL}}: 4,05 \text{ l/s}$$

Caudal punta del edificio

Se calcula el coeficiente de simultaneidad, k, para todo el Centro de Investigación Marina, que depende del número de unidades, N, consideradas.

El número de unidades, N, a considerar son:

- 1 unidad de aseo común en biblioteca.
- 1 unidad de aseos femeninos en cafetería.
- 1 unidad de aseos masculinos en cafetería.
- 1 unidad de pilas/fregaderos en cafetería.
- 17 unidades de piscina en nave de ensayos.
- 1 unidad de aseos masculinos en planta superior.
- 1 unidad de aseos femeninos en planta superior.

$$k_{centro} = \frac{19+N}{10 \times (N+1)} = \frac{19+23}{10 \times (23+1)} = 0.175 < 0.25 \quad \text{Nota: cogemos 0.25 como la } k_{centro} \text{ ya que no puede ser menor que este valor}$$

$$Q_{puntaedificio} = k_{CENTRO} \times \sum Q_{puntacentro} = 0.25 \times (0,189 + 0,189 + 0,2 + 0,415 + 0,15 \times (6+4+17))$$

$$Q_{puntaedificio} = 1,26075 \text{ l/s}$$

Calculo del diámetro teórico de la acometida + Tubo alimentación:

$$Q = V \times \frac{\pi \times D \times D}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{V \times \pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.00126075}{1 \times \pi}} = 0.04006 \text{ m} = 40,06 \text{ mm}$$

Tubo de alimentación de Acero galvanizado:

DN 50, diámetro interior 59,7 mm

Diámetro cálculo: 60,3 mm

Área: 0,0288 m²

V = 0,5921 m/s

NBR 5580													
		DIÁMETRO EXTERNO			LEVE			MÉDIO			PESADO		
TAMANHO NOMINAL		BÁSICO	MINIMO	MAXIMO	PESO			PESO			PESO		
					ESPESSURA (mm)	PRETO (Kg/m)	GALVANIZADO (Kg/m)	ESPESSURA (mm)	PRETO (Kg/m)	GALVANIZADO (Kg/m)	ESPESSURA (mm)	PRETO (Kg/m)	GALVANIZADO (Kg/m)
15	1/2	21,3	21,0	21,7	2,25	1,060	1,108	2,65	1,220	1,267	3,00	1,350	1,396
20	3/4	26,9	26,5	27,1	2,25	1,370	1,432	2,65	1,580	1,641	3,00	1,770	1,830
25	1	33,7	33,3	34,0	2,65	2,030	2,108	3,35	2,510	2,586	3,75	2,770	2,845
32	1 1/4	42,4	42,0	42,7	2,65	2,600	2,700	3,35	3,230	3,328	3,75	3,570	3,667
40	1 1/2	48,3	47,9	48,6	3,00	3,350	3,464	3,35	3,710	3,833	3,75	4,120	4,232
50	2	60,3	59,7	60,7	3,00	4,240	4,384	3,75	5,230	5,372	4,50	6,190	6,330
65	2 1/2	76,1	75,3	76,3	3,35	6,010	6,192	3,75	6,690	6,872	4,50	7,950	8,130
80	3	88,9	88,0	89,4	3,35	7,070	7,285	4,00	8,380	8,593	4,50	9,370	9,582
90	3 1/2	101,6	100,3	102,1	3,75	9,050	9,296	4,25	10,200	10,445	5,00	11,910	12,153
100	4	114,3	113,1	114,9	3,75	10,220	10,498	4,50	12,180	12,456	5,60	15,010	15,283
150	6	165,1	163,9	166,5	-	-	-	5,00	19,740	20,142	5,60	22,030	22,431

Perdidas

1.- Filtro: 2mca

2.- Contador general

k = 5.6

v = 1 m/s → diámetro teórico: 60,3 mm → diámetro comercial: DN 50

si el caudal circundante es Q = 1,26075 l/s → V = 0,5921 m/s

$$h = k \times \frac{V \times V}{2 \times g} = 5,6 \times \frac{0,5921 \times 0,5921}{2 \times 9,8} = 0.10 \text{ mca}$$

3.- Válvula retención general

k = 5

v = 1 m/s → diámetro teórico: 60,3 mm → diámetro comercial: DN 50

si el caudal circundante es Q = 1,6744 l/s → V = 0,5921 m/s

$$h = k \times \frac{V \times V}{2 \times g} = 5 \times \frac{0,5921 \times 0,5921}{2 \times 9,8} = 0.09 \text{ mca}$$

4.- Perdidas por fricción en tuberías

en instalación general (Acometida 3m + Tubo alimentación 7m)

$$h_f(\text{mca}) = \frac{j(\text{mmca} / \text{m})}{1000} (L_{\text{real}}(\text{m}) \times 1.2)$$

$$h_f(\text{mca}) = \frac{36}{1000} (10 \times 1.2) = 0.432 \text{ mca}$$

desde contador hasta cualquier punto de la instalación

$$h_f(\text{mca}) = \frac{j(\text{mmca} / m)}{1000} (L_{\text{ins}} (m) \times 1.2)$$

$$h_f(\text{mca}) = \frac{36}{1000} (L_{\text{ins}} (m) \times 1.2) = 0.043 L_{\text{ins}} (m)$$

Pérdidas totales del filtro + contador general + válvula retención general

Elemento	Q (l/s)	D (mm)	V (m/s)	k	hm (mca)
Filtro					2
Contador general	1,2607	60,3	0,5921	5.6	0,10
Válvula retención general	1,2607	60,3	0,5921	5	0,09
Total tramo					2,19

Calculo presión mínima (en el punto más desfavorable de la instalación, lavabo biblioteca)

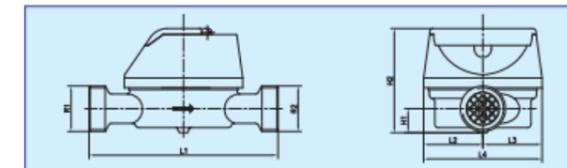
- Presión entrada en el grifo del laboratorio (planta inferior)

$$\frac{P_{\text{centro}}}{\gamma} = \frac{P_{\text{red}}}{\gamma} + Z_{\text{red}} - Z_{\text{cen}} - (\Sigma h_f + \Sigma h_m)$$

Contadores, fabricante Cohisa y CONTHIDRA
Modelo Combi

Modelo CZSJ (contador general)

La familia de equipos **SINGLE JET** comprende los calibres **50, 65, 80 y 100 mm**. Su funcionamiento se basa en una mecánica de tipo velocidad con entrada de chorro único que incide directamente en las palas; ésta es la única pieza móvil del equipo.



Características Metroológicas

Diámetro Nominal	DN	mm	13	15	20
Caudal Nominal	Qn	m³/h	1,5	1,5	2,5
Caudal Máximo	Qmax	m³/h	3	3	5
Caudal de Transición	Qt	l/h	120	120	200
Caudal Mínimo	Qmin	l/h	30	30	50
Caudal de Arranque		l/h	6	6	11
Temperatura máxima	T ^º	ºC			
Agua fría			30	30	30
Agua caliente			90	90	
Presión máxima admisible	PN	bar	16	16	16
Indicaciones de cuadrante					
Lectura máxima		m³		99 999	
División mínima de lectura		l		0,05	
Clase Metroológica CEE					
B en horizontal y A en vertical					
Certificado de homologación CEE					
	AF (30ºC)	B99 331.01	B99 331.01	B99 331.02	
	AC (90ºC)	Bo4 414 01	Bo4 414 0		

Dimensiones y pesos

Diámetro Nominal	DN	mm	13	15	20
Roscas del contador	R1-R2	"	3/4-1/2LL	7/8-3/4	3/4-3/4
Longitud	L1	mm	100	115	115
Altura	H1	mm	14	14	16,5
	H2	mm	63	63	65,5
Anchura	L4	mm	69,4	69,4	69,4
Peso		Kg	0,426	0,410	0,469



COMBI

CHORRO ÚNICO Clase B

Para agua fría (30ºC) y agua caliente (90ºC)
Pre-equipado con tecnología inductiva para la lectura remota



3. MEMORIA DE CÁLCULO DE AGUA CALIENTE

3.1. Fontanería

Coefficientes de simultaneidad

Vestuario/Aseo Masculino (Nave ensayos)

$$kn = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{6-1}} = 0.689$$

$$Q_{\text{vestuario}} = 0.689 \times 1 \text{ l/s} = 0.689 \text{ l/s}$$

Vestuario/Aseo Femenino (Nave ensayos)

$$kn = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{5-1}} = 0.809$$

$$Q_{\text{vestuario}} = 0.809 \times 1 \text{ l/s} = 0.809 \text{ l/s}$$

Aseo común (Biblioteca)

$$kn = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{2-1}} = 1$$

$$Q_{\text{laboratorio}} = 1 \times 1 \text{ l/s} = 1 \text{ l/s}$$

Aseo Masculino y Femenino (Cafetería)

$$kn = \frac{1}{\sqrt{n-1}} = \frac{1}{\sqrt{2-1}} = 1$$

$$Q_{\text{laboratorio}} = 1 \times 1 \text{ l/s} = 1 \text{ l/s}$$

Caudales punta

Vestuario/Aseo Masculino (Nave ensayo)

APARATOS	NÚMERO DE APARATOS	CAUDAL INSTANTANEO MÍNIMO (L/S) Q_{INSTA}	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD K_A	CAUDAL (L/S) Q_A
LAVABO	3	0.1	0,689	0,2067
TOMAS AUX.	3	0.15	0,689	0,31

$$Q_{\text{ATOTAL}} = 0,51675 \text{ l/s}$$

Vestuario/Aseo Femenino (Nave ensayo)

APARATOS	NÚMERO DE APARATOS	CAUDAL INSTANTANEO MÍNIMO (L/S) Q_{INSTA}	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD K_A	CAUDAL (L/S) Q_A
LAVABO	3	0.1	0,689	0,2067
TOMAS AUX.	2	0.15	0,689	0,2067

$$Q_{\text{ATOTAL}} = 0,4134 \text{ l/s}$$

Aseo común (Biblioteca)

APARATOS	NÚMERO DE APARATOS	CAUDAL INSTANTANEO MÍNIMO (L/S) Q_{INSTA}	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD K_A	CAUDAL (L/S) Q_A
LAVABO	1	0.1	1	0,1

$$Q_{\text{ATOTAL}} = 0,1 \text{ l/s}$$

Aseo Femenino y Masculino (Cafetería)

APARATOS	NÚMERO DE APARATOS	CAUDAL INSTANTANEO MÍNIMO (L/S) Q_{INSTA}	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD K_A	CAUDAL (L/S) Q_A
LAVABO	1	0.1	1	0,1

Q_{ATOTAL} : 0,1 l/s

Barra (Cafetería)

APARATOS	NÚMERO DE APARATOS	CAUDAL INSTANTANEO MÍNIMO (L/S) Q_{INSTA}	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD K_A	CAUDAL (L/S) Q_A
PILA/FREGADERO	2	0.2	1	0,4

Q_{ATOTAL} : 0,4 l/s

Caudal punta del edificio

Se calcula el coeficiente de simultaneidad, k, para todo el Centro de Investigación Marina, que depende del número de unidades, N, consideradas.

El número de unidades, N, a considerar son:

- 1 unidad de aseo común en biblioteca.
- 1 unidad de aseos masculino/femenino en cafetería.
- 1 unidad de pilas/fregaderos en cafetería.
- 1 unidad de aseos masculinos en nave ensayo
- 1 unidad de aseos femeninos en nave ensayo

$$k_{centro} = \frac{19+N}{10 \times (N+1)} = \frac{19+5}{10 \times (5+1)} = 0,4$$

$$Q_{puntaedificio} = k_{CENTRO} \times \sum Q_{puntaedificio} = 0.4 \times (0,51675 + 0,4134 + 0,1 + 0,1 + 0,4)$$

$$Q_{puntaedificio} = 0,61206 \text{ l/s}$$

Este caudal corresponde únicamente al agua caliente de ACS, a la que habrá que sumarle el correspondiente a la instalación de calefacción.

Para tener una idea de los diámetros mínimos a instalar en la instalación propuesta, acudimos a la tabla 4.2 del DB-HS apartado 4.

Tabla 4.2 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos

Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero	Tubo de cobre o plástico (mm)
Lavamanos	1/2	12
Lavabo, bidé	1/2	12
Ducha	1/2	12
Bañera <1,40 m	3/4	20
Bañera >1,40 m	3/4	20
Inodoro con cisterna	1/2	12
Inodoro con fluxor	1- 1 1/2	25-40
Urinario con grifo temporizado	1/2	12
Urinario con cisterna	1/2	12
Fregadero doméstico	1/2	12
Fregadero industrial	3/4	20
Lavavajillas doméstico	1/2 (rosca a 3/4)	12
Lavavajillas industrial	3/4	20

SANEAMIENTO

1. EVACUACIÓN DE AGUAS

Caracterización y cuantificación de las exigencias

- Deben disponerse cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.
- Las tuberías de la red de evacuación deben tener el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y ser autolimpiables. Debe evitarse la retención de aguas en su interior.
- Los diámetros de las tuberías deben ser los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.
- Las redes de tuberías deben diseñarse de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben disponerse a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables. En caso contrario deben contar con arquetas o registros.
- Se dispondrán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.
- La instalación no debe utilizarse para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

Diseño de la instalación

Condiciones generales y configuración de la evacuación

Los colectores del edificio desaguarán por gravedad. La instalación será separativa mezclando pluviales y fecales solamente justo antes de verter a la red de alcantarillado público. La arqueta en la que se juntan dispondrá de un cierre hidráulico para evitar la transmisión de gases entre el sistema de pluviales y el de fecales. No existen residuos agresivos ni residuos que necesiten tratamiento alguno previo a su vertido a la red.

Elementos de la instalación

Los distintos elementos de la instalación, sus características respecto a diámetro de bajantes, pendiente, tipo de cierres utilizados, así como su trazado están definidos en los planos del apartado de Saneamiento. Todos los elementos de la instalación seguirán lo descrito en el apartado 3.3 del presente DB-HS 5.

Dimensionado de la instalación

Se aplica un procedimiento de dimensionado para un sistema separativo, es decir, debe dimensionarse la red de aguas residuales por un lado y la red de aguas pluviales por otro, de forma separada e independiente y, posteriormente, mediante las oportunas conversiones, dimensionar un sistema mixto.

Se utiliza el método de adjudicación del número de unidades de desagüe (UD) a cada aparato sanitario teniendo en cuenta que son de uso público.

Dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales

Dimensionado sifón y derivaciones individuales

sifones y las derivaciones individuales correspondientes se establecen en la Tabla 4.1 en función del uso.

Para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, tales como los de los equipos de climatización, las bandejas de condensación, etc., debe tomarse 1ud para 0,03dm³/s de caudal estimado.

Los diámetros indicados en la Tabla 4.1 se consideran válidos para ramales individuales cuya longitud sea igual a 1,50m. Para ramales mayores debe efectuarse un cálculo pormenorizado, en función de la longitud, la pendiente y el caudal a evacuar.

Para el cálculo de las unidades de aparatos sanitarios o equipos que no estén incluidos en la Tabla 4.2, pueden utilizarse los valores que se indican en la Tabla 4.2 en función del diámetro del tubo de desagüe.

Los sifones individuales deben tener el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada. Los botes sifónicos deben tener el número y tamaño de entradas adecuado y una altura suficiente para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

Se adjunta un resumen de los aparatos que se van a utilizar en el proyecto, así como las unidades de descarga de cada uno y sus correspondientes diámetros (Tabla 1)

Ramales colectores

Los ramales seguirán para su cálculo la Tabla 4.3 del presente DB. Véase planos en el correspondiente apartado de Saneamiento.

Bajantes de aguas residuales

El dimensionado de las bajantes debe realizarse de forma tal que no se rebase el límite de ± 250 Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea mayor que 1/3 de la sección transversal de la tubería.

Las desviaciones con respecto a la vertical forman siempre un ángulo con la misma menor que 45°, por lo que no se requiere ningún cambio de sección.

Las bajantes seguirán para su cálculo la Tabla 4.4 del presente DB.

Colectores de aguas residuales

Los colectores seguirán para su cálculo la Tabla 4.5 del presente DB.

Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales

Red de pequeña evacuación

El área de la superficie de paso del elemento filtrante de una caldereta debe estar comprendida entre 1,5 y 2 veces la sección recta de la tubería a la que se conecta.

El número mínimo de sumideros que deben disponerse es el indicado en la Tabla 4.6, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven.

El número de puntos de recogida debe ser suficiente para que no haya desniveles mayores que 150mm y pendientes máximas del 0,5%, y para evitar una sobrecarga excesiva de la cubierta. Véase planos en el correspondiente apartado de Saneamiento.

Bajantes

El diámetro de las bajantes corresponde a la superficie en proyección horizontal. Se obtiene en la Tabla 4.8. Teniendo en cuenta la intensidad pluviométrica en nuestro proyecto situado en Castellón (Zona B. Isoyeta 70) es de 150 mm/h, los paños de cubierta estarán dimensionados de la forma correcta.

Colectores

Los colectores seguirán para su cálculo la Tabla 4.9 del presente DB.

Dimensionado de la red de ventilación

Ventilación primaria

La ventilación primaria debe tener el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación. Además, a ella se conectará una columna de ventilación secundaria.

Accesorios

Arquetas de registro

En la tabla 4.13 adjunta, se obtienen las dimensiones mínimas necesarias (longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta en función del diámetro del colector de salida de ésta.

Construcción

Se deberá cumplir con todo lo suscrito en la sección 5 del DB-HS 5.

Productos de construcción

Las instalaciones de saneamiento se ejecutarán con PVC cumpliendo las normas UNE EN 1329-1:1999, UNE EN 1401-1:1998, UNE EN 1453-1:2000, UNE EN 1456-1:2002, UNE EN 1566-1:1999.

2. MEMORIA DE CÁLCULO

2.1 DIMENSIONADO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES (BIBLIOTECA)

2.1.1 Estimación del número de unidades de desagüe y sus diámetros mínimos (tabla 4.1)

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual [mm]	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoros	Con cisterna	5	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	-	-	50
	Suspendido	-	2	40
	En batería	-	3,5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0,5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100

Aseos Biblioteca

- 1 Lavabo: 2 UDs
 - 1 Inodoro: 5 UDs
- } 7 UDs

2.1.2 Cálculo de los diámetros de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector (tabla 4.3)

Diámetro mm	Máximo número de UDs		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	-	1	1
40	-	2	3
50	-	6	8
63	-	11	14
75	-	21	28
90	47	60	75
110	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1.150	1.680

RAMALES COLECTORES APARATOS - BAJANTE

Bajante	UDD	m ²	Ø tabla (2%)
Aseos Biblioteca	7	--	63 mm

2.1.3 Cálculo de bajantes (tabla 4.4)

Diámetro, mm	Máximo número de UDs , para una altura de bajante de:		Máximo número de UDs , en cada ramal para altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9
75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1.100	280	200
160	1.208	2.240	1.120	400
200	2.200	3.600	1.680	600
250	3.800	5.600	2.500	1.000
315	6.000	9.240	4.320	1.650

BAJANTES

Bajante	UDD	m ²	Ø tabla
B	7	--	90 mm

2.1.4 Cálculo de colectores horizontales (tabla 4.5)

Diámetro mm	Máximo número de UDs		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	-	20	25
63	-	24	29
75	-	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1.056	1.300
200	1.600	1.920	2.300
250	2.900	3.500	4.200
315	5.710	6.920	8.290
350	8.300	10.000	12.000

COLECTORES HORIZONTALES PB

Bajante	UDD	m ²	Ø tabla
B1 -	7	--	63 (110) mm

La norma nos indica que es conveniente utilizar diámetros de 110 mm para la evacuación de aguas residuales procedentes de inodoros. Establecemos este diámetro como mínimo para los colectores.

2.2 DIMENSIONADO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES (CAFETERÍA)

2.2.1 Estimación del número de unidades de desagüe y sus diámetros mínimos (tabla 4.1)

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual [mm]	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoros	Con cisterna	5	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	4	-	50
	Suspendido	2	-	40
	En batería	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	3	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	2	-	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

Aseos Biblioteca

- 2 Lavabo: 4 UDs
 - 2 Inodoro: 10 UDs
- } 14 UDs

2.2.2 Cálculo de los diámetros de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector (tabla 4.3)

Diámetro mm	Máximo número de UDs		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	-	1	1
40	-	2	3
50	-	6	8
63	-	11	14
75	-	21	28
90	47	60	75
110	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1.150	1.680

RAMALES COLECTORES APARATOS - BAJANTE

Bajante	UDD	m ²	Ø tabla (2%)
Aseos Cafetería	14	--	110 mm

2.2.3 Cálculo de bajantes (tabla 4.4)

Diámetro, mm	Máximo número de UDs , para una altura de bajante de:		Máximo número de UDs , en cada ramal para altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9
75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1.100	280	200
160	1.208	2.240	1.120	400
200	2.200	3.600	1.680	600
250	3.800	5.600	2.500	1.000
315	6.000	9.240	4.320	1.650

BAJANTES

Bajante	UDD	m ²	Ø tabla
C	14	--	90 mm

2.2.4 Cálculo de colectores horizontales (tabla 4.5)

Diámetro mm	Máximo número de UDs		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	-	20	25
63	-	24	29
75	-	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1.056	1.300
200	1.600	1.920	2.300
250	2.900	3.500	4.200
315	5.710	6.920	8.290
350	8.300	10.000	12.000

COLECTORES HORIZONTALES PB

Bajante	UDD	m ²	Ø tabla
C	14	--	63 (110) mm

2.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES (NAVE ENSAYOS)

2.3.1 Estimación del número de unidades de desagüe y sus diámetros mínimos (tabla 4.1)

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual [mm]	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoros	4	5	100	100
	Con cisterna	8	100	100
	Con fluxómetro	-	-	-
Urinario	-	4	-	50
	Pedestal	-	-	40
	Suspendido	-	-	-
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	3	6	40	50
	De cocina	-	-	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	7	-	100	-
	Inodoro con cisterna	8	-	100
	Inodoro con fluxómetro	-	-	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	6	-	100	-
	Inodoro con cisterna	8	-	100
	Inodoro con fluxómetro	-	-	-

Vestuarios/Aseos Masculinos

- 3 Lavabos: 3 UDs
 - 3 Inodoros: 12 UDs
 - 3 Tomas: 3 UDs
- } 18 UDs

Vestuarios/Aseos Femeninos

- 3 Lavabos: 3 UDs
 - 3 Inodoros: 12 UDs
 - 3 Tomas: 3 UDs
- } 18 UDs

2.3.2 Cálculo de los diámetros de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector (tabla 4.3)

Diámetro mm	Máximo número de UDs		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	-	1	1
40	-	2	3
50	-	6	8
63	-	11	14
75	-	21	28
90	47	60	75
110	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1.150	1.680

RAMALES COLECTORES APARATOS - BAJANTE PLANTA CENTRO INVESTIGACIÓN MARÍTIMA

Bajante	UDD	m ²	Ø tabla (2%)
Aseos M	18	--	90 mm
Aseos F	18	--	90 mm

2.3.3 Cálculo de colectores horizontales (tabla 4.5)

Diámetro mm	Máximo número de UDs			
	Pendiente			
	1 %	2 %	4 %	
50	-	20	25	
63	-	24	29	
75	-	38	57	
90	96	130	160	
110	264	321	382	
125	390	480	580	
160	880	1.056	1.300	
200	1.600	1.920	2.300	
250	2.900	3.500	4.200	
315	5.710	6.920	8.290	
350	8.300	10.000	12.000	

COLECTORES HORIZONTALES P. CENTRO INVESTIGACIÓN MARINA

Bajante	Ø tabla
B - A1	110 mm
A1 - A2	200 mm
A3 - A4	200 mm
A4 - A5	200 mm
A5 - ACOMETIDA	250 mm

2.4 DIMENSIONADO DE LA RED DE AGUAS PLUVIALES



Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Isoyeta	Intensidad Pluviométrica i (mm/h)											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Teniendo en cuenta la ubicación del edificio, la intensidad pluviométrica se corresponde con: Zona B, Isoyeta 70 = 150 mm/h

$i = 150 \text{ mm/h}$, $f = 150/100 = 1,5$

2.4.1 Cálculo de pequeña evacuación (tabla 4.6)

Nº de puntos de recogida suficientes para que no haya:

- desniveles superiores a 150 mm
- pendientes superiores al 0,5 % (evitar sobrecarga excesiva en cubierta)

Superficie de cubierta en proyección horizontal [m ²]	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

2.4.2 Cálculo de bajantes de aguas pluviales (tabla 4.8)

Diámetro nominal bajante mm.	Superficie servida proyección horizontal, m ²
50	65
63	113
75	177
90	318
110	580
125	805
160	1.544
200	2.700

BAJANTES

- Cada módulo de cubierta tiene una superficie de 81 m², se utilizará una bajante de 63 mm que se colocará junto al pilar y quedará oculto por la chapa.

2.4.3 Cálculo de colectores de aguas pluviales (tabla 4.9)

Se calculan a sección llena en régimen permanente
Se obtienen en función de su pendiente y la superficie servida en la tabla

Diámetro nominal colector mm.	Superficie proyectada, m ²		
	Pendiente del colector		
	1 %	2 %	4 %
90	125	178	253
110	229	323	458
125	310	440	620
160	614	862	1.228
200	1.070	1.510	2.140
250	1.920	2.710	3.850
315	2.016	4.589	6.500

COLECTORES HORIZONTALES CAFETERÍA y BIBLIOTECA

Bajante	m ²	Ø tabla
B1,B2,B5,B6,B9,B10,B11	567	160 mm
B3,B4,B7,B8	324	125 mm

- Los colectores de las bajantes pluviales de las cubiertas de la cafetería, de la biblioteca y del espacio exterior común de acceso, dirigen sus aguas a la arqueta A5, estando repartidos en dos sectores. El primero que afecta a 7 cubiertas, lo que conlleva la evacuación de 567 m² y por tanto utilizándose un diámetro de 160 mm. El segundo sector afecta a 4 cubiertas, evacuándose 324 m², llegando esta derivación a la arqueta con un conducto de 125 mm.

COLECTORES HORIZONTALES DE LA NAVE DE ENSAYOS

- Los colectores horizontales de la nave de ensayos están divididos en tres sectores de circulación.

Bajante	m ²	Ø tabla
B12,B13,B14,B15,B16,B17,B18,B19	648	200 mm
B20,B21,B22,B23,B24,B25	486	160 mm
B26,B27,B28,B29,B30,B31,B32	567	160 mm

- SECTOR 1 (a arqueta A1)

El primer sector dirigirá sus aguas a la arqueta A1, evacuando los 648 m² que abarcan 8 cubiertas y empleándose un conducto de 200 mm de diámetro.

- SECTOR 2 (a arqueta A2)

Los colectores de las bajantes del segundo sector dirigen sus aguas a la arqueta A2, llegando a ésta con un conducto de 160 mm. Esto afecta 6 cubiertas, que supone evacuar el de agua recogida en un área de 486 m².

- SECTOR 3 (a arqueta A3)

En el tercer sector se recoge el agua de lluvia de una zona de 567 m², procedente de la recogida en 7 cubiertas. Los colectores horizontales llegan a la arqueta A4 con un conducto de diámetro 160 mm.

2.3 DIMENSIONADO DEL COLECTOR DE SALIDA DE AGUAS RESIDUALES + PLUVIALES

Colectores tipo mixto

Se transformarán las UD de residuales a m2 equivalentes de pluviales
 Se suman los m2 de pluviales con los m2 equivalentes de residuales
 Se determina el diámetro del **colector** en la tabla correspondiente anterior
 Equivalencias UD con m2 (para $i = 100$ mm/h)
 si no $UD \leq 250 \rightarrow$ superficie equivalente = 90 m2

En nuestro caso, como disponemos de un total de 69 Unidades en todo el espacio del proyecto, sumamos un área de 90 m2 a la superficie total de recogida e agua, por tanto, el colector lo dimensionaremos con un área de recogida total $a = St: 2702,1 + 90 = 2792,1$ m2

Diámetro nominal colector mm.	Superficie proyectada, m ²		
	Pendiente del colector		
	1 %	2 %	4 %
90	125	178	253
110	229	323	458
125	310	440	620
160	614	862	1.228
200	1.070	1.510	2.140
250	1.920	2.710	3.850
315	2.016	4.589	6.500

2.4 DIMENSIONAMIENTO DE LA ARQUETA DE SALIDA

En función del colector de salida, se obtienen: L, longitud
 A, anchura

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
70 x 80	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

2.5 DIMENSIONAMIENTO DE LAS REDES DE VENTILACIÓN

2.5.1 Cálculo ventilación primaria:

- Para la ventilación primaria de la bajante de los aseos situados en el bar de la plataforma del espacio público, utilizaremos el sistema llamado "MAXI-VENT". Este sistema permite la opción de no tener que levantar la ventilación primaria al menos los metros necesarios citados en la normativa del CTE (1,80 m). Se puede sustituir la prolongación de la tubería bajante por una válvula de aireación Maxi-Vent. En este caso no es necesario atravesar la cubierta, ya que esta válvula permite la toma del aire necesario para la ventilación del sistema pero evita la salida de los malos olores al exterior.
- La ventilación primaria debe tener el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación, aunque en ella se conecte una columna de ventilación secundaria.

2.5.2 Cálculo ventilación secundaria (tabla 4.11):

- Es necesario que la ventilación secundaria tenga un diámetro uniforme en toda su sección, así como la mitad del diámetro de la bajante a la que se adosa como mínimo.
- Disponemos un tubo independiente paralelo a la bajante con conexiones a esta en los extremos. La última conexión debe estar mínimo 1m por encima del aparato más alto.

Diámetro de bajante mm	UDs.	Diámetro de la columna de ventilación secundaria mm									
		32	40	50	63	65	80	100	125	150	200
		Máxima longitud efectiva, m									
32	2	9									
40	8	15	45								
50	10	8	30								
	24	7	14	40							
63	19		13	38	100						
	40		10	32	90						
75	27		10	25	68	130					
	54		8	20	63	120					
90	65			14	30	93	175				
	153			12	26	58	145				
110	180				15	56	97	290			
	360				10	51	79	270			
	740				8	48	73	220			
125	300				6	45	65	100	300		
	540					42	57	85	250		
	1.100					40	47	70	210		
160	696						32	47	100	340	
	1.048						31	40	90	310	
	1.960						25	34	60	220	
200	1.000							28	37	202	380
	1.400							25	30	185	360
	2.200							19	22	157	330
	3.600							18	20	150	250
250	2.500							10	18	75	150
	3.800								16	40	105
	5.600								14	25	75
315	4.450								7	8	15
	6.508								6	7	12
	9.046								5	6	10

CLIMATIZACIÓN

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BOMBA DE CALOR REVERSIBLE

1.2. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE CALOR REVERSIBLE AIRE-AGUA.

1.3. RENDIMIENTO

1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

El objetivo de la instalación de climatización será mantener la temperatura, humedad y calidad del aire dentro de los límites aplicables en cada caso. El diseño de la instalación debe cumplir las disposiciones establecidas en CTE.

La variedad de actividades del proyecto y la diferente dimensión de los espacios condiciona en gran medida el dimensionado, la clase y la colocación del sistema de climatización.

Los aspectos a tener en cuenta al plantear el diseño de la instalación han sido:

Regulación de temperatura dentro de unos límites considerables óptimos para la calefacción y refrigeración.

Regulación de la humedad, especialmente en el edificio donde se realizarán las diferentes actividades, con el fin de crear el confort adecuado para el usuario.

Movimiento de aire, incrementando por tanto la cantidad de calor disipado.

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE BOMBA CALOR REVERSIBLE AIRE-AGUA.

Debido al volumen que se desea climatizar y buscando optimizar el uso, en el edificio propuesto se optará por una bomba de calor reversible aire-agua, que es aquella de la que se toma el calor del aire para ser cedido al agua. En el caso del proyecto este efecto es reversible, por lo que se podrán satisfacer las necesidades del usuario tanto en verano como en invierno. Esta bomba se situará en un cuarto específico para tal efecto.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE CALOR REVERSIBLE AIRE-AGUA.

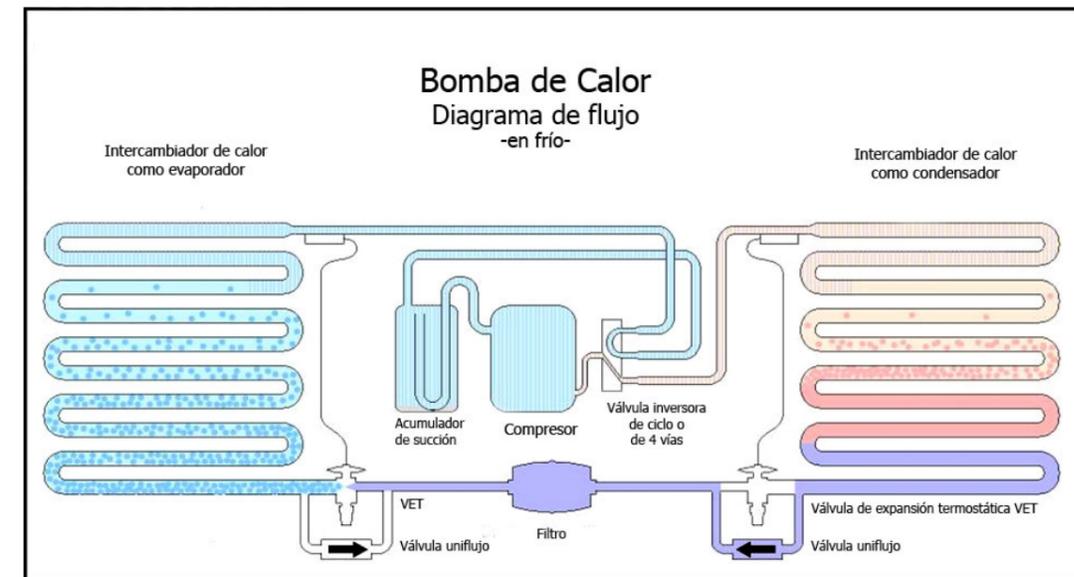
Una bomba de calor de refrigeración por compresión emplea un fluido refrigerante con un bajo punto de ebullición. Éste requiere energía (denominada calor latente) para evaporarse, y extrae esa energía de su alrededor en forma de calor.

El fluido refrigerante a baja temperatura y en estado gaseoso pasa por un compresor, que eleva su presión y aumenta con ello su entalpía. Una vez comprimido el fluido refrigerante, pasa por un intercambiador de calor llamado 'condensador', y ahí cede calor al foco caliente, dado que el fluido refrigerante (que ha salido, recordémoslo, del compresor) está aún más caliente que ese foco caliente. En cualquier caso, al enfriarse el fluido refrigerante en el condensador (gracias a la cesión de calor al foco caliente), cambia su estado a líquido. Después, a la salida del condensador, se le hace atravesar una válvula de expansión, lo cual supone una brusca caída de presión (se recupera la presión inicial). A esa presión mucho menor que la que había en el condensador, el fluido refrigerante empieza a evaporarse. Este efecto se aprovecha en el intercambiador de calor llamado evaporador que hay justo después de la válvula de expansión. En el evaporador, el fluido refrigerante (a mucha menos presión que la que había en el condensador) empieza a evaporarse, y con ello absorbe calor del foco frío, puesto que el propio fluido está más frío que dicho foco. El fluido evaporado regresa al compresor, cerrándose el ciclo.

La válvula inversora de ciclo o válvula inversora de cuatro vías se encuentra a la salida (descarga) del compresor y, según la temperatura del medio a climatizar (sensada en la presión de refrigerante antes de ingresar al compresor), invierte el flujo del refrigerante.

El principio de funcionamiento de la bomba de calor resumido en 4 pasos:

1. El fluido refrigerante se encuentra en un principio en estado líquido, a baja temperatura y presión. El aire pasa a través del evaporador, donde el fluido refrigerante absorbe la temperatura ambiente y cambia de estado (a vapor). Al mismo tiempo, el aire es expulsado a una temperatura más baja.
2. El fluido refrigerante llega al paso 2 en forma de vapor pero todavía a baja presión. Este vapor pasa a través del compresor donde aumenta la presión y la temperatura.
3. Este vapor situado en el paso 3 -que se encuentra ahora con un elevado estado de energía- es el que circula por el condensador situado a lo largo del calderón donde va cediendo toda la energía al agua acumulada, volviendo así a estado líquido.
4. En el último paso del proceso, el fluido refrigerante ya en estado líquido se hace pasar por la válvula de expansión, lo que hace que recupere su presión y temperatura inicial obteniendo así de nuevo el fluido en sus condiciones iniciales para volver a iniciar el proceso.



1.3 RENDIMIENTO

La cantidad de calor que se puede bombear depende de la diferencia de temperatura entre los focos frío y caliente. Cuanto mayor sea esta diferencia, menor será el rendimiento de la máquina.

Las bombas térmicas tienen un rendimiento, denominado **COP** (*coefficient of performance*), mayor que la unidad. Aunque esto puede parecer imposible, se debe a que en realidad se está moviendo calor usando energía, en lugar de producir calor como en el caso de las resistencias eléctricas. Una parte muy importante de este calor se toma de la entalpía del aire atmosférico. En toda bomba de calor se verifica que el calor transmitido al foco caliente es la suma del calor extraído del foco frío más la potencia consumida por el compresor, que se transmite al fluido.

$$Q_C = Q_F + W$$

Dado que el efecto útil de una bomba de calor depende de su uso, hay dos expresiones distintas del COP. Si la máquina se está usando para refrigerar un ambiente, el efecto útil es el calor extraído del foco frío:

$$COP = \frac{Q_F}{W}$$

Si la bomba de calor está usándose para calentar una zona, el efecto útil es el calor introducido:

$$COP = \frac{Q_C}{W} = \frac{Q_F + W}{W}$$

Una bomba de calor típica tiene un COP de entre dos y seis, dependiendo de la diferencia entre las temperaturas de ambos focos.