

**MD.** MEMORIA DESCRIPTIVA  
**MC.** MEMORIA CONSTRUCTIVA

**alicia palau mayordomo**

**t4. julio 2011**

**CENTRO DE ARTES ESCÉNICAS**  
**EN ALMAGRO**

## **MD.** MEMORIA DESCRIPTIVA

- 01. el lugar
- 02. el programa
- 03. el teatro experimental
- 04. referencias
- 05. descripción del proyecto



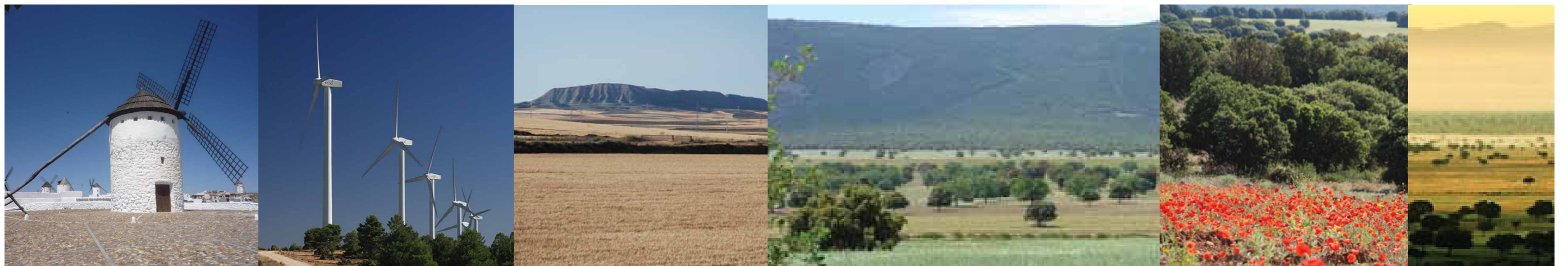
## 01. EL LUGAR

El paisaje manchego es un paisaje interminable, un lugar que no parece tener fin... sin ninguna particularidad excepto el horizonte... por ello los pequeños asentamientos de población están muy distantes unos de otros y sus terminos municipales son extensos.

Almagro es una pequeña población de la provincia de Ciudad Real.

Invita a ser observada, estudiada, vivida... irradia cultura, historia, tranquilidad...

Rodeada de campos y bellos paisajes, matizados y renovados cada estación del año... enfatizando los valores naturales de horizontalidad, aridez, cultivos agrícolas...



## BREVE RECORRIDO HISTÓRICO

Historicamente considerada como la Capital del Campo de Calatrava, se encuentra a 23 Km de Ciudad Real y 200 km de Madrid. Limita con las poblaciones de Granátula, Carrión de Calatrava, Pozuelo de Calatrava, Bolaños de Calatrava...todas ellas de similares características y ubicadas en el campo Manchego.

Se decide analizar su estructura urbana, sus características, su arquitectura tradicional... y para ello se comienza con el estudio cronológico.

### ORÍGENES.

Se desconoce exactamente el pasado prehistórico, pero es probable que existieran asentamientos en la Edad de Bronce o poblaciones Ibéricas ya que se han encontrado algunos restos en las Casas Maestrales y por el exterior del casco urbano. Con los romanos se trazaron los primeros asentamientos, los cuales interesan la tipología de casa romana. En época islámica, los nuevos asentamientos se desarrollan sobre los ya existentes y también influirán por sus materiales y formas a futuros desarrollos urbanos.

### SIGLO XIII.

Tras la reconquista y la batalla de Las Naves de Tolosa, será fundamental la influencia de las órdenes militares, repoblando estos territorios y configurando un nuevo orden social y económico que influirá a nivel urbanístico y social en las poblaciones. Almagro pasó a ser corte de Los Maestres y cabeza administrativa de la orden de Calatrava.

Así Almagro fue fundada de nueva planta por los Maestres Calatravos al comienzo del siglo XIII, aunque sobre un asentamiento existente. Los Maestres la erigirán en el siglo XIII como lugar de residencia y centro gubernativo de sus posesiones. En cuanto a formas y funciones se organizó como las llamadas "bastidas", y los primeros pobladores procederían de tierras del norte de Castilla, y de comunidades mudéjares y judías o moriscas.

### SIGLO XIV.

La villa está amurallada, tiene una parroquia, San Bartolomé el Real, edificios públicos como las carnicerías, el alhóli o pósito, la cárcel, casas del Concejo y un castillo absorbido por las Casas Maestrales.

### SIGLO XV.

La incorporación del maestrazgo a la Corona en 1487, no variará la situación, apenas un cambio de inquilino, ahora las Casas Maestrales serán habitadas por el Gobernador.

En 1493 Cisneros dirige la fundación del monasterio de franciscanos de Santa María de los Llanos, que se anexionará la iglesia del mismo nombre, también desaparecido.

Los problemas financieros del emperador Carlos hicieron a los banqueros alemanes Fugger, beneficiarios de las rentas de las minas de Almadén y los vincularon a Almagro, trayendo consigo a sus administradores; los Wessel, Xedler, ....

### SIGLOS XVI Y XVII.

La villa crece y se embellece, sale de las murallas creándose los arrabales de San Pedro, Santiago, San Ildefonso, San Juan, San Sebastián, San Lázaro. El claustral Fernando Fernández de Córdoba funda el monasterio y universidad de Nuestra Señora del Rosario, el comendador mayor D. Gutierre de Padilla el Hospital de la Misericordia y el Monasterio de la Asunción de Calatrava, se construyen la iglesia parroquial de Madre de Dios, el convento de la Encarnación, las oficinas de los Fugger y multitud de casas particulares, se reforman la iglesia de San Blas, la Plaza, el Ayuntamiento, etc.

La crisis de los últimos años del siglo XVI y comienzos del XVII no frena la fiebre constructora en Almagro, los franciscanos levantan el Convento de Santa Catalina, se instalan los agustinos, los jesuitas, los hermanos de San Juan de Dios y construyen su palacio los ascendientes del Conde de Valdeparaiso.

### SIGLO XVIII.

Almagro durante el siglo XVIII, será capital (1750-1761) gracias a los buenos oficios del Conde de Valdeparaiso, ministro de Hacienda, que también promovió la construcción de un Cuartel de Caballería. Al perder la capitalidad, Almagro recibió el título de ciudad, una ciudad en buena posición económica que contaba con una fábrica de blondas y fue afectada por el terremoto de Lisboa.

### SIGLO XIX.

La constitución urbanística y formal que apenas ha variado a lo largo de los siglos hasta el Siglo XIX, en lo que arquitectura popular se refiere. Sin embargo, la arquitectura relacionada con la nobleza o el poder económico o eclesiástico se ve influida desde el Renacimiento y el Barroco hasta el Siglo XIX.

La invasión francesa, las guerras carlistas, la desamortización de la iglesia, la ciudad sin fuerzas, sin universidad, sin recursos,...

A pesar de todo, los almagreños confían en el futuro de una ciudad moderna con Plaza de Toros (1845), telégrafo (1858), ferrocarril (1860), cuartel provincial de caballería (1863), casino y teatro (1864), luz eléctrica (1897). En 1886 se derriban las murallas y puertas de la ciudad

### SIGLO XX.

Movimientos de finales del XIX y comienzos del siglo XX como el modernismo y el racionalismo apenas actuarán a nivel epidémico por el atraso de todo tipo que afectó a estas tierras y que se agravó con el posterior despoblamiento territorial en la fase del franquismo tras la posguerra europea. Paradójicamente este aislamiento ayudó a conservar muchas poblaciones a efectos patrimoniales, a diferencia de muchas poblaciones costeras o de mayor riqueza.

En los años 50 de este siglo se restaura el Corral de Comedias, la continuación del Ayuntamiento y el conjunto de la Plaza Mayor. En 1972, Almagro es declarada Conjunto Histórico-Artístico. Se restauran y rehabilitan edificios, no solo iglesias o palacios, sino también modestas viviendas ermitas y nace el Museo del Teatro, que en el año 2004 se reubica en el recién rehabilitado edificio de los Antiguos Palacios Maestrales. Almagro se ha convertido en el referente regional de la cultura y en particular el teatro, incluso a nivel nacional e internacional



## EL PAISAJE URBANO DE ALMAGRO

Al observar Almagro desde el aire se puede diferenciar rápidamente su casco histórico ... se observa una trama compacta de calles tortuosas y estrechas con parcelas irregulares...una población que se articula a lo largo de la plaza y la calle mayor...



El derrumbe de las murallas dio lugar a la Ronda que rodea al Centro. En las zonas de contacto de las manzanas con el paso de la antigua muralla, las manzanas se adaptan y adquieren formas triangulares.

## ARQUITECTURA POPULAR

Recorriendo las calles, llama la atención el predominio del color blanco...como consecuencia de la costumbre de blanquear cada año las fachadas con una o varias manos de lechada de cal...



## MATERIALES

### A.- Piedra y tapial.

En planta baja, los muros gruesos están formados de piedra hasta la altura del zócalo y tongadas de tapial. La piedra se usa también en columnas de patios en planta baja. En la composición de jambas y dinteles de puertas de entrada y en escalones y algunos solados.

El tapial está muy extendido como elemento de cierre en corrales y patios traseros. En otros casos se utiliza un hormigón de barro. El tapial se blanquea con cal en interiores y exteriores

### B.- Ladrillo.

El empleo del ladrillo como material estructural y de refuerzo en obras predominantemente de barro, da lugar a fabricas de interesantes características plásticas; unas veces quedaa la vista sin revestimiento alguno, pero también puede encontrarse cubierto por una mano de cal aplicada.

### C.- Madera.

Material utilizado como elemento estructural y en la construcción de galerías o balcones corridos y como montantes en muros entramados.

No hay que olvidar la importancia de las carpinterías de puertas y ventanas (grandes portalones para paso de carros), contraventanas y en algunos casos en entarimados de suelos.

## LA CASA MANCHEGA EN ALMAGRO.

La casa manchega en general surge pues como respuesta a la necesidad de habitación de personas pero que así mismo albergara los animales imprescindibles para las faenas agrícolas, a los vehículos o carros y los aperos de labranza, así como los espacios suficientes para el almacenamiento de cosechas y en ésta zona además del grano, con productos típicos de la zona como la vid y el olivo.

La característica morfológica principal de la casa manchega es el patio. Un lugar de uso cotidiano y doméstico con múltiples funciones. La planta baja, suele ser generalmente soportalada y en relación con la escalera y el zaguán. En verano es muy frecuente el uso de toldo para taparlo.

En el centro del patio, un sumidero central recoge las aguas y un aljibe o pozo que se sitúa desplazado del centro del patio



en uno de los extremos o pozos en corrales. L

Las casas son bastante opacas al exterior, abren escasos y desordenados huecos a la calle. El acceso se sitúa en el extremo de la fachada, para no interrumpir la libre disposición de la crujía principal. Ésta disposición permite vistas diagonalizadas al patio desde el acceso. En su interior la casa se abre totalmente al patio, el cual articula todo el programa.

De esta trama de casas blancas de planta baja más 1, sobresalen los edificios singulares. Iglesias, edificios públicos,... adquieren un carácter rotundo, y pueden verse desde la lejanía. A su vez adquieren tonalidades distintas al blanco del manto de viviendas debido al uso de materiales como la piedra, el ladrillo visto, o los muros de adobe también vistos.



## ELEMENTOS ARQUITECTONICOS DE RELEVANCIA

- Plaza Mayor.

Es famosa su Plaza Mayor porticada en orden toscano, en su origen plaza de armas y posteriormente centro de una feria de comercio, de planta rectangular irregular y dos pisos, inspirada en las flamencas, y su famoso Corral de Comedias del siglo XVII, el único que se conserva íntegro de esa época.

La plaza Mayor es el verdadero centro neurálgico de la ciudad. Sólo debemos consultar cualquier plano de la ciudad para comprobar que es un espacio libre realmente grande justo en el centro. Un espacio generoso y ordenado, en el cual desembocan las arterias más importantes de la ciudad.

- Casas solariegas.

Al pasear por la ciudad pueden apreciarse numerosos y bien conservados portales de casas solariegas hidalgas; así, por ejemplo, en la plaza mayor, la Casa del Mayorazgo de los Molina y la de los Rosales; en la calle de las Nieves, las portadas de la Casa de los Wessel (apoderados de los Fugger) y de la Casa de los Xedler (desde cuya ubicación original, en la calle Franciscas, se trasladó hasta aquí en la posguerra), ambas del siglo XVI; al final de esta calle, la Casa del Prior y la Casa del Capellán de las Bernardas. La Casa solariega de los Oviedo está situada al final de la calle Ramón y Cajal.

- Palacios.

Existen varios palacios que dan cuenta de la importancia y realce que llegó a tener Almagro, son los siguientes.

Palacio de los Marqueses de Torremejía. Está situado en la Plaza de Santo Domingo, hoy es la escuela hogar de las Madres Dominicas.

Palacio de los Condes de Valdeparaíso. Es del siglo XVIII, actual centro cultural y residencial, propiedad de la Excm. Diputación Provincial de Ciudad Real. Este palacio perteneció a don Juan Francisco Gaona y Portocarrero, primer conde de Valdeparaíso desde el año 1705, título concedido por su matrimonio con doña María Arias de Porres Rozas y Treviño, marquesa de Añavete, de manos de Felipe V. El palacio ya existía anteriormente pero fue remodelado a finales del siglo XVII como aparece en su portada AÑO DE 1699. El edificio continuó restaurándose en el siglo XVIII a cargo de don Francisco Gaona y Portocarrero, conde de Valdeparaíso y Ministro de Hacienda de Fernando VI, adquiriendo el lujo y la suntuosidad propia de su dignatario.

Palacio de los Medrano. Situado en la calle San Agustín, es del siglo XVI.

Palacio de los Fúcares. Es en realidad un antiguo almacén construido en el siglo XVI por los Fúcares o Fugger para administrar y almacenar el mercurio procedente de las minas de Almadén y el grano procedente de las rentas de los Maestrazgos. La fachada es de ladrillo tapial y mampostería y el edificio se organiza en torno a un patio cuadrado central de estilo renacentista y dos galerías con arcos de ladrillo sostenidas por columnas de caliza, alrededor de las cuales se ubican las distintas dependencias. La primera planta está formada por arcos de medio punto sostenidos por columnas, siendo la superior de arcos carpaneles de tres puntos. En uno de los extremos del patio se ubica un pozo. Destaca el zaguán y la escalera, de tipo conventual, con su decoración en yeserías, a base de sarta de ovas y flechas (típicamente renacentista) y olas marinas, influidas por el Palacio del Marqués de Santa Cruz en el cercano Viso del Marqués. El patio, en origen, estuvo estucado como el zaguán de entrada y la escalera, pero al adquirirlo el Ayuntamiento, prefirió dejar el ladrillo visto. Tras la marcha de los Fúcares, a finales del siglo XVIII, tuvo distintos usos, siendo adquirido por el Ayuntamiento hacia 1984 procediendo a su restauración. En la actualidad es sede de la Universidad Popular de Almagro y uno de los espacios escénicos del Festival Internacional de Teatro Clásico.

- Corral de comedias.

El Corral de comedias se sitúa en la Plaza Mayor nº 18. Declarado Monumento Nacional el 4 de marzo de 1955, mantiene

la estructura original de los teatros del s. XVII y es el único completo de esa época, acaso porque se le dio uso además como mesón. Se trata de un patio de unos 300 m<sup>2</sup> rodeado de 54 pies rectos de madera de color almagre (rojo óxido) que, a su vez, se apoyan en basas de piedra para proteger a éstos de la humedad. Posee dos pisos con aposentos y ganchos para el telón que había de defender del sol y las velas o candiles de aceite. En el patio hay un pozo situado a la entrada donde debía estar la alojería para surtir de refresco a los espectadores. En la actualidad, el Corral de Comedias sigue utilizándose para la representación de obras en el Festival Internacional de Teatro Clásico. Cuenta con un aforo de unas trescientas personas.



*Plaza mayor*

*Corral de Comedias*

*Teatro Principal*

#### RELACIONES INTERESANTES

- Espacio interior – privado (El patio)
- Espacio interior – público (El Corral de Comedias)
- Espacio exterior – público (Plaza Mayor)

Son espacios que cambian el uso, la función, la escala y el carácter urbanístico y sociológico. Sin embargo es evidente que existen afinidades de una absoluta realidad. *El patio como una pequeña plaza interiorizada*. La plaza como un patio que se ha hecho al ambiente externo. Ésta constituye un conjunto a escala urbanística realizado según un proyecto previo. Esto dota al espacio de un carácter unitario pero que sin embargo mantiene un cierto espíritu popular, incluso en las formas." Parecen muy interesantes estas relaciones o vínculos. Relaciones entre lo urbano y lo doméstico, entre lo popular y lo institucional, entre lo público y lo privado. Podría ser considerada dicha relación como una ampliación del concepto casa. El patio como lugar de encuentro de la familia, la plaza como lugar de encuentro de las familias o de la gran familia que vive en la gran casa llamada ciudad. A su vez, el Patio, el Corral y la Plaza como lugares de interacción, de relación. Como lugares de representación, como patios de butacas, como corrales.

De hecho, la red de espacios escénicos del Festival de Teatro Clásico de Almagro contiene: el Patio de la Casa de los Miradores, del Palacio de Valparaíso y el Patio Mayor y la propia Plaza. Además lo componen interiores de Iglesias a modo de Halls urbanos. Es, también, curioso observar las relaciones que se establecen entre espacios morfológicamente y conceptualmente opuestos: el vacío exterior frente al interior. Pero, sin embargo, desempeñando la misma función.

En resumen, son espacios para observar y ser observados. Los escenarios donde se representan la vida de la ciudad.









## CENTRO CULTURAL

Analizando los equipamientos existentes en la ciudad, se observa que todo el centro histórico existen gran cantidad de equipamientos culturales... sobre todo relacionados con el teatro....

- |    |                               |    |                                      |    |                                  |
|----|-------------------------------|----|--------------------------------------|----|----------------------------------|
| 1  | Oficina de Turismo            | 11 | Patio de Fúcares                     | 21 | Hospital de San Juan             |
| 2  | Parador de Turismo de Almagro | 12 | Iglesia de Madre de Dios             | 22 | Iglesia de San Blas              |
| 3  | Iglesia de San Bartolomé      | 13 | Convento de la Encarnación           | 23 | Antigua Universidad Renacentista |
| 4  | Claustro del Museo del teatro | 14 | Museo Etnográfico                    | 24 | La Casa de los Miradores         |
| 5  | Plaza Mayor                   | 15 | Convento de la Asunción de Calatrava | 25 | Plaza de Santo Domingo           |
| 6  | Corral de Comedias            | 16 | Plaza de Toros                       | 26 | Ermita de San Juan               |
| 7  | Museo del Encaje y la Blonda  | 17 | Palacio de Valdeparaíso              | 27 | Ermita de la Magdalena           |
| 8  | Iglesia de San Agustín        | 18 | Iglesia de las Bernardas             | 28 | Ermita de San Ildefonso-La Paz   |
| 9  | Teatro Municipal              | 19 | Patio Wessel                         | 29 | Teatro de la Veleta              |
| 10 | Espacio de Arte Contemporáneo | 20 | Patio Mayor                          | 30 | Centro de Artes Escénicas        |



Red de espacios institucional + espacios escénicos de Festival de Teatro Clásico de Almagro + recorridos que lo conectan.







## CALLES Y PLAZAS

Tras analizar el conjunto de edificios emblemáticos y culturales del Centro Histórico, se va a analizar las principales vías de tránsito y las plazas, para remarcar la relación con estos monumentos





## LA PARCELA

El programa propuesto, está dirigido a la creación de un Centro de Artes Escénicas en la localidad de Almagro. La principal actividad del conjunto es la difusión del arte, en concreto del teatro experimental.

El programa es abierto y flexible tanto en terminos espaciales como flexibles.

El solar tiene una superficie aproximada de 5000 m2 .Se sitúa en la zona Norte-Este del Centro Histórico. Su posición está muy próxima a dos de las principales puertas de la ciudad:

El final de la Calle de los Bolaños, o lo que es lo mismo, el acceso Este a tráfico rodado. Además en este punto, y casi haciendo esquina con la Calle del campo de Calatrava, se sitúa la estación de autobuses y una bolsa de aparcamiento frente al antiguo Claustro de los Dominicos.

El final del paseo de la Estación, que conecta la ciudad con la estación de Tren.

Por tanto, esta ubicación intermedia entre el acceso a Almagro y la Plaza mayor (centro neurálgico de la ciudad) debería convertir al Centro de Artes escénicas en un punto de entrada.





## 2. TEATRO EXPERIMENTAL

A partir de los primeros innovadores contenidos en la concepción dramática de Artaud – **Antonin Artaud** (1896 - 1940), a quien se debe la idea del teatro total. Escribe Artaud: “*Queremos resucitar un espectáculo total, en que el teatro sabrá tomar del cine, del music - hall, del circo y de la misma vida lo que siempre le perteneció*” -, se desarrollan, al margen, por lo general, del teatro comercial, diversas corrientes de teatro experimental. Un primer ejemplo de ello, como experiencia vanguardista, lo tenemos en el teatro del absurdo.

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Más que hablar de autores y obras, conviene exponer aquellos criterios que los definen y los muestran como principios diferenciadores de un nuevo teatro frente a las convenciones tradicionales. Entre los puntos más significativos están:

- Importancia que adquiere el concepto de espectáculo. De ahí que el texto literario pase a un segundo plano en beneficio de los elementos plásticos y sonoros: efectos de luces, expresión corporal, música, canciones, ruidos, etc. En esta línea, se incorporan técnicas propias de otros espectáculos: el circo, el cabaret, el teatro de títeres, etc.
- En un intento de romper las fronteras entre los espectadores y el escenario, se discute con los espectadores, provocándoles a intervenir en la acción del espectáculo. Esta experiencia conlleva otras experiencias de tipo técnico: nueva configuración del escenario, nuevo concepto de sala de teatro, situándose, en ocasiones, en la misma calle.

### ALGUNAS EXPERIENCIAS TEATRALES

En Europa y en los Estados Unidos, se producen las más conseguidas experiencias teatrales que se convierten en los modelos más destacados del teatro de los últimos tiempos. Así, por ejemplo, Grotowski, director polaco, continúa, en la línea representada por Artaud, con un teatro ritual, que, en su obra *Por un teatro pobre* (1968), abandona para iniciar un teatro en el que las facultades expresivas del actor sean el fundamento de la representación.

Otras experiencias teatrales europeas corresponden a los italianos Ronconi – concibe el teatro al aire libre – y Strehler – fusión del teatro de Brecht y la Comedia dell’arte -, que halla una continuación en el francés Planchon y en el inglés Brook.

En los Estados Unidos, los grupos de teatro “underground” desempeñan una gran actividad experimental. Ejemplo de ello es el Living Theatre, creado, en 1946, por Julian Beck y Judith Malina, que influenciados por Artaud, pretenden llevar a cabo una transformación del hombre y de la cultura. De características sociales es también el Teatro campesino, en el que los actores – los propios campesinos – representan sus intereses de clase. Por su parte, el Bread and Puppet pretende, con el empleo de muñecos, un teatro lúdico.

A través de estas manifestaciones, el teatro experimental está produciendo una vuelta a los principios del propio concepto de teatro. Sin olvidar la realidad de un teatro netamente literario, se proclama la virtualidad del teatro como espectáculo.

En España, un grupo de autores, hacia 1970, inicia una renovación del teatro movido por las aportaciones internacionales (Brecht y Artaud). Desde la superación del realismo se pasa, en conexión con las corrientes experimentales, a una vanguardia teatral. Entre los dramaturgos más representativos están: José M<sup>a</sup> Bellido, Francisco Nieva, Diego Salvador, Martínez Mediero, etc., pero la novedad de su estética los colocaba al margen de los escenarios convencionales; se trata, pues, de un “teatro soterrado”, cuyo ejemplo más claro sería el de Fernando Arrabal: tras su fracaso con el estreno de *Los hombres del triciclo* (1958), se exilia a Francia, donde su obra ha adquirido alcance internacional. Entre los que se quedan en España, triunfará, sobre todo, la obra de Antonio Gala.

### LOS RASGOS MÁS COMUNES DE ESTE TEATRO

Veamos, a continuación, algunos de los rasgos comunes que definen este teatro:

- En cuanto a la temática, se desarrolla, dentro de la idea del “teatro de protesta y denuncia”, en torno a la guerra, la libertad, la dictadura, etc., pero vistos los temas bajo un nuevo concepto de teatralidad: sustitución del enfoque realista por el simbólico.
- Los personajes son símbolos del dictador, del explotador, etc., apoyados por la escenografía.
- El mismo lenguaje, condicionado por el propio tema, se sirve de recursos extraverbales: sonoros, visuales, etc., adaptados de otros géneros (la comedia musical, la revista, el circo, el cabaret,...).
- Surge, al margen del teatro comercial, un teatro independiente, organizado en cooperativas, y que, en una entrega total al teatro, recorren el país representando un teatro que es síntesis de la corriente experimental y la popular. Entre los grupos más importantes, se encuentran: en Barcelona, Els Joglars – que se aproximan al teatro no literario de raíces populares en la línea de la Comedia dell’arte y un progresivo distanciamiento de la pantomima clásica, aprovechando el carácter ‘internacional’ del lenguaje corporal - o Los Cátaros; en Madrid, Los Galiardos, Tábano, Ditrambo o TEI (Teatro Experimental Independiente); en Bilbao, Akelarre; en Valladolid, Corral de Comedias; en Andalucía, el Teatro Estudio Lebrijano o La Cuadra – que incorpora el cante jondo a sus espectáculos en los que logran expresar todo el dolor de una Andalucía amarga -; en Murcia, el TEU (Teatro Español Universitario); en Valencia, Quart 23, etc.



### 3. PROGRAMA PROPUESTO

El programa propuesto, está dirigido a la creación de un Centro de Artes Escénicas en la localidad de Almagro. La principal actividad del conjunto es la difusión del arte, en concreto del teatro experimental.

El programa es abierto y flexible tanto en terminos espaciales como flexibles.

Estas necesidades se materializan en:

#### Zona Pública:

vestíbulos  
taquillas  
recepción  
guardarropía  
sala para representaciones con un aforo de 400 personas  
caja escénica  
cafetería  
aseos

#### ZONA RESTRINGIDA

camerinos individuales y colectivos  
muelle de descarga  
montacargas  
almacén.

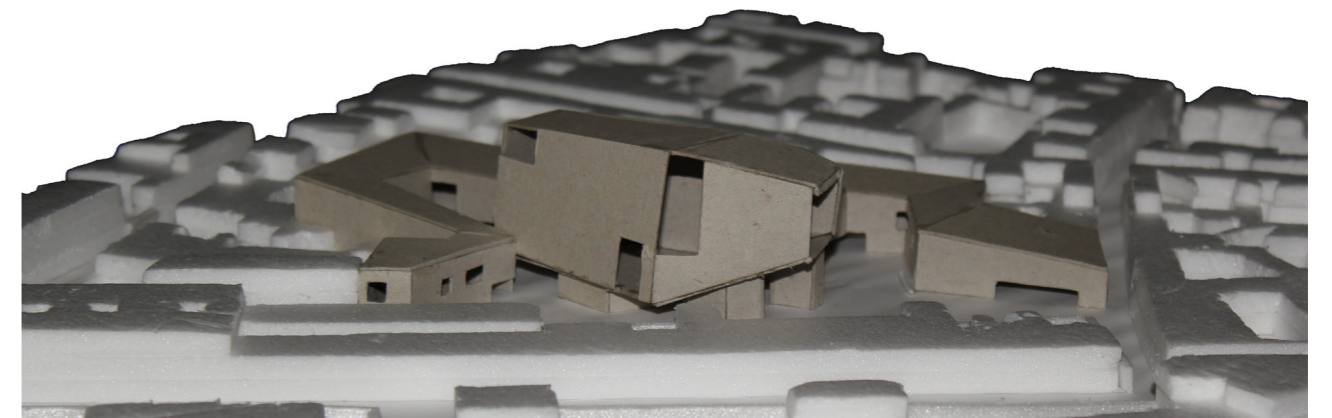
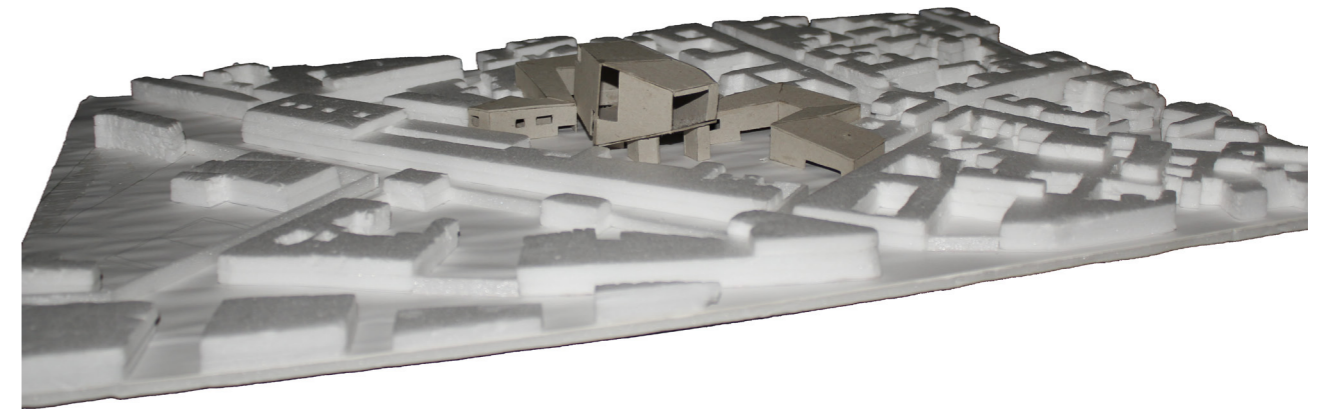
#### ZONA DOCENTE

4 aulas para 25 alumnos  
2 salas de ensayo de 200 m<sup>2</sup>  
biblioteca  
aseos

#### ZONA ADMINISTRATIVA Y DE DIRECCIÓN

2 despachos  
sala de reuniones.

Se prevé que la superficie construida máxima será de 4.000 m<sup>2</sup>.





#### 4. PROYECTOS DE REFERENCIA

Como reflexión previa se ha analizado varios centros de arte, auditorios, teatros, centros polivalentes... y se ha seleccionada características interesantes en cada uno, atendiendo a los siguientes criterios:

- Inserción en el lugar.
- El espacio.
- La luz
- Materialidad.

CASA DA MÚSICA de OPORTO\_ Rem Koolhaas



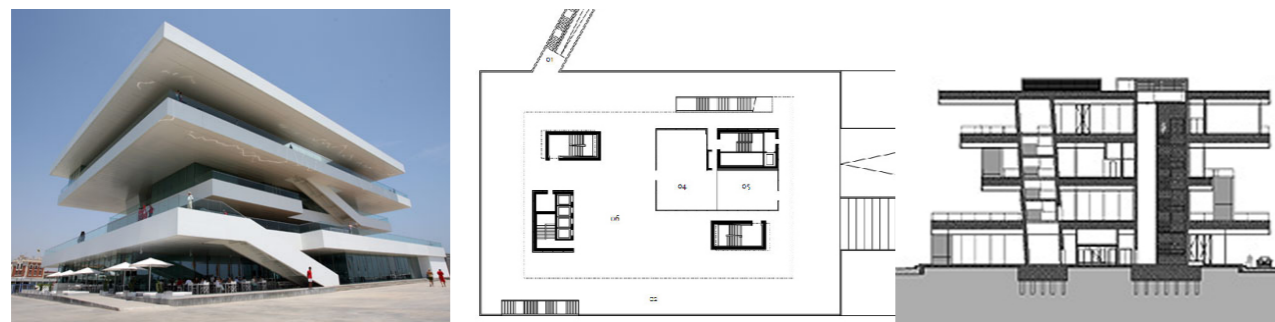
INSTITUTO SECUNDARIA RAFAL de ALICANTE \_ Grupo Aranea.



TEATRE MICALET de VALENCIA\_ Eduardo de Miguel



VELES E VENTS de Valencia\_ b720



CAIXA FORUM de Madrid \_ Hergog & Meuron



## 5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### LA IDEA

Tras analizar los condicionantes del lugar, del programa y en particular de las necesidades de un Teatro Experimental se establecieron las primeras intenciones del proyecto.

### PRIMERAS INTENCIONES

La idea inicial del proyecto surge de la observación de las características y arquitectura de la localidad de Almagro. Se observa la escala, la materialidad, las calles y plazas...

Y la idea comienza en la *dualidad del lugar*.

Dualidad de patio (interior) + plaza (exterior)... tradición + contemporaneidad...popular + institucional...urbano + domestico...

Pero la que mas influye en la idea generadora es la *dualidad de escala*.

Mientras las viviendas son de reducida altura, no más de 9 metros, los edificios singulares e institucionales.. sobresalen de las cubiertas de la población

Ello me lleva a diferenciar el programa en dos... el docente y el de teatro...que se corresponden con *dos volúmenes independientes*.

La escuela lo considero como una vivienda, un espacio de relación y difusión del arte, de un carácter mas familiar y domestico... y por tanto de una escala similar a la edificación tradicional.

Sin embargo el Teatro se iguala a la escala de las iglesias, del ayuntamiento... emergiendo del sky-line de las viviendas...

El Centro de Artes Escénicas se debía comportarse como un *organismo viviente* dentro de la población. Estar siempre abierto y brindarse a los ciudadanos, y no sólo abrirse con motivo de espectáculos esporádicos.

Además se pretende una *conexión entre el público y el artista*, rompiendo las barreras que suelen generarse y que dividen a unos de otros. Acabar con este mito y establecer una relación más cercana entre ambos.

Para ello se propone:

- la creación de un gran espacio publico de relación y difusión del teatro.
- permeabilidad del espacio publico a todos los puntos en Planta Baja.

Por otro lado se toman una serie de decisiones a nivel urbano, basadas en la propia arquitectura de Almagro

- Caracter unitario y materialidad masica : empleo de hormigón armado visto como reinterpretación del acabado de la arquitectura tradicional manchega.
- Respeto a las alturas de cornisa de las fachadas de alrededor

## OPERACIONES DE INSERCIÓN EN LA PARCELA

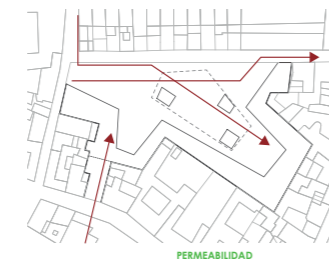
Tras las primeras aproximaciones del proyecto, se aborda la inserción de los dos volúmenes en la parcela y su relación con el entorno. Desde el principio se pretende dialogar con la ciudad sin renunciar al propio carácter contemporáneo del proyecto.

Para ello se continúa inspirándose en el propio carácter de la población de Almagro, que se basa en la *dualidad patio + plaza*.

Se crea un patio público o plaza como principal espacio de relación de ambos edificios y para ello se realizan dos operaciones:

Habitar y adaptarse a la parcela liberando el máximo espacio público.

### ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN



Elevar el volumen del Teatro para crear un nuevo espacio público cubierto.

### ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN TEATRO



## PROGRAMA PROPUESTO

EDIFICIO DOCENTE	SUPERFICIE	
Aulas P.B.	361,00	m <sup>2</sup>
Vestíbulos P.B.	445,00	m <sup>2</sup>
Biblioteca P.B.	350,00	m <sup>2</sup>
Sala Exp. P.B.	195,00	m <sup>2</sup>
Cafetería P.B.	168,00	m <sup>2</sup>
Aseos P.B.	86,00	m <sup>2</sup>
Aulas P.1.	538,00	m <sup>2</sup>
Vestíbulos P.1.	700,00	m <sup>2</sup>
Oficinas P.1.	102,00	m <sup>2</sup>
Instalaciones P.1.	200,00	m <sup>2</sup>
Aseos P.1.	56,00	m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>3201,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

EDIFICIO TEATRO	SUPERFICIE	
Vestíbulo P.B.	40,00	m <sup>2</sup>
Vestíbulo P.1.	159,00	m <sup>2</sup>
Auditorio	353,00	m <sup>2</sup>
Backstage	84,00	m <sup>2</sup>
Vestíbulo P.2.	236,00	m <sup>2</sup>
Salas Técnicas P.2.	9,50	m <sup>2</sup>
Asos P.2.	31,00	m <sup>2</sup>
Vestíbulos P.3.	236,00	m <sup>2</sup>
Salas Técnicas P.3.	26,50	m <sup>2</sup>
Aseos P.3.	31,00	m <sup>2</sup>
Vestíbulos P.4.	157,00	m <sup>2</sup>
Cafetería P.4.	183,00	m <sup>2</sup>
Camerinos P.4.	161,00	m <sup>2</sup>
Vestíbulos P.4.	70,00	m <sup>2</sup>
Almacén P.4.	21,00	m <sup>2</sup>
P. Sótano	882,00	m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>2680,00</b>	<b>m<sup>2</sup></b>



## EL EDIFICIO DOCENTE.

La geometría del edificio docente viene definido por la propia forma de la parcela, se decide continuar con la línea serpenteante del perímetro del solar para conseguir el mayor espacio público posible.

El esquema interior del edificio se basa en la generación de un recorrido continuo que atraviese todo el volumen. Para ello proponen diferentes cajas dentro de la "serpiente", y que cada una de ellas responderá a un bloque funcional distinto:

Estas cajas serán transparentes o translúcidas en función de lo que se aloje en su interior, quedando los aseos y núcleos de instalaciones con vidrios tratados al ácido y el resto de espacios de vidrio transparente.

Prosiguiendo con la idea de asimilar el edificio docente a la vivienda tradicional de Almagro, se decide que el volumen se abra al espacio público como si fuese una casa volcada hacia el patio-plaza.

Para la propuesta de la cubierta, se decide realizar una reinterpretación de la cubierta de dos aguas de la arquitectura popular manchega. Por ello se proyecta una cubierta con doble inclinación que se va adaptando a la disposición en planta del volumen, con la constante de que a lo largo del edificio siempre se reclina hacia la plaza, para adaptarse a la escala del viandante.



## EL TEATRO

El volumen que alberga el Teatro Experimental se propone como un edificio-hito de la población de Almagro. Adquiere las dimensiones de los edificios institucionales y dotacionales sobresaliendo de la línea de cubiertas de de la ciudad.

En la visión lejana de la ciudad debe poder comunicar actividad y acción.  
Debe invitar a participar.

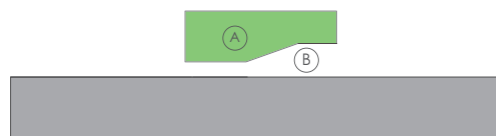
Se plantea como una gran caja apoyada sobre cuatro “patas” de modo que se libera el espacio de planta baja. De esta forma se cede a la plaza un espacio diferente, una plaza cubierta y protegida que permite continuar con el espectáculo en cualquier situación...

Si bien este volumen es más bien cerrado, la intención es que se relacione lo mayor posible con el exterior por medio de las visuales. De esta manera, invita al visitante estar siempre en relación al entorno y su contexto, pudiendo visualizar la ciudad.

La forma tan particular de la caja surge de adaptarse a la parcela y de la definición de la sala de Teatro. Dispuesta esta pieza, otros espacios fueron creándose o surgieron.

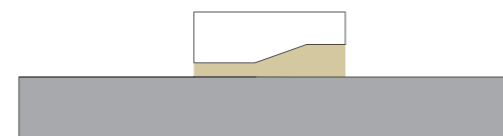
A cada uno de estos espacios “sobrantes” le fue asignada una función, y todos ellos sirven como función secundaria de la sala

### POSIBILIDADES DE USO



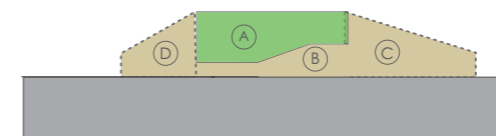
#### o1\_FLEXIBILIDAD

Aprovechar la flexibilidad del conjunto para realizar teatro, audiciones, congresos, ciclos de conferencias...



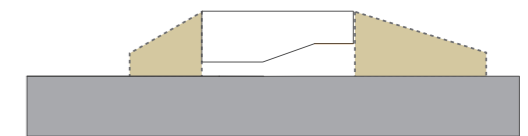
#### o2\_ GRANDES EXPOSICIONES

La plaza-grada interior puede utilizarse como gran espacio expositivo



#### o3\_ EVENTO MULTITUDINARIO

La plaza-grada interior puede acoger un gran aforo para distintos eventos



#### o4\_ APERTURA AL EXTERIOR

Posible utilización de los espacios exteriores para proyecciones, representaciones

El recorrido se inicia en una gran escalera en la plaza cubierta que a través de una de las “patas” se va recorriendo cada una de las plantas del edificio.



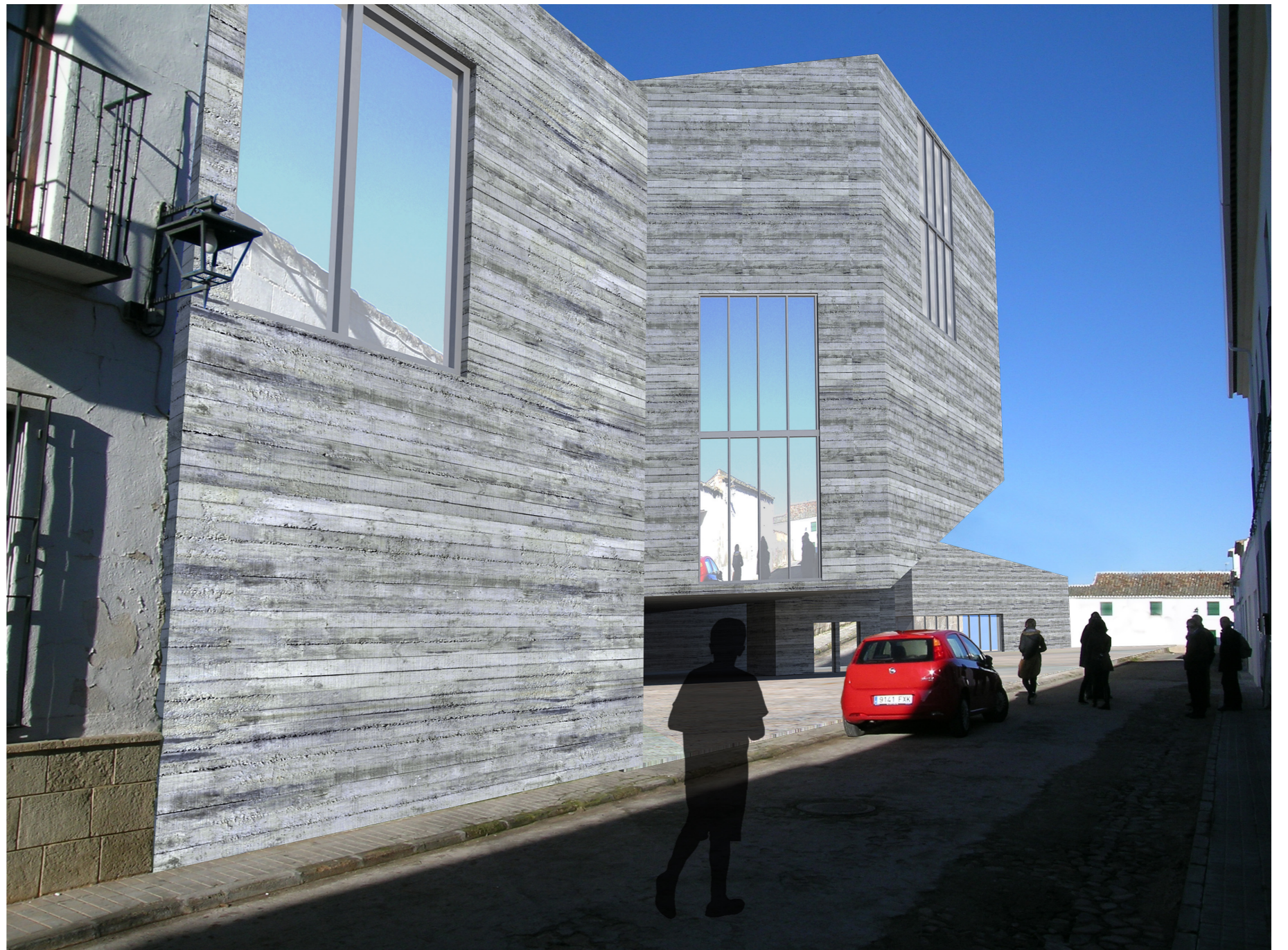
## EL ESPACIO PÚBLICO

La propuesta pretende ceder una gran superficie de uso público.

Sobre este espacio vuelca todo el Centro de Artes Escénicas, ya sea mediante visuales o mediante contacto directo.

La plaza ha sido diseñada para que además de preámbulo y acceso a Centro de Artes sirva también de estancia a los habitantes de Almagro para su goce y disfrute.

Además se intenta dotar de espacios de representación adicionales a la sala de espectáculos alojada en el Volumen del teatro.





LOS ESPACIOS ESCÉNICOS EN EN CENTRO DE ARTES ESCÉNICAS EN ALMAGRO

PLAZA-ESPACIO PUBLICO

Se intenta dotar de espacios de representación adicionales a la sala de espectaculos alojada en el Volumen del teatro.





## LOS ESPACIOS ESCÉNICOS EN EN CENTRO DE ARTES ESCÉNICAS EN ALMAGRO

### SALA DE TEATRO EXPERIMENTAL

Se trata del espacio escénico principal del conjunto.

Es una caja austera y cerrada al exterior. Su única misión es potenciar la atención del espectador sobre el escenario.

Sus paredes laterales no están revestidas, dejando vista la materialidad del hormigón armado. El resto de paramentos se cubren con madera de haya maciza.

La sala tiene la tradicional morfología de caja rectangular ya que tras consultar con documentación especializada, se concluye que acústicamente esta era la mejor resolución

Se plantea como una sala polivalente y se caracteriza por la flexibilidad y la facilidad de adaptarse a cualquier clase de espectáculo. Dispone de elementos móviles y fijos que permiten esa versatilidad. Se propone que parte del graderío del público sea móvil y que junto con el propio escenario cada plataforma independiente esté dotada de movimiento vertical.





## OTRAS IDEAS DEL PROYECTO.

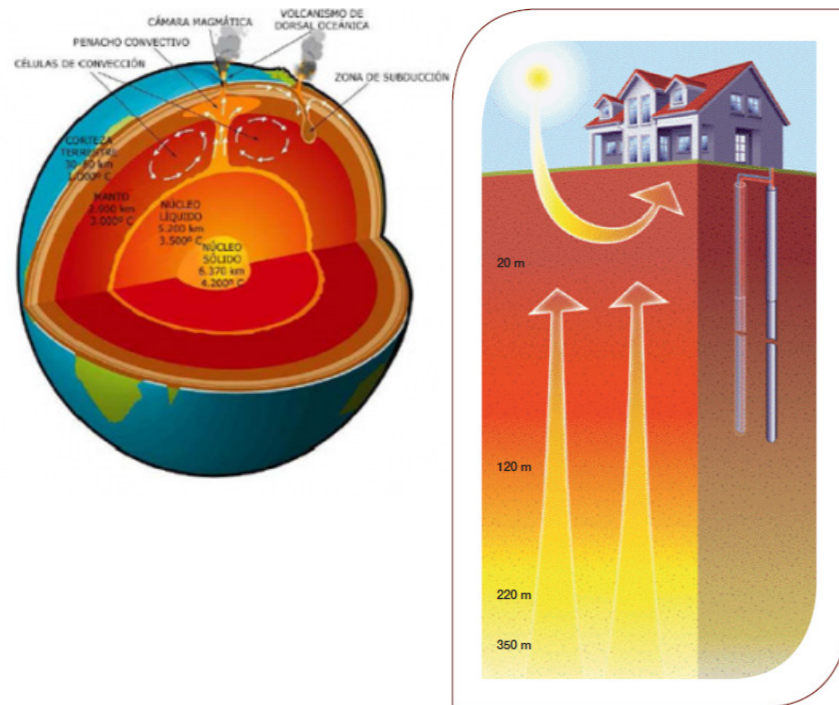
INNOVACIÓN EN EL EMPLEO DE LA ENERGÍA RENOVABLE: GEOTERMIA.

ENERGÍA GEOTÉRMICA, DESARROLLO SOSTENIBLE.

Dentro del grupo de las energías renovables, la energía geotérmica es muchas veces ignorada. Sin embargo, ya existía antes de que la expresión fuese inventada y mucho antes de que se hablara de desarrollo sostenible, de gases de efecto invernadero o de lucha contra el cambio climático. A pesar de su antigüedad, o tal vez a causa de ella, no se beneficia de todo el interés que merece.

El calor terrestre es una fuente de energía duradera para la producción de calor y de electricidad, que no depende de las condiciones climatológicas, de la estación anual, del momento del día ni del viento. La diversidad de temperaturas de los recursos geotérmicos permite un gran número de posibilidades de utilización.

La energía geotérmica representa una respuesta local, ecológica y eficiente para reducir costes energéticos.



### Energía renovable.

A la escala del planeta, la energía geotérmica es el recurso energético más grande que existe. Aunque la Tierra se enfría, pues evacua más calor que el que produce, el ritmo de ese enfriamiento es de unos 130 °C cada mil millones de años. A causa de la lentitud del mecanismo de difusión térmica, la Tierra está perdiendo hoy en superficie el calor que ella misma produjo en el pasado.

El calor de la Tierra es ilimitado a la escala humana y estará disponible muchos años en sus yacimientos para las generaciones futuras, siempre que la explotación de los recursos geotérmicos se haga de forma racional. Todo lo contrario que las energías fósiles que se agotan a medida que se extraen.

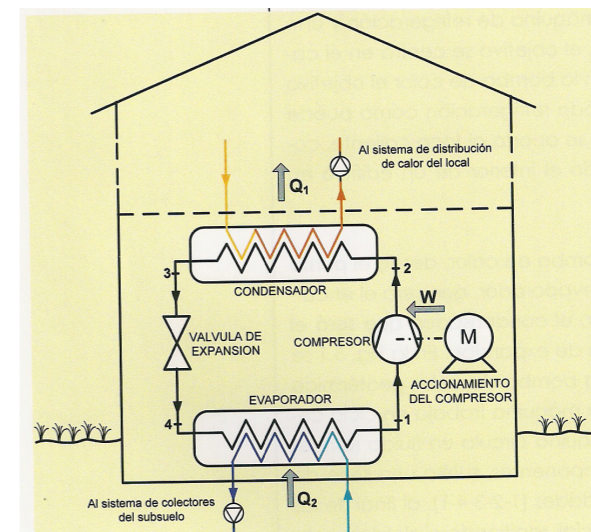
Por lo que respecta a la vida de las explotaciones, entre 20 y 40 años, hay que tener en cuenta que el calor está siempre contenido en la roca o en el terreno. Si el medio de extracción es agua subterránea, ésta se renueva de forma natural por

recarga con aguas superficiales o por inyección artificial en el subsuelo. Si se emplean sondas geotérmicas con circulación de un fluido en circuito cerrado, el subsuelo se enfría algunos grados respecto a la temperatura inicial. Si la sonda geotérmica está correctamente dimensionada, el flujo de calor compensa parcialmente esa disminución de temperatura durante el periodo de reposo estival, o al invertir el sentido de funcionamiento y transportar calor desde la vivienda unifamiliar o edificio que se quiere refrigerar, hasta el subsuelo.

### Apoyo institucional.

En la publicación del 5 de Junio del 2009 de la Directiva Europea 2009/28 EC se establece un marco común para el fomento de la energía procedente de fuentes renovables y fija objetivos nacionales obligatorios en relación con la cuota de esta energía en el consumo final bruto. En su artículo 2 define a la energía geotérmica como la energía almacenada en forma de calor bajo la superficie de la tierra sólida,. A su vez, en este mismo artículo se declara a ambas energías como renovables.

La energía geotérmica almacenada en las capas subterráneas más superficiales de la corteza terrestre es aportada de manera continua por la tierra, el sol, las aguas pluviales, etc. La energía almacenada en el aire ambiente es aportada de manera continua por el sol y el viento. Aunque la tierra acumula grandes cantidades de energía, su temperatura es inferior a la temperatura del edificio a calentar, por lo que su aprovechamiento debe ser contra el "gradiente térmico". Por ello se requiere el uso de una bomba de calor diseñada exclusivamente para el aprovechamiento de este tipo de energía.



Componentes de una bomba de calor geotérmica e integración real en un equipo.

En la energía geotérmica la cantidad de energía extraída del terreno es cuatro o cinco veces superior a la energía consumida para su extracción, por lo que aporta más de un 75% de energía renovable para cubrir la demanda térmica. Su utilización supone reducir, dependiendo de la fuente de energía convencional con la que se la compare, entre el 50% y el 80% las emisiones de CO2.

La Unión Europea, en sus previsiones de crecimiento en el aporte de energías renovables para cubrir la demanda de energía térmica en Europa prevé para la energía geotérmica la mayor pendiente de crecimiento en el intervalo 2009-2020.

Que la Directiva Europea 2009/28 EC declare la energía geotérmica como renovable no es baladí, ya que permite la sustitución de la energía solar térmica por esta fuente de energía para el cumplimiento de la sección HE4 del CTE en la producción de ACS.

La sección HE-4 del Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante el R.D. 314/2006, establece el requisito de

una contribución solar mínima en la producción del agua caliente sanitaria (ACS) para edificios nuevos o rehabilitados, cuya cuantía depende de la zona climática, de la demanda total y del tipo de energía no renovable utilizada. A su vez, en esta sección se establece que la energía solar térmica puede ser sustituida por otras fuentes de energía renovables, como es (y así se declara en la Directiva Europea) la energía geotérmica.

En coincidencia con la entrada en vigor del nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, el IDAE publica "Comentarios al RITE 2007" (ISBN: 978-84-96680-23-4). En esta publicación se establece que "los sistemas de paneles térmicos podrán ser sustituidos por otras técnicas de energías renovables siempre que no venga superada la producción de CO2 del sistema exigido por la Administración sobre una base anual" (página 100). Por tanto la energía solar térmica para la producción de ACS podrá ser sustituida por sistemas geotérmicos siempre que las emisiones de CO2 sean inferiores a las emisiones de CO2 que se generarían en una instalación homóloga (bien sea con gasoil, gas natural, etc) que aporte el porcentaje establecido de la demanda con paneles solares térmicos.

Las emisiones de CO2 que deben considerarse para las distintas fuentes de energía son:

- ☑ Emisiones de CO2 por KWh eléctrico: 0.370 KgCO2/KWh eléctrico
- ☑ Emisiones de CO2 por KWh térmico generado por la combustión de gas natural: 0.204 KgCO2/KWh térmico.
- ☑ Emisiones de CO2 por KWh térmico generado por la combustión de gasóleo calefacción: 0.287 KgCO2/KWh térmico.

Como principales conclusiones cabe destacar:

1. La energía geotérmica con el apoyo de una bomba de calor, es considerada energía renovable, según se declara en la Directiva Europea 2009/28 EC.
2. Para el cumplimiento de la sección HE4 del CTE puede sustituirse la instalación de placas solares térmicas por sistemas que produzcan ACS aprovechando la energía geotérmica.
3. La combinación de un correcto diseño que optimice al máximo el nivel de aislamiento de un edificio, reduciendo su demanda térmica, con el uso de la energía geotérmica puede suponer una reducción en las emisiones de CO2 de más de un 70 %, y ahorro energéticos superiores al 80 %.

Al final del análisis del sistema geotérmico empleado en cada uno de los edificios se muestra una tabla comparativa con el ahorro que supone la instalación de geotermia frente a la instalación de un sistema convencional: caldera para calefacción y ACS, y aerotermia para refrigeración, además de la disposición de las placas solares (producción de al menos el 60% del ACS demandada por el edificio)

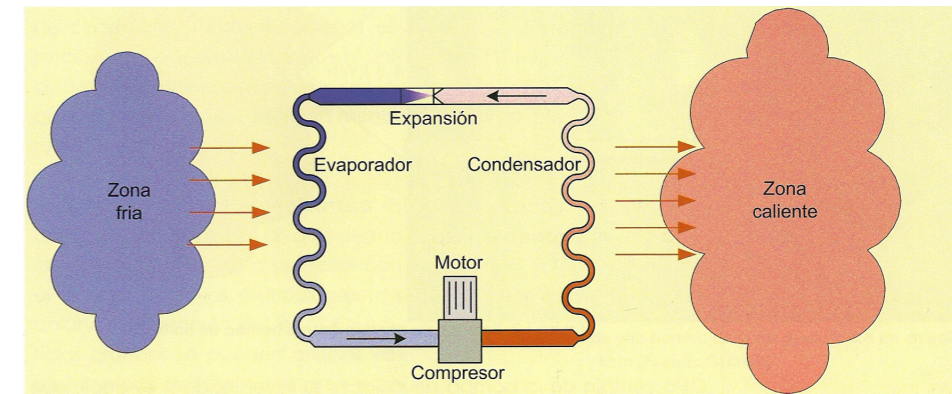
#### Energía eficiente.

Las instalaciones para calefacción y climatización de edificios se diseñan, generalmente, para condiciones extremas. Gracias a la energía geotérmica, por la mayor estabilidad de las temperaturas del subsuelo, se podrán instalar bombas de calor de menor capacidad que si tuviesen que utilizar la temperatura ambiente exterior.

En climas con variaciones de temperatura importantes, las bombas de calor geotérmicas tienen mejores prestaciones que las bombas de calor que utilizan aire exterior, cuyo rendimiento baja considerablemente con las temperaturas extremas.

Un sistema geotérmico utiliza la electricidad para activar el compresor de la bomba de calor, los ventiladores del interior del edificio, las bombas de circulación de los circuitos de intercambio con el subsuelo y en el edificio, y los sistemas de

control. En general, se produce entre 2 y 4 veces más energía térmica o frigorífica que la energía eléctrica que se consume. Eso significa que estos sistemas tienen rendimientos de 200 a 400%, muy superiores a las resistencias eléctricas, donde el rendimiento máximo es del 100%.



También son superiores a los sistemas clásicos de climatización. Una instalación que utilice energía geotérmica, comparada con instalaciones clásicas de bombas de calor o de climatización, permite ahorros de energía de 30 a 70% en calefacción y de 20 a 50% en climatización. Un sistema geotérmico también compite ventajosamente con otros sistemas de calefacción, incluso con los sistemas con mejores prestaciones de gas natural.

	Verano	Invierno
Sistema convencional	35°C 20°C $\Delta T=15^\circ K$	-5°C 20°C $\Delta T=25^\circ K$
Geotermia	20°C 15°C $\Delta T=5^\circ K$	20°C 15°C $\Delta T=5^\circ K$

#### Energía continua.

Contrariamente a la energía solar o a la eólica, la energía geotérmica no depende del clima, de la radiación solar ni del viento. Está disponible 24 horas al día, 365 días al año.

La energía geotérmica depende de las características intrínsecas del subsuelo (gradiente geotérmico, permeabilidad de las rocas, etc.), constantes para cada caso concreto, lo cual asegura una gran regularidad en su utilización. Los coeficientes de disponibilidad de las centrales geotérmicas eléctricas son del 90% de media, y en redes de calefacción se puede alcanzar el 100%.

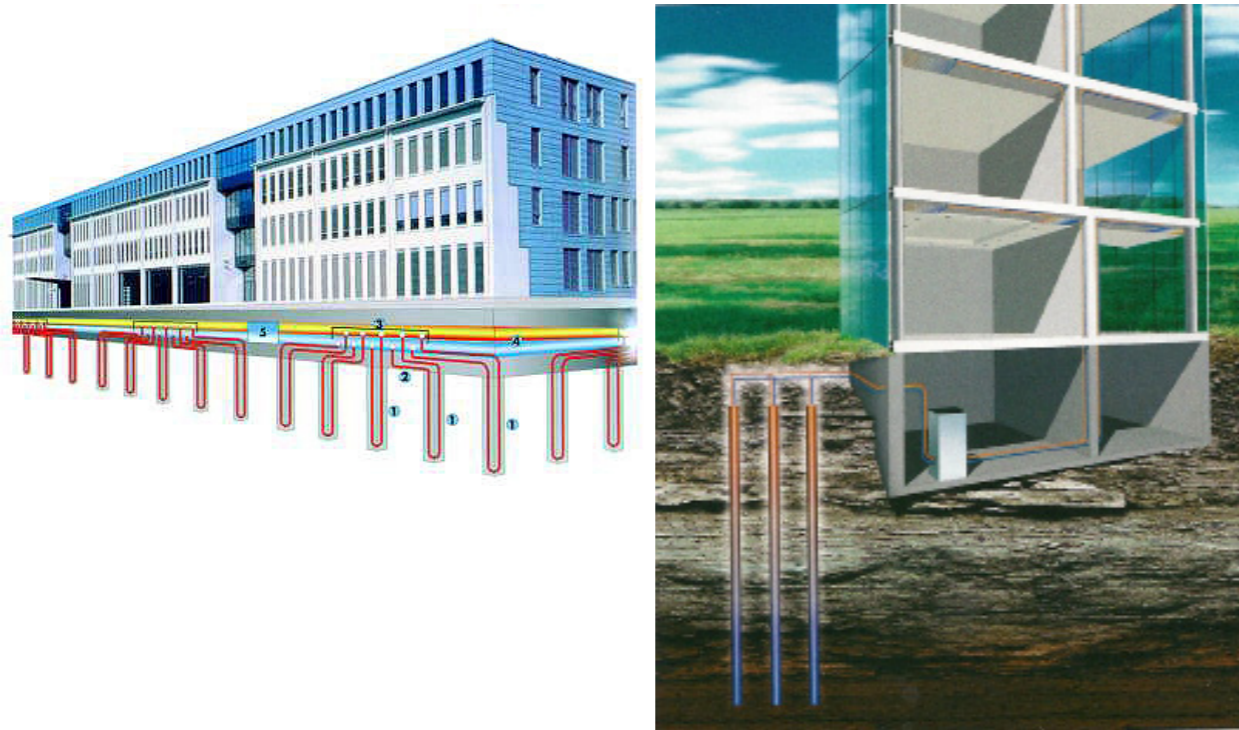
#### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA GEOTÉRMICO.

Para llevar a cabo la realización de la instalación geotérmica mediante bombas de calor y colectores de captación, se hace necesaria la realización de una serie de perforaciones para el intercambio de calor/frío con el subsuelo y, de esta manera, obtener un recurso energético renovable que será utilizado en el Centro de Artes Escénicas de Almagro.

El intercambio geotérmico se realiza por medio de un circuito cerrado instalado en los sondeos que perforan el terreno

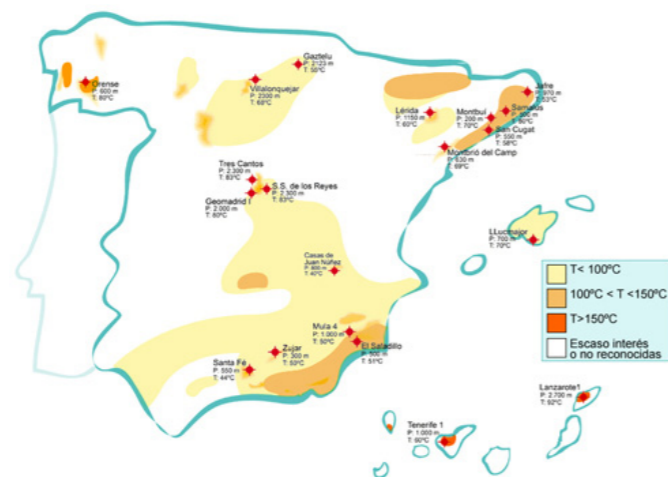


junto al auditorio y al edificio docente. De esta forma, se produce un intercambio de calor entre el fluido caloportador que circula y la tierra. En invierno, la tierra transfiere al agua el calor que almacena y se utiliza para calefacción, ya que la bomba geotérmica eleva esta temperatura. En verano, el agua transfiere al terreno el exceso de calor del edificio de forma que se obtiene refrigeración.



Los rayos del sol calientan la corteza terrestre, especialmente en verano. Como la tierra tiene una gran inercia térmica, es capaz de almacenar este calor, y mantenerlo incluso estacionalmente. La corteza de la tierra se calienta constantemente con el sol y el agua de lluvia. Una instalación geotérmica es, por eso, una fuente de energía renovable interminable y limpia.

En el subsuelo, a partir de unos 5 metros de profundidad, los materiales geológicos permanecen a una temperatura estable, independientemente de la estación del año o las condiciones meteorológicas. En la provincia de Ciudad Real es alrededor de los 14 grados. Entre los 15 y 20 metros de profundidad, la estabilidad térmica es constante todo el año, que se puede considerar una verdadera fuente de calor. A su vez, esta estabilidad térmica supone que, en verano, el subsuelo esté considerablemente más fresco que el ambiente exterior.



El fluido caloportador que circula es conducido a la bomba de calor geotérmica para generar la energía suficiente para la completa climatización de los edificios. Si en invierno la bomba geotérmica saca calor de la tierra, en verano se deshace de él transfiriéndolo al pozo. La bomba geotérmica es reversible, por lo que el calor de la vivienda en verano es extraído y transferido al subsuelo a través de los mismos colectores.

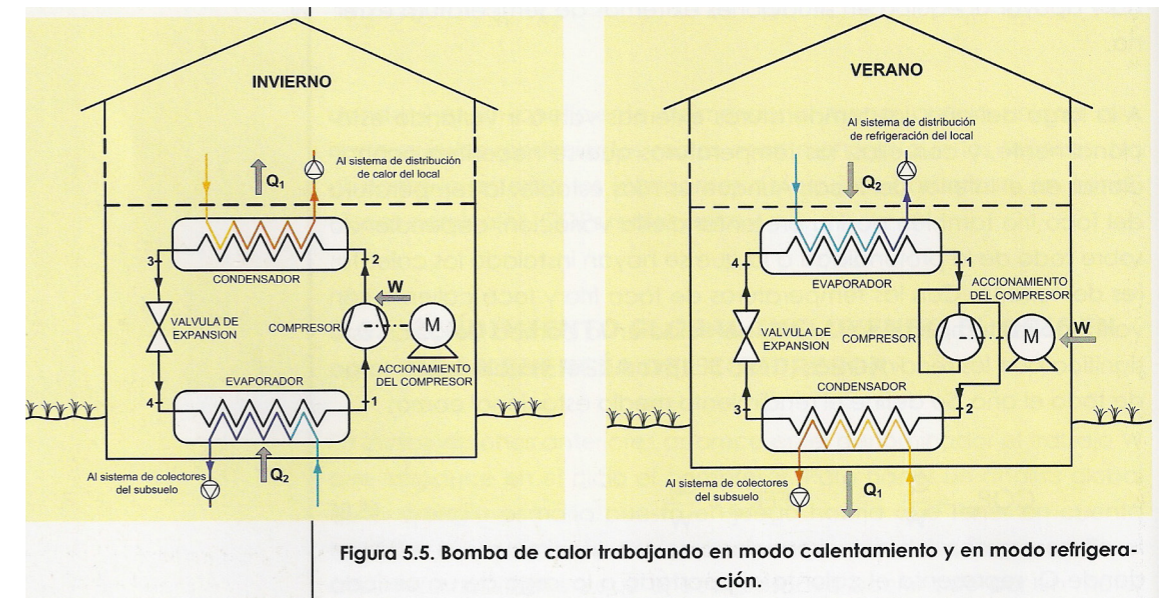
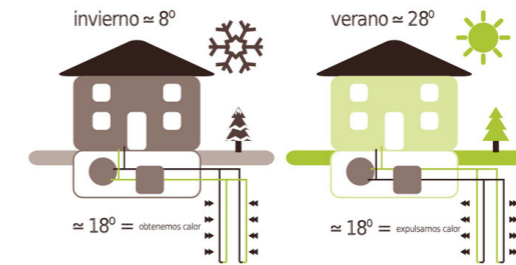


Figura 5.5. Bomba de calor trabajando en modo calentamiento y en modo refrigeración.



Comparativa y ahorro respecto a un sistema convencional

Edificio auditorio

En la tabla siguiente se muestra el ahorro económico que se puede obtener mediante la implantación del sistema geotérmico:

CALEFACCIÓN CONVENCIONAL	Necesidad térmica del edificio (calef. + ACS):	258.383	kWh/año
	Producción solar (60% ACS):	2.602	kWh/año
	Producción caldera:	255.782	kWh/año
	Rendimiento de la caldera:	0,85	
	Energía producida por la caldera:	300.920	kWh/año
	Energía obtenida por gasoil:	10,1	kWh/litro
	Litros de gasoil usados para calefacción y ACS:	29.794	litro/año
	Coste del litro de gasoil:	0,85	€/litro
Coste anual de la caldera:	25.325	€/año	
REFRIGERACIÓN CONVENCIONAL	Necesidad térmica de la vivienda (refrigeración):	72.312	kWh/año
	Eficiencia sistema convencional (COP):	2,2	
	Consumo eléctrico instalación convencional:	32.869	kWh/año
	Precio del kWh eléctrico:	11,2	c€/kWh
	Coste anual del sistema refrigeración:	3.681,33	€/año
CLIMATIZACIÓN GEOTÉRMICA	Necesidad térmica de la viv. (calef + ref + ACS):	330.695	kWh/año
	Eficiencia de la bomba de calor geotérmica:	4,2	
	Consumo eléctrico instalación geotérmica:	78.737	kWh/año
	Precio del kWh eléctrico:	11,2	c€/kWh
	Coste anual de la instalación geotérmica:	8.819	€/año
AHORRO	Coste anual de la instalación caldera + splits:	29.006	€/año
	Ahorro en los costes de mantenimiento:	250	€/año
	Ahorro anual total:	20.438	€/año
	Ahorro anual total:	70	%

Edificio docente

En la tabla siguiente se muestra el ahorro económico que se puede obtener mediante la implantación del sistema geotérmico:

CALEFACCIÓN CONVENCIONAL	<b>Necesidad térmica de la vivienda (calef. + ACS):</b>	363.467	kWh/año
	<b>Producción solar (60% ACS):</b>	6.198	kWh/año
	<b>Producción caldera:</b>	357.269	kWh/año
	<b>Rendimiento de la caldera:</b>	0,85	
	<b>Energía producida por la caldera:</b>	420.316	kWh/año
	<b>Energía obtenida por gasoil:</b>	10,1	kWh/litro
	<b>Litros de gasoil usados para calefacción y ACS:</b>	41.615	litro/año
	<b>Coste del litro de gasoil:</b>	0,85	€/litro
<b>Coste anual de la caldera:</b>	35.373	€/año	
REFRIGERACIÓN CONVENCIONAL	<b>Necesidad térmica de la vivienda (refrigeración):</b>	100.516	kWh/año
	<b>Eficiencia sistema convencional (COP):</b>	2,2	
	<b>Consumo eléctrico instalación convencional:</b>	45.689	kWh/año
	<b>Precio del kWh eléctrico:</b>	11,2	c€/kWh
	<b>Coste anual del sistema refrigeración:</b>	5.117,19	€/año
CLIMATIZACIÓN GEOTÉRMICA	<b>Necesidad térmica de la viv. (calef + ref + ACS):</b>	463.983	kWh/año
	<b>Eficiencia de la bomba de calor geotérmica:</b>	5,1	
	<b>Consumo eléctrico instalación geotérmica:</b>	90.977	kWh/año
	<b>Precio del kWh eléctrico:</b>	11,2	c€/kWh
	<b>Coste anual de la instalación geotérmica:</b>	10.189	€/año
AHORRO	<b>Coste anual de la instalación caldera + splits:</b>	40.490	€/año
	<b>Ahorro en los costes de mantenimiento:</b>	250	€/año
	<b>Ahorro anual total:</b>	30.551	€/año
	<b>Ahorro anual total:</b>	75	%

## **DG.** DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

## **MC. MEMORIA CONSTRUCTIVA**

01. justificación de la materialidad
02. movimiento de tierras y demoliciones
03. red horizontal de saneamiento
04. sistema estructural
05. sistema envolvente
06. sistema de compartimentación
07. carpintería y cerrajería
08. revestimiento de suelos
09. revestimiento de paredes y techos
10. sistemas de acondicionamiento e instalaciones
11. urbanización
12. sistemas de equipamiento

## 01. JUSTIFICACIÓN DE LA MATERIALIDAD

### HORMIGÓN ARMADO VISTO

El uso del hormigón visto se debe a una re-interpretación del acabado de las viviendas del centro urbano de Almagro.. (ver si es cal, yeso, mortero...)

Tradicionalmente la estructura de viviendas de este municipio era muraria en su interior. De cara al exterior los muros se revisten de blanco y en ellos se abren escasos huecos.

Se plantea una materialidad austera para lograr atemporalidad del edificio e integrarlo en Almagro.

En Almagro como en otros pueblos manchegos, los cerramientos difieren radicalmente entre los exteriores y los de patios interiores.

Las fachadas exteriores suelen tener pocos huecos y muy desordenados. Mientras que los patios son acristalados y acogedores.

Se buscaba un elemento estructural-constructivo que dialogara con la imagen de la ciudad. Por ello se seleccionó el hormigón visto.

La estructura de los edificios se ha resuelto en hormigón armado y por otra parte, la imagen arquitectónica del conjunto pretende reflejar la potencia del hormigón visto como material, tanto compositivo como resistente. De ahí la utilización extensiva de muros y losas como tipologías estructurales fundamentales sobre las que se desarrolla y organiza todo el sistema constructivo del edificio.

## 02. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y DEMOLICIONES

Se trata de un terreno plano sin desniveles importantes. Esto es extrapolable al entorno físico de la parcela

### ACONDICIONAMIENTO DEL ENTORNO

Antes del inicio de las obras se procederá al vallado completo de la zona de intervención así como el montaje de las instalaciones que deberán contemplarse en el Estudio de Seguridad y Salud según Normativa. Se desviarán las instalaciones urbanas que pudieran verse afectadas: redes de electricidad, gas, saneamiento, telecomunicaciones y otras, así como la desactivación, eliminación y corte de suministros en todo el ámbito afectado por la nueva edificación.

Se llevará a cabo una limpieza y reparación de los muros medianeros ya que, a pesar de que quedarán ocultos con los nuevos edificios, deberán estar en buen estado para garantizar el buen funcionamiento de los materiales aislantes que se colocarán entre los muros.

### MOVIMIENTO DE TIERRAS

En primer lugar se procederá a la limpieza, desbrozo y explanación del solar, eliminando una capa de unos 50cm de terreno vegetal, dejándola apta para el replanteo. Al no haber grandes desniveles no serán necesarios desmontes ni terraplenes, por lo que solamente se llevará a cabo una homogenización de la superficie. Se realizará por medios mecánicos y afectará a toda edificación, vallado, etc., que exista en la parcela, así como al arbolado, raíces y tocones que se encuentran en su ámbito

Las operaciones anteriores incluirán la retirada de los escombros y su transporte con camiones hasta vertedero autorizado.

Se realizará un vaciado-excavación para el sótano del edificio del auditorio y a cota -2.00m de cimentación del edificio docente.

El cajado del sótano del auditorio no está junto a ninguna medianera por tanto la excavación se puede realizar mediante talud natural del terreno encofrando y hormigonando los muros de sótano a dos caras. Sin embargo el edificio docente está situado junto a las medianeras, se tomarán las medidas necesarias para contener el terreno medianero mediante un sistema de entibado (tablonaje y codales o pantallas de tablestacas) si fuera necesario.

Se protegerá la excavación hasta la construcción del muro de sótano y la losa de cimentación. Además se controlará las edificaciones del entorno vigilando posibles movimientos y asegurando su estabilidad.

Las tierras sobrantes o no deseables se retirarán y transportarán a vertedero autorizado más próximo.

Se realizarán rellenos con tierras de aporte y ahorras en el resto de la parcela-plaza para su posterior pavimentación.

Se deberá rellenar en capas no mayores de 30 cm. de espesor compactado con rodillo, con aporte de suelo seleccionado de préstamo realizándose la extensión con motoniveladora, riego compactación y refino de taludes.

Los rellenos de ahorras se realizarán con medios mecánicos, incluso compactación con bandeja vibratoria y riego, en capas de 25 de espesor máximo,.

## CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

El orden y la forma de ejecución y los medios a emplear en cada caso, se ajustarán a las prescripciones establecidas en la Documentación Técnica.

Antes de empezar el vaciado la Dirección Técnica aprobará el replanteo realizado, así como los accesos propuestos que serán clausurables y separados para peatones y vehículos de carga o máquinas.

Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se dispondrán puntos fijos de referencia, en 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 señalados en la Documentación Técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la Dirección Técnica.

Para las instalaciones que puedan ser afectadas por el vaciado, se recabará de sus Compañías, la posición y solución a adoptar, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por el vaciado como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillado, árboles, farolas.

Se evitará la entrada de aguas superficiales al vaciado y para el saneamiento de las profundas se adoptarán las soluciones previstas en la Documentación Técnica y/o se recabará, en su caso, la Documentación complementaria, a la Dirección Técnica.

Los lentejones de roca y/o construcción que traspasen los límites del vaciado no se quitarán ni descalzarán sin previa autorización de la Dirección Técnica.

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista, como variación de los estratos y/o de sus características, cursos de aguas subterráneas, restos de construcciones, valores arqueológicos, se parará la obra, al menos en este tajo, y se comunicará a la Dirección Técnica.

## CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO

### Antes del vaciado

El solar, estará rodeado de una valla, verja o muro de altura no menor de 2 m. Las vallas se situarán a una distancia del borde del vaciado no menor de 1,50 m, cuando éstas dificulten el paso, se dispondrán a lo largo del cerramiento luces rojas, distanciadas no más de 10 m y en las esquinas. Cuando entre el cerramiento del solar y el borde de vaciado exista separación suficiente, se acotará con vallas móviles o banderolas hasta una distancia no menor de dos veces la altura de vaciado en ese borde, salvo que por haber realizado previamente estructura de contención, no sea necesario.

Cuando haya que derribar árboles, se acotará la zona, se cortarán por su base atirantándolos previamente y abatiéndolos seguidamente.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al operario, de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, picos, tablones, bridas, cables con terminales como gazas o ganchos y lonas o plásticos, así como cascos, equipo impermeable, botas de suela dura y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas de conducción eléctrica.

En instalaciones temporales de energía eléctrica, a la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá un interruptor diferencial según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y se consultará la NTE "IEP-Instalaciones de Electricidad. Puesta a Tierra".

### Durante el vaciado

Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente de longitud no menor de vez y media la separación entre ejes, ni menor de 6 m.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas, conservarán el talud lateral que exija el terreno con ángulo de inclinación no mayor de  $\beta$  establecido en la Documentación Técnica.

El ancho mínimo de la rampa será de 4,5 m, ensanchándose en las curvas y sus pendientes no serán mayores del 12 y 8% respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvos. En cualquier caso se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Siempre que un vehículo o máquina parado inicie un movimiento imprevisto, lo anunciará con una señal acústica. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas prevenciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga durante o después del vaciado se acerque al borde del mismo, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.

Cuando la máquina esté situada por encima de la zona a excavar y en bordes de vaciados, siempre que el terreno lo permita. será del tipo retro-excavadora, o se hará el refino a mano.

Antes de iniciar el trabajo se verificarán los controles y niveles de vehículos y máquinas y antes de abandonarlos el bloqueo de seguridad.

No se realizará la excavación del terreno a tumbo socavando el pié de un macizo para producir su vuelco.

No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales, junto al borde de vaciado, debiendo estar separado de éste una distancia no menor de dos veces la profundidad del vaciado en ese borde salvo autorización, en cada caso, de la Dirección Técnica.

Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas, se desinfectará antes de su transporte y no podrá utilizarse, en este caso, como terreno de préstamo, debiendo el personal que lo manipula estar equipado adecuadamente.

Se evitará la formación de polvo, en todo caso, el operario estará protegido contra ambientes pulvígenos y emanaciones de gases.

El refino y saneo de las paredes del vaciado se realizará para cada profundidad parcial no mayor de 3 m.

En zonas y/o pasos con riesgos de caída superior a 2 m, el operario estará protegido con cinturón de seguridad anclado a 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.

El conjunto de vaciado estará suficientemente iluminado mientras se realicen los trabajos.

No se trabajará simultáneamente en la parte inferior de otro tajo.

Diariamente y antes de comenzar los trabajos se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuese necesario. Se comprobará asimismo que no se observan asientos apreciables en las construcciones próximas ni presentan grietas. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y después de alteraciones climáticas como lluvias o heladas.

Siempre que por circunstancias imprevistas se presente un problema de urgencia el constructor tomará provisionalmente las medidas oportunas, a juicio del mismo y se lo comunicará lo antes posible a la Dirección Técnica.

Al finalizar la jornada no deben quedar paños excavados sin entibar, que figuren con esta circunstancia en la Documentación Técnica y se habrán suprimido los bloques sueltos que puedan desprenderse.

Los itinerarios de evacuación de operarios, en caso de emergencia, deberán estar expeditos en todo momento.

### Después del vaciado

Una vez alcanzada la cota inferior de vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras para observar las lesiones que hayan surgido, tomando las medidas oportunas.

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/o terrenos adyacentes, así como las vallas y/o 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 colindantes.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de las Ordenanzas Municipales.

### **03. RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO**

Se prevé un sistema separativo para la red de aguas fecales y aguas pluviales procedente de las cubiertas, que se conectarán a la red general de alcantarillado municipal.

La red de evacuación discurrirán por pasatubos a través de:

- Los forjados quedando ocultas en el interior de patinillos
- Introducidas en los muros de hormigón armado.

En general las bajantes discurren en vertical directamente hasta la red de arquetas enterradas. Si en algún caso tuvieran que transportarse horizontalmente se ocultarían en el falso techo de los núcleos húmedos o en el suelo técnico.

I

En los locales húmedos la recogida de agua de los aparatos será mediante conductos de PVC conectados al bote sifónico y unido éste a la bajante de inodoros. Los inodoros irán conectados directamente a la bajante mediante un manguetón. La instalación se ejecuta por debajo del forjado, quedando ocultas por el falso techo.

La red de aguas pluviales de la parcela se canalizará desde los imbornales, canaletas y drenajes previstos hasta la red general de evacuación de pluviales.

La red horizontal se ejecutará mediante colectores colgados en la planta sótano del edificio del auditorio y enterrada en el edificio docente y los trazados exteriores. Los colectores enterrados serán de PVC corrugado de doble pared, colocado sobre lecho de arena de 10 cm. de espesor, recalces laterales y refuerzo con el mismo tipo de arena hasta 10 cm. por encima de la cara superior de la conducción.

Las arquetas tanto de registro como sifónicas, se realizarán con fábrica de ladrillo panal de 24x11.5x5 cm., sobre solera de hormigón en masa de 10cm. de espesor, enfoscadas y bruñidas con mortero de cemento, cerco y tapa de hormigón, según NTE-ISS.

Las arquetas a pie de bajante se realizarán ciegas de dimensiones interiores 40x40x50 cm., formada por fábrica de ladrillo panal de 24x11.5x5 cm, sobre solera de hormigón en masa de 10cm. de espesor, enfoscada y bruñida con mortero de cemento, losa de hormigón, codo de PVC de 125 mm. de diámetro, sujeto con hormigón H-100, incluso bardos para soporte de losa y recibido de tubos, según NTE-ISS.

La red de drenaje se realizará con tubería ranurada para drenaje de PVC corrugada de doble pared teja enterrada, **de**, para una superficie de drenaje ., sobre solera de hormigón en masa de 10 cm., con formación de pendientes de desagüe, sobre el que se dispondrá un drenaje de grava realizado en zanja de 45 cm. de profundidad media, a base de capas de grava de distinta granulometrías, y una capa de arena de 10 cm. de espesor, todo ello compactado mediante bandeja vibratoria en tongadas de 20 cm.

La red de drenaje se complementará con la instalación de imbornales en las zonas pavimentadas y de tierras, y con la instalación de canales corridas.

Previa conexión a la red de alcantarillado se instalará pozo de registro circular de diámetro interior 120 cm., realizado sobre solera de hormigón de 20 cm. de espesor, fábrica de ladrillo panal de 1 pie, tomados con mortero de cemento, enfoscada y bruñida con mortero de cemento, patas de polipropileno empotrados cada 30 cm., tapa y marco de fundición de 60 cm. de diámetro, según NTE/ISS-55.

### **04. SISTEMA ESTRUCTURAL**

#### **CIMENTACIÓN**

A falta de un estudio geotécnico y al tratarse de un caso teórico, consideramos que se trata de un terreno óptimo para el proyecto que se prevé.

Lo suponemos granular de compacidad densa y que no ha sido sometido a sobrecargas de uso superiores a las consideradas en la hipótesis de cálculo originales. El nivel freático se encuentra por debajo de la cota de cimentación. Se ha tomado una presión admisible de 3,5kg/cm<sup>2</sup>.

Se proyecta para las estructuras de los dos edificios una cimentación por losa maciza de hormigón armado. Además el auditorio contará con muros de hormigón armado de sótano. Un estudio geotécnico deberá determinar la idoneidad o no del sistema de cimentación elegido así como la necesidad o no de utilizar cementos resistentes a los sulfatos.

Se distinguen dos cantos de losas:

- Losa de hormigón armado de ??? canto para el edificio del auditorio a cota de -7m.
- Losa de hormigón armado de 60cm. canto para el edificio del auditorio a cota de -2m.

El hormigón será para armar HA-25/B/20/IIa de consistencia blanda y tamaño máximo de árido 20 mm., elaborado, transportado y puesto en obra, vibrado y curado según EHE.

La capa de hormigón de limpieza para las cimentaciones será un hormigón de consistencia plástica, tamaño máximo del árido de 25 mm., según EHE y tendrá un espesor de 10 cm.

Las armaduras serán de acero corrugado B-500S, de diámetros varios entre 6-25 mm., montado en losas y muros de sótano.

La ejecución se realizará de la siguiente forma:

- Se excavará hasta el terreno firme mediante talud natural en todos los casos, respetándose la cota de profundidad de

las losas. La cimentación situada junto a las medianeras se sitúa a la cota de -2m de profundidad, en estos casos se tomarán las medidas necesarias para contener el terreno medianero mediante un sistema de entibado (tablones, y codales o pantallas de tablestacas) si fuera necesario.

- Se compactará el terreno comprobando que la base de la excavación esté exenta de agua, tierra o piedras sueltas.
- Sobre el terreno se ejecutará una capa de hormigón de limpieza de 10 centímetros de espesor encima de la cual se colocarán las armaduras con los correspondientes separadores, siempre respetando un recubrimiento mínimo de 4 centímetros.

Los detalles y cálculos quedarán convenientemente reflejados posteriormente en la memoria de estructuras

## ESTRUCTURA

Los aspectos básicos que se han tenido en cuenta a la hora de adoptar el sistema estructural son principalmente la resistencia mecánica y estabilidad, la seguridad, la durabilidad y la facilidad constructiva.

### En general:

La estructura portante del edificio se resuelve mediante un sistema bidireccional de losas de hormigón armado, a base de muros portantes de hormigón armado.

La estructura horizontal se resuelve mediante losas macizas, en los que se introducirán los zunchos y nervios de borde necesarios en los huecos y apoyo de cerramientos. El encofrado será realizado mediante tablero de madera recubierto de tablero fenólico coincidentes con los encofrados de los muros, incluyendo sopandas y apuntalamiento y cimbras necesarias.

Los muros de *hormigón armado con acabado visto* se realizarán con encofrado visto en muros de fachada a dos caras de tableros, tipo contrachapados combimirror finlandés 11 láminas exteriores de abedul e interiores, alternando láminas de abedul y abeto, recubierto ambas caras con resina fenólica.

Las rampas de las escaleras se resuelven con losas inclinadas de hormigón armado.

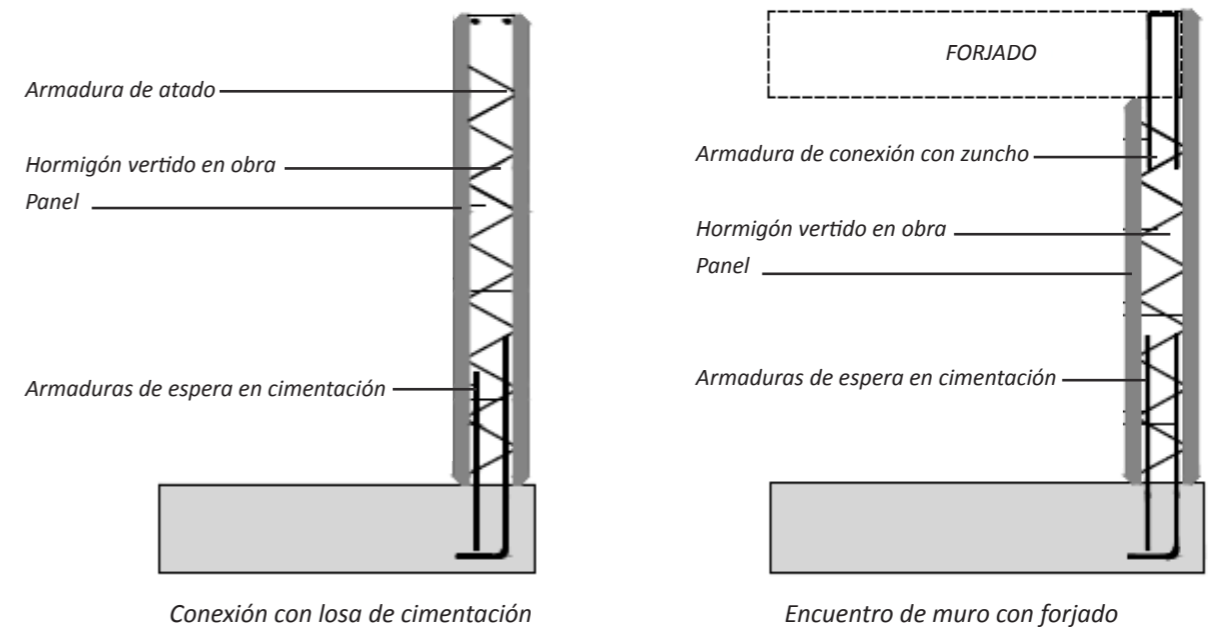
Las juntas de dilatación o movimiento estructural se resuelven mediante conectores o pasadores tipo Cret, Staifix o equivalente, para unión de estructuras.

### Edificio docente:

Los muros medianeros serán de *paneles prefabricados de hormigón* con acabado igual que descrito para los muros realizados "in situ".

El sistema constructivo consiste en dos paneles de hormigón armado unidos por celosías, actuando éstos a modo de encofrado perdido y a su vez portante en la ejecución de muros de medianería. Estos paneles absorben las solicitaciones a las que se ven sometidos y las transmiten a la cimentación mediante empotramiento.

Los muros prefabricados son autoestables durante el montaje. Ambos paneles se colocan verticalmente sobre la cimentación, de la cual emergen las esperas que se introducen entre dichos paneles; finalmente se maciza el conjunto hormigonando el interior en obra.



El sistema de muro prefabricado proporciona una serie de ventajas en la ejecución de muros de cualquier obra:

#### 1. Rapidez de ejecución:

Pueden alcanzarse rendimientos de hasta 100 m<sup>2</sup>/día con sólo tres operarios, lo cual implica un importante ahorro en los gastos generales de obra.

#### 2. Eliminación de tajos de obra:

Al tratarse de un sistema de encofrado perdido de hormigón que solo necesita hormigonado, se eliminan los trabajos de encofrados y ferralla tradicionales.

#### 3. Seguridad en obra:

Al eliminar el encofrado tradicional, se eliminan trabajos en los trasdós de los muros, evitando los riesgos ocasionados en los casos de desprendimientos de tierras.

#### 4. Limpieza en obra:

Se eliminan acopios de ferralla y encofrados manteniendo la zona de trabajo limpia. Se reduce a su vez el número de puntales y apeos de obra.

#### 5. Fabricación a medida:

Se suministra según modulación o despiece requerido en obra, incluso las piezas especiales para dar soluciones constructivas, con lo que se realiza un suministro limpio y ordenado.

#### 6. Juntas de hormigonado estancas:

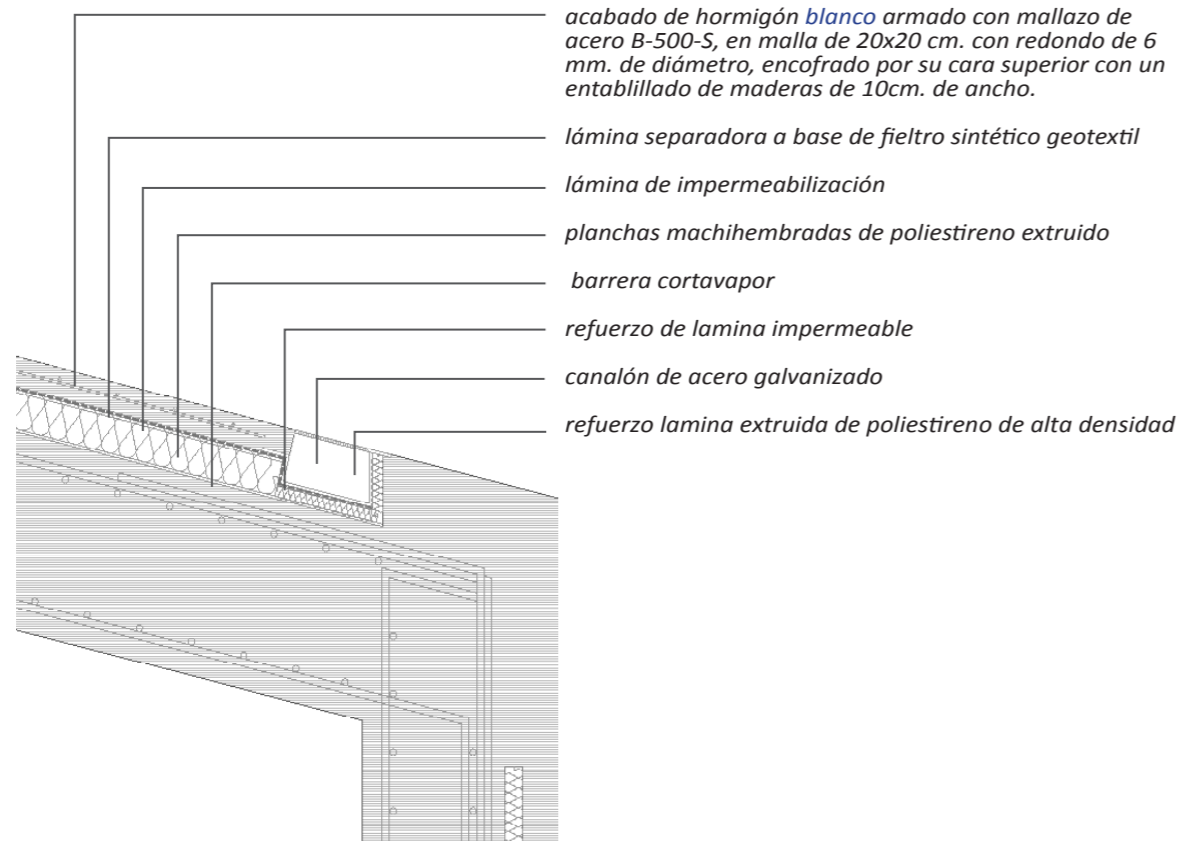
Se consigue una fácil estanqueidad entre juntas de paneles simplemente con un hormigonado interior continuo en dicha franja.

Para evitar juntas a diversas alturas, se proyectan paneles de enteros que van desde la cimentación hasta la cubierta. La conexión con el forjado intermedio se realizarán con pasadores del tipo GROUJON CRET. A efectos de cálculo del forjado, ésta conexión se considera como un apoyo articulado,









colocación encofrado visto y cuya función es de cerramiento o acabado..

- Una segunda capa de aislamiento térmico para cerramientos verticales en cámara de aire, a base de panel de poliestireno expandido, en planchas de 50 mm. de espesor.
- Y una hoja interior estructural formada por muro de hormigón blanco armado de 40 cm de espesor acabado visto en el interior y con el mismo acabado que la hoja exterior.



## CERRAMIENTOS

Se analiza la arquitectura popular de Almagro y otros pueblos Machegos y concluimos en la importancia del color blanco, el empleo de maderas y el diseño de unas fachadas masicas con pocos huecos y desordenados.

Por ello se busca un material continuo, masico y que tuviese función estructural. Tal como se ha explicado en en punto 1\_Justificación de la Materialidad, se escoge el hormigón blanco visto como materialidad principal.

Otros parámetros técnicos condicionantes a la hora de la elección del sistema de fachada han sido el cumplimiento de la normativa acústica CTE-HR y la limitación de la demanda energética CTE-DB-HE-1.

Así pues, los cerramientos del Centro de Artes Escénicas están compuestos por dos elementos:

- Vidrio con carpintería de aluminio de la casa Technal o similar.
- Muros y cubiertas de hormigón blanco visto

Aunque la geometría del conjunto es irregular, las fachadas están moduladas para una mayor facilidad de planificación y ejecución. Así pues, tanto las carpinterías como el encofrado deberán estar moduladas a 1,5m.

## HORMIGÓN BLANCO ARMADO

Como hemos antes la fachada de ambos edificios son iguales y están compuestas por:

- Una hoja exterior de 15 cm de hormigón blanco armado para quedar visto al exterior, empleando para su adecuada

## Sistema de encofrado

Se ha buscado un sistema de encofrado que granatizase la ejecución de muros y losas de hormigón visto con acabado arquitectónico. Por ejemplo el sistema "Vistaform de Alsina"



El sistema de encofrado es a dos caras, recuperable y está formado por un tablero de contrachapado fenólico al que se le superpone un entablillado de maderas de abedul cada 15cm. recubierto ambas caras con resina fenólica y cantos sellados. A continuación se coloca una estructura de soporte mixta compuesta de vigas de madera y perfiles de acero. La gran ventaja frente a los sistemas de paneles con marco metálico es que se consigue que las juntas entre paneles sean casi imperceptibles por ser ambas de tablero contrachapado.

Las dimensiones de los encofrados serán de 1,5m de ancho y 3m de alto.

## Propiedades del hormigón.

El hormigón empleado, como ha de quedar visto debe poseer una dosificación rica en cemento, del orden de 400 a 500kg por metro cúbico y con una baja relación de agua/cemento, empleándose aditivos fluidificantes para mejorar la trabajabilidad de la masa.

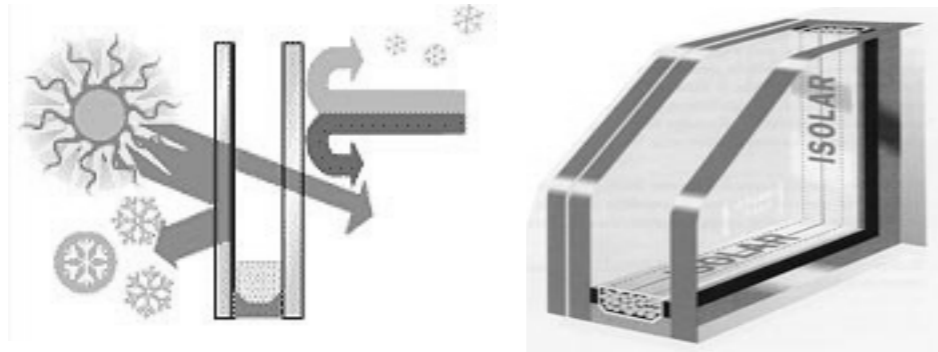
Se utilizarán un aditivo hidrofugante que impermeabiliza, reduce la porosidad y proporciona al hormigón una mayor resistencia a la intemperie. Esta constituido por compuestos químicos a base de resinas de silicona y solventes orgánicos. En entornos urbanos evitan la fijación y la suciedad y aparición de eflorescencias.

## CERRAMIENTOS ACRISTALADOS.

Los parámetros técnicos condicionantes a la hora de la elección del sistema de carpinterías y vidriería han sido el cumplimiento de la normativa acústica CTE-DB-HR y la limitación de la demanda energética CTE-DB-HE-1.

Se ha elegido la casa TECHNAL para las carpinterías y estas siguen la modulación del hormigón de 1,5m de ancho siendo la altura variable en función de su ubicación.

Los vidrios son de doble hoja con cámara interior de tipo CLIMALIT y de espesores 6+6, 12, 6. Teniendo así un vidrio de seguridad al exterior formado por dos vidrios de espesor 6mm adheridos entre si por una lámina de butiral.



El vidrio tipo climalit ofrece un mejor comportamiento de ahorro energético fundamentalmente debido a la cámara de aire situada entre las dos hojas de vidrio. Debido a la gran superficie de vidrio que tenemos en fachada es la solución más sostenible de cara al ahorro de energía

### Edificio docente.

La carpintería exterior se resolverá mediante perfilera de aluminio anodizado con rotura de puente térmico, en color gris oscuro metalizado mate, con premarcos de acero galvanizado y tornillería de acero inoxidable

El edificio docente se concibe como un pasillo al que se le abren huecos para convertirse en un mirador acristalado. Dicho acristalamiento, concebido “de suelo a techo” será laminar 10+10 con butiral.

### Auditorio

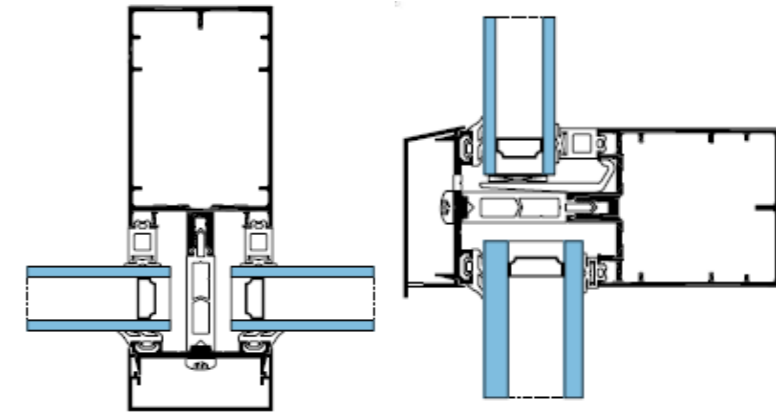
En los alzados del edificio del auditorio, se colocará muro cortina invertido sujeto a frente de forjado con vidrios laminados 10/16/10. La estructura del muro cortina está compuesta por montantes y travesaños de aluminio extruido con un revestimiento superficial contra la corrosión de color gris oscuro metalizado mate.

El sistema de sujeción del muro cortina consiste en dos canales embutidos en el hormigón, en los que se introducen los pernos de agarre que sujetan las piezas de cuelgue, y en las cuales encaja a su vez el montante. Los montantes son tubos de aluminio, y tienen en el interior del panel la sección entera del perfil, pero en su borde solo la mitad. Los travesaños son todos medio perfiles ya que se tienen que acoplar a los paneles inferiores y superiores.

Las uniones de los montantes se realizan mediante un suplemento de acero que actúa de modo machihembrado y permite atornillar los dos. Los medios perfiles de los laterales reciben a los siguientes mediante unas piezas de EDPM extruido que

garantizan estanqueidad y estabilidad.

La puerta de la escalera principal son de vidrio laminar de seguridad. El resto de puertas exteriores del edificio son de acero galvanizado relleno de espuma de poliuretano pintadas.



## MUROS BAJO RASANTE

Los cerramientos bajo rasante se resuelven con muro de hormigón de 50cm. de espesor, impermeabilizado con lámina de polietileno de alta densidad por su cara exterior.

## SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO

El suelo en contacto con el terreno de ambos edificios se resuelve con losa de hormigón, de 60 cm en el edificio docente y de 1m en el auditorio.

Entre el hormigón y el terreno natural se interpondrá una lámina de polietileno de alta densidad para impermeabilización. Los parámetros técnicos condicionantes a la hora de la elección del sistema del suelo en contacto con el terreno han sido la obtención de un sistema que garantizase el drenaje del agua del terreno y una correcta impermeabilización.

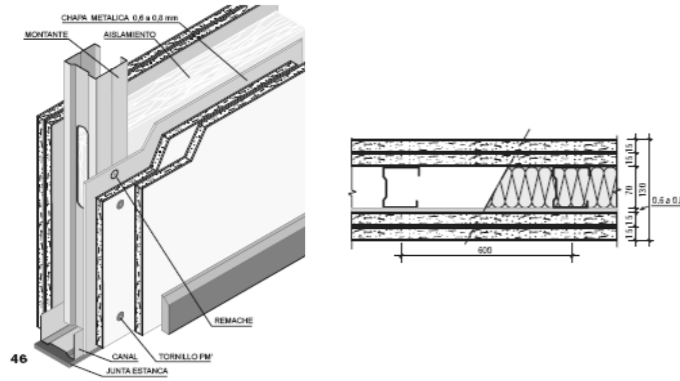
## 06. SISTEMA DE COMPARTIMENTACIÓN

Se entiende por elementos de compartimentación aquellos que separan sectores de incendio o recintos con uso distinto. Pueden ser verticales u horizontales. Se describirán también en este apartado aquellos elementos de la carpintería que forman parte de las particiones interiores.

Los parámetros técnicos condicionantes a la hora de la elección del sistema de particiones interiores han sido el cumplimiento de la normativa acústica CTE-DB-HR, y lo especificado en DB-SI para los elementos que separan sectores



de incendio.



Para el buen funcionamiento acústico de la sala se proyecta sus divisiones con muros de hormigón armado de 30cm de espesor. Sirve como base para trasdosar paneles de madera o de cartón yeso en función de su ubicación.

El otro tipo de partición interior se realiza mediante tabiques autoportantes formados por una estructura de perfiles (montantes y canales) de acero galvanizado sobre los que se atornillan placas de yeso laminado. En el hueco formado por las perfilierías se incorpora lana de roca como material aislante. Don

#### VESTIBULO-SERVICIOS

Enlistonado de madera de 100x12 mm lacado color blanco sobre lana de roca colocado sobre perfiliería autoportante de acero galvanizado y trasdosado interior doble paca de yeso-cartón W de 13+13 mm sobre panel de lana de roca de 40 mm acabado con aplacado de gres porcelánico.

#### SALA-CABINA

Enlistonado de madera de 50x50 mm sobre panel de lana de roca de 40 mm con velo acústico, colocado sobre perfiliería autoportante de acero galvanizado y trasdosado interior con paca de yeso-cartón de 13 mm sobre panel de lana de roca .

#### CAMERINOS-CORREDOR CAMERINOS

Doble paca de yeso-cartón de 13+13 mm sobre panel de yeso-cartón de 13mm, colocado sobre panel de lana de roca de 40 mm, sobre perfiliería autoportante de acero galvanizado y trasdosado interior doble paca de yeso-cartón de 13+13 mm sobre panel de lana de roca de 40 mm .

#### ZONA SERVICIOS-AUDITORIO.

Doble placa de cartón-yeso W de 13+13 mm sobre muro de hormigón de 35 cm de espesor y trasdosado interior con tablero DM de 12 mm acabado en boj sobre panel de lana de roca de 40 mm.

#### SALA- CAJA ESCALERAS-ASCENSORES

Enlistonado de madera de 50x50 mm sobre panel de lana de roca de 40 mm con velo acústico sobre muro de hormigón de 50cm de espesor .

Todos los caso de divisiones se han llevado a cabo hasta el forjado resistente. De modo que el pavimento de los espacios de varias estancias no sea continuo. Esto es debido a la exigencia del CTE-HR. De modo que se independiza el pavimento de cada zona, evitandi gran parte de la transmisión de ruido de impacto por caída de objetos de un espacio a otro adyacente.

## 07. CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA INTERIOR

### PUERTAS INTERIORES DE MADERA

En general la carpintería interior del *edificio del auditorio* será de madera de boj, con puertas de paso lisas, guarniciones y sobremarcos de 7 cm de la misma madera, sobre premarco de pino rojo.

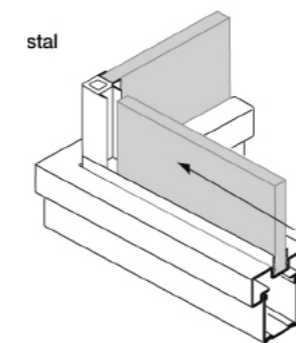
La puerta que separan sectores de incendios, zonas de instalaciones y locales de riesgo en los edificios serán de chapa de acero con aislamiento y cierre automático. Estas puertas estarán revestidas con panelado de madera, para dar continuidad a los acabados.

En las cabinas de los baños y vestuarios de ambos edificios, las puertas llevarán alma de doble tablero marino con trillaje interior de madera acabado en Formica según planos de carpintería.

En todas las puertas se colocarán unidades de equipamiento según planos de cerrajería y carpintería, con manecilla, condenas, escudos, placas, topes de puerta, herrajes de colgar y seguridad y demás elementos necesario de acero inoxidable mate incluso tornillos de acero inoxidable y cerraduras con cierre de resbalón y condena ó cerradura en su caso con llave maestra

### CARPINTERÍA INTERIOR METÁLICA

La distribución interior del *edificio docente* (excepto las cajas de servicios e instalaciones) se realizará tabique desmontable de perfiliería oculta, compuesto por módulo vidriero de 1.500 mm. de ancho a ejes de 12 mm. de espesor, unidos por una junta solapada de polimetacrilato de metilo PMMA. Espesor total del tabique 80 mm. Formado por estructura perimetral de acero galvanizado Sendzimir. Elementos metálicos vistos. Los vidrios serán de 6+6 mm. unidos por una lamina de butiral. Los marcos, forman una entrecalle de 10 mm. por la colocan de una lambeta anclada a la estructura..



Movinord: union dosvidrios en esquina



Modelo Crystal 92 de Movinord

### REMATES

Se dispondrá remate inferior de angular de aluminio para la formación de oscuro entre el pavimento y el revestimiento de madera.

### BARANDILLAS.

Los pasamanos de las escaleras sobre pared serán metálicos de forma tubular de 80 mm. de diámetro, de acero inoxidable de 18/8, anclado a la pared, mediante ángulo y placa de anclaje, sujeta con tacos tipo Hilti o similar.

#### ACRISTALAMIENTO.

El acristalamiento a poner en la carpintería interior se realizará con vidrio laminar de seguridad fuerte, compuesto por una luna de 4, una de 6 mm. y una lámina intermedia de butiral de polivinilo transparente, incluso perfil de neopreno y colocación de junquillos.

#### PANELADOS INTERIORES.

Se ha proyectado para el edificio auditorio unos interiores panelados en de haya., sujetos mediante fijaciones y puntas clavadas a rastreles de madera de pino.

### 08. REVESTIMIENTO DE SUELOS

Los pavimentos de planta baja de las zonas comunes, cafetería y vestíbulo se han resuelto con pavimento de piedra natural tipo cuarcita. Mientras que los cuarto húmedos y cocina de la cafetería, se resuelven con pavimento de gres porcelánico, en todas las plantas.

El pavimento del auditorio y de la sala pequeña se resuelve con tarima de madera tipo merbau de 12 cm de ancho de lama y 20 mm de espesor.

El escenario se resuelve con tableros de madera de pino pintados en color negro, por motivos de funcionalidad. Estos tableros se colocarán sobre el pavimento base que es el mismo que el de la sala principal (tarima de merbau).

Las circulaciones interiores de la planta baja y estancias de sótano, planta primera, segunda, tercera y cuarta, se pavimentarán con terrazo grano micro de 50x50 cm.

#### ZONAS COMUNES, CAFETERÍA, AULAS, DESPACHOS Y CABINAS.

En ambos edificios se prevé la instalación de suelo técnico compuesto por baldosas de 600 x 600 mm y 32 mm de espesor. Las baldosas se sitúan sobre los pedestales y se sujetan con un solo tornillo por pedestal, uniendo cuatro baldosas a la vez. Los pedestales graduables, con base de 100 x 100 mm, se pegan al forjado. Permiten una variación en altura del plenum de 75 a 750 mm. Las baldosas tendrán acabado madera.

Eco-Cem es un material de fibrocemento, hecho en un 80% con cemento ecológico y un 20% de fibra de celulosa, es bastante versátil pues se presenta tanto en formato de panel o como en el de baldosas. Este revestimiento está indicado tanto para paredes como suelos, hasta para encimeras,... incluso para aplicación en exteriores porque Eco-Cem, aparte de ser un material incombustible, es resistente a la humedad, no se pudre, ni puede ser atacado por termitas o insectos. Este material ha sido el elegido como revestimiento de suelo para el edificio docente. De esta manera se busca dar una continuidad interior a la materialidad exterior formada principalmente por hormigón armado.

#### CUARTOS HÚMEDOS Y COCINA.

El pavimento en estas zonas se resuelven con pavimento de gres porcelánico.

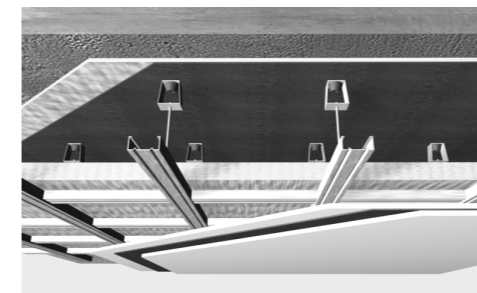
#### AUDITORIO

El pavimento del auditorio se resuelve con tarima de madera tipo haya de 12 cm de ancho de lama y 20 mm de espesor. El escenario se resuelve con tableros de madera de pino pintados en color negro, por motivos de funcionalidad. Estos tableros se colocarán sobre el pavimento base que es el mismo que el de la sala principal (tarima de haya).

### 09. REVESTIMIENTOS DE PAREDES Y TECHOS

#### FALSOS TECHOS

Para continuar con la idea de enfatizar el hormigón como elemento compositivo, no se colocarán falsos techos salvo en núcleos húmedos, en las banda de servicios, cabinas y sala del auditorio.



#### Techos en estancias sin falso techo.

Las losas macizas se preparará para que el acabado sea visto en ambos edificios. En el vestíbulo de la sala, y por exigencias del CTE-HR, se prolongará 5m el enlistonado de madera de 50x50 mm sobre panel de lana de roca de 40 mm con velo acústico que hay en la sala.

#### Falsos techos registrables.

Se dispondrá de falso techo desmontable, realizado con bandejas metálicas perforadas de 60x60 cm. de acero galvanizado, con perforaciones de Ø1,5 mm., al 22% de la superficie, pintadas en acabado poliéster en polvo de 60 micras, aplicado electrostáticamente, de color blanco, tipo Lay-In de Luxalón, con sustentación a base de perfilería oculta suspendida, con perfiles primarios T y perimetrales angulares, suspendido con tirantes de varilla de cuelgue.

Todos los falsos techos registrables dispondrán de un remate perimetral de regularización de hasta 120 cm., de ancho, realizado con placa de escayola lisa, de 100x60 cm., sustentado con alambre, esparto y pasta de escayola, realizada con moldura de escayola, de sección 3x5 cm.

En las salas de prensa y cabinas de control se revestirán las paredes y techos con paneles acústicos de yeso laminado perforado con trasdosados a base de paneles de lana de roca.

#### Falso techo del teatro

El techo del teatro se concibe como bandejas que se orientan y desplazan para favorecer las reflexiones en el fondo de la sala. Están formados por panles de madera de arce que se sujetan mediante grapas de acero a una subestructura tubular de 70x70, colgada mediante tirantes de varilla roscada.



## REVESTIMIENTO PAREDES.

Sala  
Cuartos húmedos  
Cajas de servicios  
Pinturas y tratamientos

## 10. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO E INSTALACIONES.

La conexión con la red general de agua y electricidad se produce en el Callejón de los moros y la Calle Elvira.

Al tratarse de dos edificios independientes, cada uno de ellos tendrá sus sistemas de instalaciones autónomas. Cada uno de ellos dispone de sus cuartos de instalaciones, siendo en la planta sótano en el auditorio y en planta primera en el edificio docente.

En general las instalaciones discurren por suelo técnico, excepto en los cuartos húmedos que también hay falso techo.

Se describe detalladamente en la preceptiva memoria de instalaciones.

### INSTALACIÓN GEOTÉRMICA.

Como sistema de Ahorro de Energía se proyecta dos instalaciones geotérmicas (una para cada edificio). Este sistema cumple con la normativa de CTE-HE4 y puede abastecer tanto a la instalación de climatización como la de ACS.

Las ventajas energéticas y medioambientales del uso de esta tecnología son notables, ya que se aprovecha un recurso renovable ampliamente disponible y que, además, ofrece una gran eficiencia energética.

### PERFORACIONES A REALIZAR

#### Tipo de perforación

La perforación se realizará mediante el empleo de sistema de roto-percusión con martillo neumático en fondo o de rotación con circulación inversa con tricono apto para materiales duros y abrasivos. El diámetro de perforación será de 150 mm de diámetro.

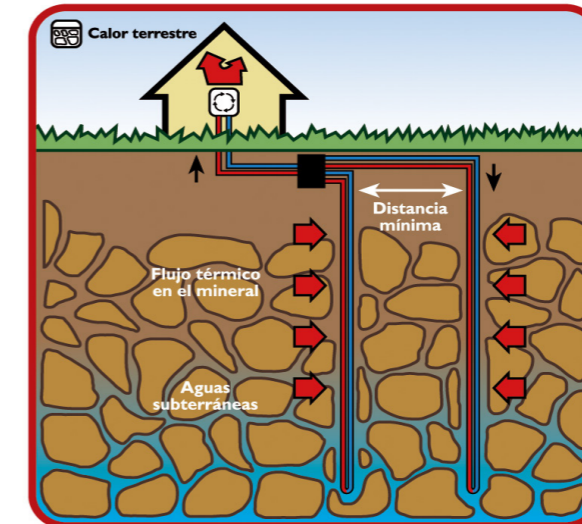


El detritus procedente de la perforación podrá ser introducido de nuevo dentro de la misma una vez que se hayan

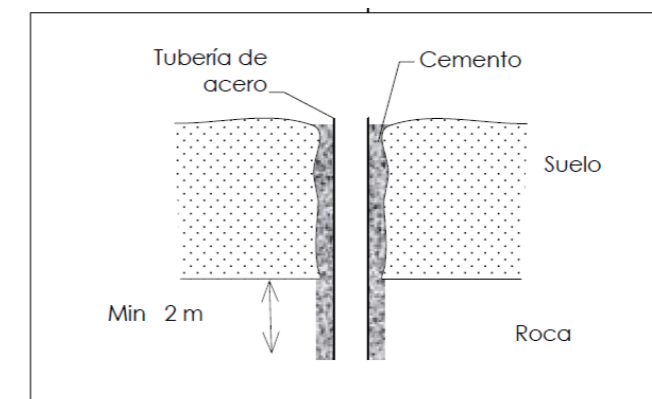
introducido los colectores y se haya hecho la prueba de carga, siempre y cuando su granulometría sea la adecuada, esto es, sea semejante a la del terreno natural. En caso contrario, se retirará mediante camión a un vertedero autorizado.

#### Características de las perforaciones.

Se van a realizar 50 perforaciones verticales, cuya situación dentro de la parcela se puede ver en el plano correspondiente. Estarán situados a 1,5 m de los límites de la parcela, siendo la distancia mínima entre ellos de 6 m.



Los primeros 20 metros de las perforaciones se entubarán mediante tubo de acero de 140 mm de diámetro y 5 mm de espesor para la protección de los colectores y estabilidad del terreno. Estos tubos de revestimiento tendrán una calidad de acero y tolerancia según DIN 1626 o equivalente. Las soldaduras entre tubos deberán ser herméticas y resistentes a la presión de trabajo.



Una vez colocados los colectores, se rellenarán las perforaciones con arena sílicea. Una vez hecho esto, se cerrarán las perforaciones mediante una Tapa Goma Boca Sondeo para que quede sellado de forma estanca. Esta tapa estará colocada dentro de una arqueta de inspección de PVC diámetro 275/325 mm.



Desde la boca de las perforaciones se realizarán sendas zanjas para alojar la conducción enterrada entre éstas y las bombas de calor ubicadas en las Salas de Máquinas de los edificios. Se puede observar la disposición de las zanjas en los planos adjuntados.

Una vez realizada la instalación, la zanja que conduce los colectores a la vivienda se rellenará con material adecuado que no dañe los tubos de polietileno. Se señalarán las conducciones mediante una cinta de color llamativo 40 cm por encima de los tubos de polietileno.

#### ANTICONGELANTE

Para el correcto funcionamiento de las bombas de calor geotérmicas, es necesario que el Brine (agua+anticongelante) tenga una temperatura de congelación que esté en torno a los  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; de no ser así, se puede congelar el evaporador de la bomba con su consecuente avería. Los anticongelantes probados y utilizados con bombas de calor son: el etanol, el etilenglicol y el propilenglicol, así como diferentes soluciones con sal.

Éstas últimas son poco frecuentes en las bombas de calor geotérmicas para viviendas por la posibilidad de producir corrosiones.

En este caso se empleará el propilenglicol, cuyas características son las siguientes:

#### Composición y propiedades físicas

Fórmula:  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$

Peso molecular: 76,10 g/mol

Número CE: 200:338:0

Aspecto: líquido

Color: incoloro

Olor: característico

pH: 6 – 8 (100 g/l  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Punto de ebullición:  $188\text{ }^{\circ}\text{C}$

Punto de ignición:  $371\text{ }^{\circ}\text{C}$

Punto de fusión:  $-59\text{ }^{\circ}\text{C}$

Densidad ( $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ): 1,04 g/cm<sup>3</sup>

Coefficiente de reparto n-octanol/agua:  $\log P(o/w)$ : -0,92

Presión de vapor ( $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ): 0,11 hPa

#### Identificación de peligros

Producto no peligroso de acuerdo con la Directiva del Consejo 67/548/CEE

#### Información toxicológica

Toxicidad aguda

DL50 (oral, rata): 19400-36000 mg/kg

DL50 (dermal, conejo): 20800 mg/kg

Toxicidad de subaguda a crónica

Actividad carcinogénica: No cancerígeno en experimentos con animales

Actividad mutagénica: No mutágeno en experimento con animales

Actividad teratógena: No teratógeno en experimento con animales

Información adicional

Tras contacto con la piel: leves irritaciones

#### Información ecológica

Toxicidad para los peces: P. promelas CL50: 54900 mg/l, Onchorhynchus

mykiss CL50: 51600 mg/l/96h

Toxicidad de dafnia: Daphnia magna CE50: 34400 mg/l/48h

Toxicidad para las bacterias: Photobacterium phosphoreum CE50:

26800 mg/l/30 min

Toxicidad para las algas: Selenastrum capricornutum CI50: 19000 mg/

l/96 h

Movilidad:  $\log P(o/w)$ : -0,92

Potencial de bioacumulación: Bioacumulación poco probable ( $\log P$

( $o/w$ ) < 1)

Clasificación CE: Este producto no está incluido en el índice de sustancias peligrosas, por lo que ha sido clasificado siguiendo el anexo VI de la directiva 2001/59/CE.

#### VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Para llevar a cabo el seguimiento del cumplimiento de los objetivos marcados en el presente proyecto, tanto desde un punto de vista técnico como desde un punto de vista medioambiental, durante la fase de ejecución de los trabajos de ejecución de las perforaciones, se nombrará un Director Facultativo que velará por su cumplimiento.

Para la fase de funcionamiento de los captadores, el mantenimiento que requiere la instalación es mínima por no decir nula, ya que como se ha mencionado en apartados anteriores, el único riesgo existente es una posible fuga del líquido caloportador, situación ésta que es detectada automáticamente por el sistema produciéndose de forma instantánea la parada y cierre de la circulación.

En caso de abandono de una instalación, la única actuación que habrá que realizar es el vaciado del circuito mediante camión cisterna y llevarlo a un vertedero autorizado.

#### INSTALACION DE CLIMATIZACION, VENTILACIÓN Y ACS:

Se ha previsto dotar a los edificios de una instalación de climatización, la cual se proyecta a base de una Unidad de



Tratamiento de Aire con bomba de calor geotérmica con el fin de lograr un adecuado nivel de confort, tanto en verano como en invierno.

En las redes de distribución de A.C.S. el material de las tuberías debe resistir la presión de servicio a la temperatura de funcionamiento y la acción agresiva del agua caliente. Así dentro del edificio la tubería de agua caliente sanitaria será toda ella de cobre, ya que las tuberías de acero galvanizado para agua caliente a temperaturas que aseguren la no proliferación de la "Legionella", dan problemas pues tanto el galvanizado como la misma tubería no resisten. Y en nuestro caso la temperatura de trabajo será tal que asegure la eliminación de gérmenes. Ya que en ciertos casos la proliferación de bacterias en las tuberías de distribución puede combatirse haciendo circular agua a alta temperatura (70 °C) durante un tiempo determinado.

El tratamiento contra la legionela se efectuará por el técnico de mantenimiento con la periodicidad fijada. Seleccionando en la central de regulación la opción correspondiente a dicho tratamiento se elevará la temperatura a 70 °C en toda la red de distribución.

Se describe detalladamente en la preceptiva memoria de instalaciones.

#### **INSTALACION ELECTRICA:**

Las instalaciones que se proyectan son las siguientes:

- instalación centro de transformación.
- instalación eléctrica de baja tensión
- instalación de alumbrado
- instalación de alumbrado espectacular.

#### **INSTALACION DE FONTANERIA:**

La instalación de fontanería incluye todas las instalaciones necesarias para dotar al edificio de una adecuada dotación de servicios higiénicos, incluyendo los desagües y su conexión a la red general y bajantes generales del edificio.

Las redes interiores serán todas de acero galvanizado, salvo el interior de los aseos y cuartos de limpieza que será de polietileno reticulado serie 5.

Según los últimos reglamentos en cuestión de prevención y tratamiento de la legionela, las redes de agua fría que discurren paralelas a las de agua caliente y, sobre todo, aquellas que den suministro a aparatos que puedan transmitir la enfermedad (como es el caso de los pulverizadores de las duchas) deben estar adecuadamente aislados térmicamente y permitir los tratamientos de desinfección aconsejados o respaldados por la práctica.

#### **SANITARIOS Y GRIFERIAS.**

Los tipos y sistemas de aparatos sanitarios y griferías previstos en el proyecto, en función de su destino, son los siguientes:

- Grifería para lavabo, temporizada de repisa de calidad estándar, cromado brillante con rompechorros, en aseos y vestuarios.
- Grifería de pared, calidad estándar para ducha cromado brillante, mezclador exterior para ducha, y codo enlace a pared, brazo de ducha incluido, en vestuarios.
- Rociador chorro-lluvia antivandálico con economizador y con rótula, para ducha, en zona de vestuarios.

- Lavabo sobre encimera de color blanco en todos los aseos.
- Inodoro suspendido blanco, con asiento lacado en blanco, tanque empotrado con embellecedor de acero inoxidable, en aseos y vestuarios.
- Urinario mural mediano en aseos y vestuarios
- Vertedero blanco con rejilla, en cuartos de limpieza.

Los tipos de mobiliario sanitario y accesorios previstos en el proyecto, en función de su destino, son los siguientes:

- Encimera formada por una placa prefabricada de hormigón con acabado abujardado de 45cm. de espesor en aseos y vestuarios.
- Barra de apoyo fija a pared en voladizo de 82.5 cm. para WC, minusválidos, de tubo de acero inoxidable esmerilado sin soldadura, de 30 mm. de diámetro y 1.5 mm. de espesor.
- Barra de apoyo abatible en voladizo de 79.5 cm. para WC, minusválidos, de tubo de acero inoxidable esmerilado sin soldadura, de 30 mm. de diámetro y 1.5 mm. de espesor.
- Portarrollos de acero inoxidable de 30 cm. de diámetro, antivandálico con cierre de seguridad, rollo industrial, en aseos y vestuarios
- Jabonera dosificadora realizada con acero inoxidable, con cerradura antivandálica y cubeta rellenable, en aseos y vestuarios
- Suministrador toallas de papel de un solo uso de acero inoxidable con cerradura antivandálica, en aseos.
- Espejo plateado para vestuarios y aseos realizado con luna incolora de 5mm de espesor, plateada por su cara posterior, incluso canteado perimetral de acero inoxidable.

#### **INSTALACION CONTRA INCENDIOS:**

Se ha justificado el cumplimiento del DB-SI del CTE, incluyéndose todas las instalaciones necesarias para ello, salvo las eléctricas que se incluyen en el anexo DB-SI referente a instalaciones de baja tensión y alumbrado.

#### **INSTALACION DE MEGAFONIA:**

Se proyectan las correspondientes instalaciones de megafonía:

- Auditorio: para poder establecer una información acústico-visual con el público asistente a través de una red de altavoces y monitores conectados a una red de circuito cerrado.
- Edificio docente: permite la comunicación de mensajes sonoros al alumnado, personal docente y usuarios del centro. Consta principalmente de una red de difusores sonoros distribuidos estratégicamente por el interior del edificio.

#### **INSTALACIONES DE TELEFONÍA INTERNA-EXTERNA:**

Se proyectan las correspondientes instalaciones de intercomunicación interna entre los diversos servicios, cabina de control, escenario, sala, hall, etc, así como los equipos y conexión con la red exterior de teléfonos. Se preverá la conexión de línea telefónica exterior directa al cuadro de control del ascensor.

#### **INSTALACIONES DE ALUMBRADO ESPECTACULAR:**

Se incluyen las líneas eléctricas y sus protecciones para esta instalación de alumbrado espectacular.

#### INSTALACIÓN DE SONIDO:

Se proyectan las correspondientes instalaciones para la reproducción de sonido.

#### INSTALACIONES DE EQUIPAMIENTO ESCÉNICO:

Se proyectan las correspondientes instalaciones y equipos de tramoya necesarios para el correcto funcionamiento de las actividades escénicas, incluida la cámara negra

#### INSTALACIONES ESPECIALES.

Instalación de Anti-intrusión: Para el control de posibles intrusos en el edificio se prevé un sistema a base de detectores para el control de accesos y pasillos, conectados a una central de control y mando situada en el núcleo conserje del edificio docente y el centro de información del auditorio. Se instalarán sirenas acústicas tanto en el interior como en el exterior del edificio.

#### RED DE SANEAMIENTO INTERIOR.

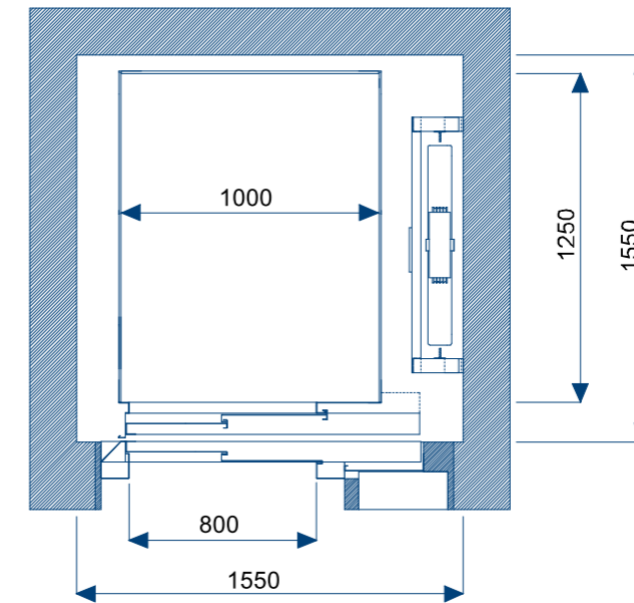
En el interior de los edificios el saneamiento se diseña de modo separativo, evacuando in-dependientemente las aguas usadas de las pluviales. La evacuación exterior también se realiza de modo separativo. Estas dos redes se unirán en el último pozo o registro de la parcela si la red municipal es unitaria, o desaguarán por separado si existen dos redes en la urbanización.

#### INSTALACIÓN TRANSPORTES .

Se colocarán dos modelos de ascensores:

Un ascensor hidráulico para carga de 630 kg (8 personas), doble embarque a 90º, con puertas automáticas en cabina, velocidad 0,63 m/seg, 2 paradas, ancho de hueco 1800 mm y profundidad, cabina de 1200x1200 mm.

Tres ascensores eléctricos sin reductor thyssenkrup, sin cuarto de máquinas modelo latitude, capacidad de carga de 450 kg (6 personas), 1 paradas en el edificio docente y 5 en el auditorio. Cabina metálica con decoración formada por paneles de acero inoxidable. Un embarque, puertas con apertura central de dos hojas acabado acero inoxidable y medidas 800x2000mm, indicadores de posición en pasillo, maniobra cmc con microprocesadores, selectiva en bajada. Hueco de 3650 - 1100.





## 11. URBANIZACIÓN.

### BASES.

El pavimento de urbanización llevarán una base de zahorra de un mínimo de 20 cm de espesor y se realizarán con medios mecánicos y se compactará con bandeja vibratoria.

### PAVIMENTO

Se empleará un unico pavimento en todo el espacio exterior y que además, es el mismo que se coloca en el interior del edificio docente, de modo que se mantiene la misma materialidad.

Se utilizarán placas de cemento ecológico de la empresa ECO-CEM, que se compone de 80% de cemento y 20% de fibras de celulosa.



### MOBILIARIO.

Se colocarán bancos de hormigón armado, acabado decapado, sin respaldo, con forma de paralele-pípedo rectangular de color gris granítico modelo Abril de Escofet.

### VEGETACIÓN

Se han escogido especies arbustivas aromáticas porque son respetuosas con el medio ambiente, evitan la contaminación genética y mantienen la biodiversidad de la zona. Se pretende realizar una combinación "artificial" de especies que ornamenten pero que sean autóctonas de Almagro.

La selección de las variedades escogidas son:

#### Lavanda

Es una planta leñosa, muy aromática de hasta 40cm. de altura con una raíz pivotante. Su base es leñosa y muy ramificada, con hojas alargadas, de color verde azulado que están recubiertas de una fina capa pilosa. Los tallos son cuadrangulares de los que brotan espigas densas de flores azuladas, siendo su época de floración el inicio del verano, la parte útil son las espigas florales desprendiendo un fino y fresco olor en todo el campo. Es una especie foránea que hemos introducido en nuestro agro-ecosistema, realizando ensayos en distintos puntos de nuestra comarca, se han conseguido resultados óptimos en altitudes comprendidas entre los 900m y los 1500m

#### Romero

El romero es un arbusto leñoso de hojas perennes muy ramificado, puede llegar a medir 2 metros de altura. Lo encontramos de color verde todo el año, con tallos jóvenes borrosos (aunque la borra se pierde al crecer) y tallos añosos de color rojizo y con la corteza resquebrajada.

Las flores son de unos 5 mm de largo. Tienen la corola bilabiada de una sola pieza. El color es azul violeta pálido, rosa o blanco, con cáliz verde o algo rojizo, también bilabiado y acampanado. Son flores axilares, muy aromáticas y melíferas (contienen miel), se localizan en la cima de las ramas, tienen dos estambres encorvados soldados a la corola y con un pequeño diente.



#### Salvia

Planta de la familia de las labiadas de 60 a 80 cm. de altura, con los tallos duros de color verde blanquecino; hojas estrechas y aovadas de olor fuerte, aromático y sabor algo amargo; flores azuladas, v fruto seco con una sola semilla.

#### Tomillo

Los tomillos son plantas perennes, de tallo leñoso, de escasa altura, que viven en suelos pobres y pedregosos de regiones secas. Sus hojas son diminutas y poseen esencias aromáticas. Perteneciente a la familia de las labiadas, a primera vista no resulta fácil distinguirla del tomillo, sobre todo en España, donde la variedad de tomillos y serpoles es muy grande.



## 12. SISTEMAS DE EQUIPAMIENTO

### INSTALACIONES DE EQUIPAMIENTO ESCÉNICO:

Se proyectan las correspondientes instalaciones y maquinaria necesarios para el correcto funcionamiento de las actividades escénicas, incluida la cámara negra.

Dada la relación y dependencia del equipamiento escénico con las instalaciones espectaculares, se describen dicho sistema en el correspondiente proyecto de Instalación espectacular.

### MOBILIARIO:

A los efectos del adecuado funcionamiento del auditorio será necesario dotarlo de los elementos imprescindibles de mobiliario. El mas importante son las butacas de la sala, de componentes madera, textil y acero.

La sala de teatro experimental cuenta con dos sistemas de graderíos, uno fijo y otro móvil que permite conseguir múltiples configuraciones.

#### Gradas fijas.

Esta parte de la sala se configura como una platea tradicional. Con una pendiente del 29% asegura una visión optima desde cualquier asiento.

Sistema móvil. Pertenece a la empresa Thyssenkrupp y está basado en el sistema patentado "spiralift" Consiste en configurar parte de graderío móvil del publico y el escenario haciendo que cada una de las filas de butacas sea una plataforma independiente dotada de movimiento vertical. Mediante este sistema se mejora la flexibilidad de la sala de

teatro experimental y por su altura compacta, no requiere foso.

Cada una de las plataformas tiene la misma dimensión que las gradas fijas, es decir un metro de ancho y el mismo acabado que el resto de la sala (tarima de madera de haya maciza)

A continuación se describen las características técnicas facilitadas por la empresa:

Dimensiones: Adaptables a las medidas del escenario y definidas según la necesidad.

Velocidad: 0-12m/min., fija o regulada, con control de velocidad y rampas de aceleración y de deceleración.

Capacidad de sustentación: 500 kg/m<sup>2</sup>

Capacidad de elevación: 250 kg/m<sup>2</sup>

Guiado: Guías verticales tipo rail en T fijadas a pared, o mecanismos bajo plataforma, como guías tipo libro o tijeras.

Recorrido: Hasta 12 m.

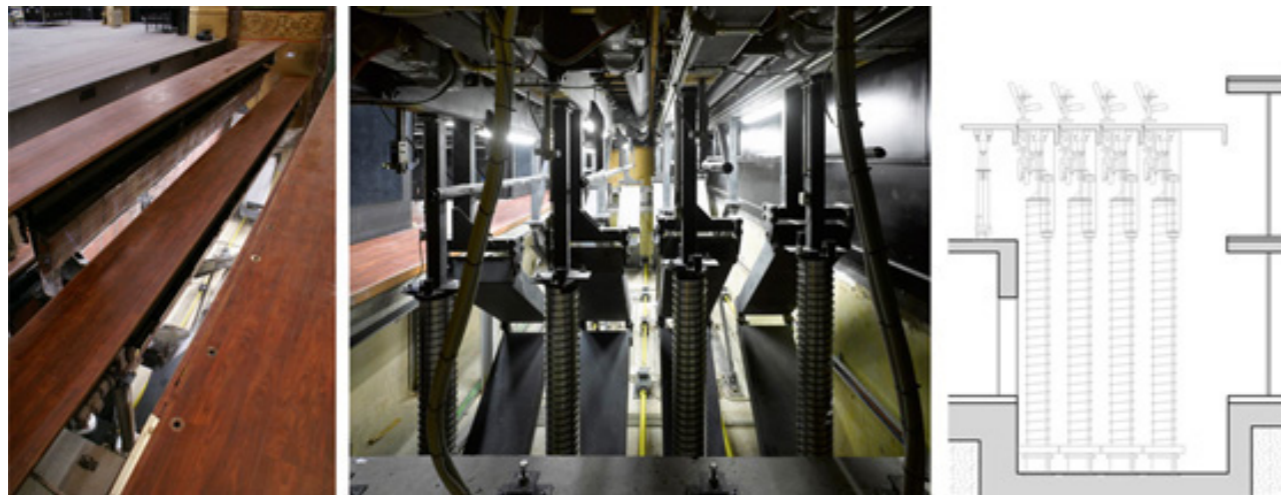
Paradas: Ilimitadas y preseleccionadas.

Control: Mando local desde panel de pulsadores.

Accionamiento: Mediante columnas helicoidales de elevación con banda de acero inoxidable.

Posibilidad de doble piso.

Las estructuras son de aluminio, muy ligeras y que permiten una fácil manipulación.



#### Las butacas

Se ha seleccionado el modelo "SERIE 630 TULIPA" de *Figueras IS*. Es una silla pensada para su uso en salas polivalentes, puede estar fija en las gradas (modo convencional) o puede ser móvil con la propiedad añadida que apilable. Todo ello, consiguiendo aportar un elevado nivel de confort al usuario.

El diseño del respaldo hace que al formar filas se obtenga una imagen de continuidad que favorece el aspecto de la instalación. Los brazos de la silla forman parte de la estructura. El asiento y respaldo son dos piezas independientes.

Otra característica de la silla es la posibilidad de que el asiento sea abatible de forma automática o bien pueda fijarse como en una silla convencional. De forma que el asiento, cuando no esté en uso, se encuentre permanentemente elevado. Con ello se consigue que el espectador siempre tenga paso libre entre las filas, con el consiguiente incremento de comodidad y de seguridad que ello supone. El asiento puede fijarse en posición abierta, de tal forma que la silla puede utilizarse para otros usos como comedores, salas de reuniones o como sillas confidente. Todo ello dota a esta silla de una polivalencia de uso excepcional.

Lleva incorporado de serie un sistema de unión que permite formar filas. La silla es perfectamente apilable y lo hace en dirección vertical.



## **DG.** DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

**03.** CUMPLIMIENTO DEL CTE

**04.** ANEJOS A LA MEMORIA

**alicia palau mayordomo**

**t4. julio 11**

**CENTRO DE ARTES ESCÉNICAS**  
**EN ALMAGRO**



## **CTE.** JUSTIFICACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO

- 01. DB-SE - Seguridad Estructural
- 02. DB-SI - Seguridad en caso de Incendio
- 03. DB-SUA - Seguridad de Utilización y Accesibilidad
- 04. DB-HS - Salubridad
- 05. DB-HR - Protección frente al Ruido
- 06. DB-HE - Ahorro de Energía

## **DB-SE. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

- 01. Cumplimiento de la seguridad esctructural
- 02. Información geotécnica
- 03. Sistema estructural



## 1. CUMPLIMIENTO DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL

En este proyecto se considera lo establecido en los siguientes documentos, para asegurar que el edificio tiene unas prestaciones estructurales adecuadas frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto, de modo que no se produzcan en el mismo o en alguna de sus partes, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, vigas, pilares, forjados, muros u otros elementos estructurales que comprometan directamente la resistencia mecánica, el equilibrio, la estabilidad del edificio o que se produzcan deformaciones inadmisibles.

DB-SE-AE. Seguridad estructural. Acciones en la edificación  
NCSE-02. Norma de construcción sismorresistente: Parte General y Edificación  
DB-SE-C. Seguridad estructural. Cimientos  
EHE-08. Instrucción de Hormigón Estructural

## 2. INFORMACIÓN GEOTÉCNICA.

En el ámbito del documento CTE-DB-SE-C, se contempla en el cálculo de la estructura los siguientes parámetros básicos relativos al terreno de cimentación, según estudio geotécnico realizado:

Empresa:  
Nº de expediente: 0  
FECHA DEL ESTUDIO:  
TIPO DE CONSTRUCCIÓN: C1  
GRUPO DE TERRENO: T2  
TIPOS DE SUELO POR NIVELES:  
Nivel: Profundidad (en m): 0  
RESISTENCIA ADMISIBLE DEL TERRENO: 0,3 N/mm<sup>2</sup>  
COEFICIENTE DE BALASTO: 0 kN/m<sup>3</sup>  
DENSIDAD: 1,97 kN/m<sup>3</sup>  
COHESIÓN: 1,5 kN/m<sup>2</sup>  
ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO: 15  
VALORES LÍMITE DE ASIENTO TOTAL ADMISIBLE: 0 mm  
PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO: No  
PROFUNDIDAD MÍNIMA DE CIMENTACIÓN: 1,25 m  
CLASE DE EXPOSICIÓN A LA CORROSIÓN: Qa

Al inicio de las obras y a la vista de la excavación la Dirección Técnica procederá a confrontar el proyecto de cimentación propuesto con los datos del informe geotécnico, así como la estimación de otros riesgos no previstos inicialmente por falta de datos. Paralelamente, la Dirección Técnica procederá con la aprobación del estado de las zanjas, cimentación y sistemas de contención del terreno antes de proceder a la colocación de las armaduras, por lo que el contratista tiene la obligación inexcusable de avisar con la debida antelación al arquitecto, y obtener su Visto Bueno por escrito para proseguir con las obras de cimentación.

## 3. SISTEMA ESTRUCTURAL

### 3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

#### 3.1.1. Cimentación y contención de tierras nivel freático

No existen datos que hagan suponer que el nivel de freático se encuentre por encima de la cimentación, por lo que no es necesario considerar medidas especiales de consolidación de la excavación, aunque se prevé un adecuado sistema de drenaje.

#### SISTEMA DE CONTENCIÓN DE TIERRAS

MUROS DE SOTANO/CONTENCION: se emplearán como sistemas de contención del terreno muros in situ.

Se dispondrá un trasdosado del muro a base de grava drenante en toda su altura, así como la impermeabilización del mismo. Se completa el drenaje con tubo tipo Porosit ejecutado con pendiente del 3%.

#### SISTEMA DE CIMENTACIÓN

LOSA DE CIMENTACIÓN: de sección de canto constante de hormigón vertido "in situ" con armadura colocada directamente en obra en ambas direcciones y perfectamente ancladas, formada por barras aisladas o por mallas electrosoldadas, según se define en los planos.

Se definen en la documentación gráfica los detalles específicos de armado de punzonamiento bajo pilares, la viga de remate perimetral, el foso de ascensor y pozos de bombeo.

En la cara inferior de la losa se dispondrá una capa de hormigón de limpieza HM-20 no inferior a 10cm. así como un recubrimiento mínimo de 7cm.

#### 3.1.2. Estructura portante

#### ESTRUCTURA PRINCIPAL

ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO: Se organiza una estructura espacial de nudos rígidos mediante pórticos hiperestáticos de hormigón armado con las tipologías de forjados descritos en la estructura horizontal.

Estos forjados se enlazarán en continuidad con los pórticos de hormigón armado, definidos por vigas planas y de canto, y soportes de sección cuadrada, circular o rectangular para asegurar el monolitismo estructural; el sistema se complementa con diversos brochales, zunchos perimetrales y de borde.

#### ESTRUCTURA COMPLEMENTARIA

Como estructuras complementarias tenemos losa maciza de escalera.

#### 3.1.3. Estructura horizontal

La elección de los cantos de forjado y vigas se ha efectuado considerando la luz a efectos de reducir su deformación a términos admisibles.

FORJADOS DE LOSA MACIZA IN SITU: Formadas por una sección de canto constante de hormigón vertido "in situ" con armadura colocada directamente en obra en ambas direcciones y perfectamente ancladas, formada por barras aisladas o por mallas electrosoldadas, según se defina en los planos.

En las correspondientes plantas de estructura, y sobre cada paño de forjado, se facilitan los armados base y los armados de refuerzo tanto para momentos flectores positivos como para los refuerzos de negativos que se deberán disponer. Paralelamente se proporcionan los armados precisos para esfuerzos cortantes y punzonamiento en los casos en que sea preciso.

### 3.2. ACCIONES CONSIDERADAS (DB-SE-AE)

VALORES CARACTERÍSTICOS: Son las acciones consideradas a las cuales se aplicará los coeficientes parciales de seguridad, para obtener los Valores de Cálculo. A efecto de los elementos de bajada de cargas, como soportes, muros o pantallas sí se aplicará la reducción de sobrecargas permitida en el Art.3.1.2 de DB-SE-AE.

#### ACCIONES GRAVITATORIAS

ACCIONES GRAVITATORIAS					
USO O ZONA DEL EDIFICIO	---	---	---	---	---
<b>CARGAS SUPERFICIALES (kN/m<sup>2</sup>)</b>					
Peso propio de forjados	5	0	0	0	0
Solado, revestimiento, cubrición.	1,5		0	0	0
Tabiquerías ordinarias	1	0	0	0	0
Sobrecarga de uso + nieve	1,5	0	0	0	0
<b>CARGAS LINEALES (kN/m)</b>					
Cerramiento de fachadas	0	0	0	0	0
Particiones interiores pesadas	3,5				
Vertical: voladizos y barandillas	0	0	0	0	0
Horizontal: bordes de balcones	0	0	0	0	0
<b>CARGAS ESPECIALES</b>					
Camión de bomberos	20 kN/m <sup>2</sup> dispuestos en 3x8m <sup>2</sup> y puntual de 45 kN				

#### ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS

Se prescinde de ellas dadas las características geométricas de la estructura o al disponerse juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos por encima de rasante de más de 40m. Además, se establecerán juntas de hormigonado razonables dejando transcurrir 48h entre hormigonados consecutivos.

#### COMBINACIÓN DE ACCIONES

El valor de cálculo de los efectos de las acciones, tanto frente a la capacidad portante como a la aptitud al servicio, correspondientes a una situación persistente, transitoria o extraordinaria y de acuerdo con los criterios de simultaneidad se determina mediante las expresiones reflejadas en el Art. 4 del DB-SE.

Coeficientes parciales de seguridad y simultaneidad: Los valores de los coeficientes de seguridad para la aplicación de los documentos básicos del CTE para cada tipo de acción y atendiendo a las condiciones de resistencia y estabilidad se establecen en la Tabla 4.1 del DB-SE. Los correspondientes a la resistencia del terreno se establecen en la Tabla 2.1 del DB-SE-C.

**Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones**

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Paralelamente, los valores de los coeficientes de simultaneidad de las acciones se establecen en la Tabla 4.2 del DB-SE.

### 3.3. BASES Y MÉTODOS DE CÁLCULO

#### 3.3.1. Discretización de la estructura

PILARES: son barras verticales entre cada planta definiendo un nudo en arranque de cimentación y en la intersección de cada planta, siendo su eje el de la sección transversal.

VIGAS HORIZONTALES: se definen en planta fijando nudos en la intersección con el eje de pilares, así como en los puntos de corte de las viguetas con las vigas. Análogamente, se crean nudos en las puntas de voladizos y en extremos libres. Las vigas se discretizan como barras cuyo eje es coincidente con el plano medio que pasa por el centro del alma vertical, y a la altura de su centro de gravedad.

VIGAS INCLINADAS: se definen entre dos puntos que pueden estar en diferente nivel o planta, creándose dos nudos en dichas intersecciones. Cuando una viga inclinada une dos zonas independientes no produce el efecto de indeformabilidad del plano con comportamiento rígido, ya que poseen seis grados de libertad sin coartar.

FORJADOS DE LOSA MACIZA: la discretización de los paños se realiza en mallas de elementos de tamaño máximo de 25 cm y se efectúa una condensación estática.

FORJADOS DE LOSA MIXTA: son forjados unidireccionales discretizados por barras cada 40 cm. Se componen de una losa de hormigón y una chapa nervada que le sirve de encofrado: sólo como encofrado perdido o como chapa colaborante.

FORJADOS DE VIGUETAS: se definen en los huecos definidos entre vigas, creando nudos en las intersecciones de borde y eje correspondiente de la viga que interseca.

FORJADOS DE PLACAS ALIGERADAS: forjados unidireccionales discretizados por barras cada 40 cm. Las características geométricas y sus propiedades resistentes se definen en una ficha de características, que puede introducir el usuario, creando una biblioteca de forjados aligerados. Se pueden calcular en función del proceso constructivo de forma aproximada, modificando el empotramiento en bordes, según un método simplificado.

FORJADOS RETICULARES: la discretización de los paños de forjado reticular se realiza en mallas de elementos tipo barra cuyo tamaño es de un tercio del intereje definido entre nervios de la zona aligerada, y cuya inercia a flexión es (tanto en la zona maciza como en la aligerada) la mitad de la zona maciza, y la inercia a torsión el doble de la de flexión. La dimensión de la malla se mantiene constante. Se tiene en cuenta la deformación por cortante y se mantiene la hipótesis de diafragma rígido.

MUROS: se discretizan por elementos finitos, tipo lámina gruesa tridimensional, que considera la deformación por cortante. Están formados por seis nodos en los vértices y en los puntos medios, con seis grados de libertad cada uno y su forma es triangular, realizándose un mallado del muro en función de las dimensiones, geometrías y huecos, con refinamiento en zonas que reduce el tamaño en las proximidades de ángulos, bordes y singularidades. Para las simulaciones de apoyo en muro, se definen tres tipos de vigas con apoyos coincidentes con los nudos de a discretización a lo largo del apoyo del muro, al que se le aumenta su rigidez considerablemente (x100). Los tipos de apoyo son:

Empotramiento: desplazamientos y giros impedidos en todas las direcciones.

Articulación fija: desplazamientos impedidos pero con el giro libre.

Articulación con deslizamiento libre horizontal: desplazamiento vertical coartado y giro libre.

PANTALLAS DE HORMIGÓN ARMADO: elementos verticales de sección transversal formada por rectángulos múltiples entre cada planta, y definidas por un nivel inicial y un nivel final. La dimensión de cada lado es constante en altura, pero

puede disminuirse su espesor.

**VIGAS DE CIMENTACIÓN:** Son vigas flotantes apoyadas sobre suelo elástico, discretizadas en nudos y barras, asignando a los nudos la constante de muelle definida a partir del coeficiente de balasto.

Se crea, por tanto, un conjunto de nudos generales de dimensión finita en pilares y vigas cuyos nudos asociados son los definidos en las intersecciones de viguetas y brochales en vigas (en sus bordes) y de todos ellos en las caras de los pilares.

Considerando que están relacionados entre sí por la compatibilidad de deformaciones, se resuelve la matriz de rigidez general y las asociadas, y se obtienen los desplazamientos y los esfuerzos en todos los elementos del sistema.

Dentro de los soportes se supone una respuesta lineal como reacción a las cargas transmitidas por el dintel y las aplicadas en el nudo transmitidas por el resto de la estructura. En consecuencia, las ecuaciones del momento responderán a una ley parabólica cúbica, mientras que el cortante se puede deducir por derivación respecto de las anteriores. Las expresiones resultantes ilustran el efecto de redondeo de las leyes de esfuerzos sobre los apoyos, ampliamente aceptado por la comunidad internacional.

### 3.3.2. Obtención de esfuerzos

El cálculo de esfuerzos, el dimensionado y el armado de elementos se ha resuelto mediante el empleo del programa informático:

- NOMBRE COMERCIAL: CUBUS Y SAP2000
- VERSION: v.11

Para ello, analiza diversas sollicitaciones (se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo) mediante un cálculo espacial tridimensional, por métodos matriciales de rigidez, formando las barras todos los elementos que definen la estructura. Se establecen la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando seis grados de libertad, y la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta del forjado como diafragma rígido, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. Por lo tanto, el edificio solo podrá girar y desplazarse de forma unitaria, es decir, tres grados de libertad. En las Estructuras 3D integradas dispondrá siempre de 6 grados de libertad por nudo.

Cuando en una misma planta existan zonas independientes, el programa considera cada una de ellas como una parte distinta de cara a la indeformabilidad de dicha zona, y no se tendrá en cuenta en su conjunto. Por tanto, las plantas se comportarán como planos indeformables independientes.

Para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático (excepto cuando se consideran acciones dinámicas por sismo); y se supone un comportamiento lineal de los materiales y, por lo tanto, un cálculo de primer orden, es decir admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura

### 3.3.3. Cálculo de la cimentación

En todos los casos se obtienen las dimensiones del cimiento de hormigón armado en planta, el canto y las armaduras se distribuyen uniformemente según dos direcciones ortogonales. Se verifican igualmente las condiciones de cuantía mínima, longitudes de anclaje y fisuración. Como método de cálculo se emplea el método de los Estados Límites Últimos. Las comprobaciones que se realizan durante el proceso de cálculo se hacen considerando que los pilares o muros

transmiten a la cimentación los siguientes esfuerzos: axil, momentos flectores y esfuerzos cortantes.

- Tensiones sobre el terreno: Se admiten los principios de la Mecánica del Suelo al definir la tensión admisible. Conocido un sistema de fuerzas, se puede calcular el punto de paso de la resultante de cargas en la base del cimiento a la que es preciso adicionar el peso propio del mismo. El rectángulo que se forma tomando como centro el punto de paso de la resultante y los bordes más próximos al contorno de la zapata, define la llamada Área Eficaz. Suponiendo que la carga vertical se distribuye uniformemente sobre dicha área, la cimentación puede considerarse suficiente si la tensión obtenida es inferior a la tensión admisible del terreno.

- Estado límite de equilibrio: Se ha analizado el equilibrio teniendo en cuenta cuál es el origen de la carga, que puede ser de tipo permanente o variable. Además, considerará si el efecto de la misma es favorable o desfavorable a efecto de aplicar los correspondientes coeficientes de ponderación.

- Estado límite de agotamiento: Esta comprobación se hace en forma distinta según el elemento sea rígido o flexible sin considerar en ningún caso el peso propio de la cimentación. En el caso de zapatas rígidas se calculan por el método de bielas y para zapatas flexibles se calculan por la flexión y el cortante sobre sus respectivas secciones de referencia. En este último caso se efectúan las correspondientes comprobaciones de punzonamiento.

**ZAPATAS DE MEDIANERÍA Y ESQUINA:** los momentos provocados por la excentricidad de la carga se equilibran por los elementos de arriostramiento que se describen en los planos.

**LOSAS DE CIMENTACIÓN:** se considera, además, tanto su peso propio como la respuesta elástica del terreno en función del módulo de balasto. Para ello se discretiza la losa y se supone apoyada en una serie de puntos sobre el terreno, que se deformarán proporcionalmente a la acción recibida. El cálculo correspondiente permitirá calcular el armado y determinar si la tensión en alguno de los puntos supera la admisible sobre el terreno. También se comprueba la acción de los pilares para que en ningún caso se supere el estado límite de punzonamiento.

**POZOS DE CIMENTACIÓN:** se considera la acción del peso propio, tanto a los efectos de centrado de cargas como de acción sobre el terreno. El cálculo de acciones sobre el suelo se efectúa con las mismas hipótesis que en el caso de zapatas rígidas.

**PILOTES:** para la estimación de la capacidad portante se considerarán los datos del fabricante para la definición de dimensiones y cuantías mínimas teniendo en cuenta los posibles efectos de grupo en conjuntos de varios pilotes. Los encepados y vigas riostra se han calculado de acuerdo con lo especificado en la normativa vigente.

### 3.3.4. Cálculo de la estructura horizontal y vertical

La determinación de las sollicitaciones se ha realizado con arreglo a los principios de la Mecánica Racional, complementados por las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y de la Elasticidad.

**METODO DE CÁLCULO:** es de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes, sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales. En general, el tipo de análisis global efectuado responde a un modelo lineal, si bien se han aceptado ocasionalmente redistribuciones plásticas en algunos puntos, habiendo comprobado previamente su ductilidad.

- Estados límite últimos (equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia, anclaje, fatiga e inestabilidad) las comprobaciones se han realizado, para cada hipótesis de carga, con los valores representativos de las acciones mayorados por una serie de coeficientes parciales de seguridad, habiéndose minorando las propiedades resistentes de los materiales mediante otros coeficientes parciales de seguridad.

En las regiones D se efectúan correcciones a los valores de armado obtenidos, de acuerdo con lo dispuesto en la normativa vigente y limitado a las comprobaciones puntuales de nudos y de los pilares apeados en su caso.



- Estados límite de utilización o servicio (fisuración, vibración si procede y deformación) las comprobaciones se han realizado para cada hipótesis de carga con acciones de servicio (valores representativos sin mayorar).

RIGIDECES CONSIDERADAS: Para la obtención de los términos de la matriz de rigidez se consideran todos los elementos de hormigón en su sección bruta.

Se considera el acortamiento por esfuerzo axial en pilares afectado por un coeficiente de rigidez axial de valor 2,50 para poder simular el efecto del proceso constructivo de la estructura y su influencia en los esfuerzos y desplazamientos finales.

DIMENSIONADO DE LAS SECCIONES: se emplea el método de la parábola-rectángulo, con los diagramas tensión-deformación del hormigón y para cada tipo de acero, de acuerdo con la normativa vigente. Se utilizan los límites exigidos por las cuantías mínimas indicadas por las normas, tanto geométricas como mecánicas, así como las disposiciones indicadas referentes a número mínimo de redondos, diámetros mínimos y separaciones mínimas y máximas.

- Vigas horizontales de hormigón armado: se efectúa a flexión simple para la determinación de la armadura longitudinal. La armadura de montaje superior podrá colaborar como armadura de compresión superior de la zona central, allí donde se necesite. A partir de la envolvente de capacidades mecánicas necesarias se determina la armadura real a disponer, teniendo en cuenta las longitudes de anclaje así como el desplazamiento de un canto útil de la envolvente de momentos flectores. La comprobación y dimensionado de compresión oblicua por torsión y cortante se efectúa a un canto útil del borde de apoyo.

- Vigas inclinadas de hormigón armado: se efectúa a flexo-compresión esviada a partir de las envolventes de momentos flectores y axiales, así como el estriado a cortante. Se dimensiona la armadura para los dos planos paralelos a las caras de la viga.

- Vigas metálicas: Se dimensionan de acuerdo a la norma correspondiente y al tipo de acero. Se dimensionan a flexión simple, ya que no se considera el axial. Se comprueba el pandeo lateral, flecha y la abolladura. En el caso de las vigas Boyd se modelan como una viga Vierendel y se dimensionan como acero laminado con la norma correspondiente.

- Pilares de hormigón armado: el dimensionado se realiza en flexión-compresión esviada. A partir de unos armados se comprueba si todas las combinaciones posibles lo cumplen en función de la compatibilidad de esfuerzos y deformaciones, y comprobando que con dicho armado no se superan las tensiones del hormigón y del acero ni sus límites de deformación. Se considera la excentricidad adicional por pandeo cuando se sobrepasan los límites indicados en la Norma.

- Pantallas y muros de hormigón: una vez calculados los esfuerzos y para cada combinación, se comprueban en cada cara de armado tanto en vertical como en horizontal las tensiones y deformaciones del hormigón y del acero. De acuerdo con la norma de aplicación se realizan las comprobaciones de cuantías, límites de esbeltez, separaciones, así como las comprobaciones dimensionales de los lados (el ancho de un lado es superior a cinco veces su espesor), ya que si no lo verifica, se le aplican las limitaciones impuestas para pilares.

- Pilares de acero: el dimensionado se realiza en flexión-compresión esviada de acuerdo a la norma seleccionada para el tipo de acero, ya sea laminado o conformado. Los coeficientes de pandeo deben introducirse por el usuario de forma manual. También se calculan las placas de anclaje en el arranque, verificando las tensiones en el acero, pernos, punzonamiento y arrancamiento.

- Pórticos: se ha procedido por el análisis lineal, admitiéndose en los nudos una redistribución de momentos “de negativos a positivos” de hasta un 15% del máximo momento flector.

- Forjados unidireccionales: el cálculo de los forjados unidireccionales se realiza de forma individualizada para cada vigueta en flexión simple. Las viguetas son barras de sección en T que se trazan en los huecos definidos por las vigas, creando nudos en las intersecciones de borde de la viga con el eje de la vigueta. En el dimensionado de nervios de forjado se acepta una redistribución de momentos negativos de hasta un 25%.

- Losas macizas: se aplica el método de Wood, que considera el efecto de la torsión en cada nudo de la malla para obtener el momento en cada dirección especificada. Con todo ello se obtienen unas envolventes de cuantías y el área necesaria en cada dirección por metro de ancho y se calculan unos refuerzos. Se comprueba el cumplimiento de las cuantías geométricas mínimas, tanto superior como inferior, así como las mecánicas de la cara de tracción. En superficies paralelas a los bordes de apoyo, y situada a una distancia de medio canto útil, se verifica el cumplimiento de la tensión límite de punzonamiento. También se realiza la comprobación a cortante en toda la superficie de la losa hasta encontrarse todas las superficies radiadas a partir de los bordes de apoyo. Si es necesario reforzar, se indicará el número y el diámetro de los refuerzos a colocar.

- Forjados reticulares: Los criterios para los forjados reticulares son los mismos que los indicados para las losas macizas sólo que el armado general se concentra en los nervios. En la zona de ábacos o zona maciza se efectúa un cálculo idéntico al de las losas macizas frente a cortante y punzonamiento.

- Muros de fábrica: Se comprueban los límites de tensión en compresión y en tracción (10% de la compresión) con un factor de exigencia del cumplimiento del 80%.

### 3.3.5. Aptitud al servicio - deformaciones

Se determina la flecha máxima activa en vigas utilizando el Método de la Doble Integración de Curvaturas a lo largo de la pieza. Analizando una serie de puntos, se obtiene la inercia de la sección fisurada y el giro diferido por fluencia, calculando la ley de variación de curvaturas partiendo del valor del módulo de elasticidad longitudinal secante del hormigón.

El valor de la flecha que se obtiene es la instantánea más la flecha diferida. Para la determinación de la flecha activa y total a plazo infinito, se definen unos coeficientes a aplicar en función del proceso constructivo que multiplicarán a las flechas instantáneas para obtener las flechas diferidas.

El cálculo de las deformaciones se realiza para condiciones de servicio, con coeficientes parciales de seguridad para las acciones desfavorables (o favorables permanentes) de valor 1, y de valor nulo para acciones favorables variables.

LIMITACIONES GENERALES: A efectos de considerar la integridad de los elementos constructivos se admite que la estructura horizontal es suficientemente rígida si, ante cualquier combinación de acciones características (sin mayorar), la flecha relativa posterior a la puesta en obra del elemento horizontal es menor que:

1/500 en pisos con tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas

1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas

1/300 en el resto de los casos.

A efectos de confort de los usuarios, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa será menor que 1/350.

A efectos de la apariencia de la obra, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa será menor que 1/300.

La estructura global tiene suficientemente rigidez lateral si, ante cualquier combinación de acciones características, el desplome vertical es menor que:

1/500 de la altura total del edificio

1/250 de la altura parcial de cualquiera de las plantas

### 3.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

#### CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN

EHE-08	ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE HORMIGÓN ARMADO		
	CIMENTACIÓN	SOPORTES	LOSAS
HORMIGON			
Nivel de Control	Estadístico	Reducido	Estadístico
Coefficient de minoración	1,50	1,50	1,50
Tipo/exposición ambiental	Ila	Ila	Ila
Resist. a 7/28 días	16,25 / 25	22,75 / 35	22,75 / 35
Asiento cono Abrams	0 a 2 cm	0 a 2 cm	0 a 2 cm
Tamaño máx.del árido	mm	mm	mm
Recubrimiento mín/nominal	25	25	25
Máx. agua-cemento	0,6	0,6	0,6
Tipo de cemento	CEM II/A-S	CEM II/A-S	CEM II/A-S
Contenido mín. cemento	275	275	275
Sistema de compactación	Vibrado normal o picado con barra	Vibrado normal o picado con barra	Vibrado normal o picado con barra
ACERO EN BARRAS			
Tipo de acero	B 500 S	B 500 S	B 500 S
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	500	500	500
Nivel de control	Por distintivo	Por distintivo	Por distintivo
Coefficiente de Minoración	1,15	1,15	1,15
Resist de cálculo f <sub>yd</sub>	575	575	575
ACERO EN MALLAZOS			
Tipo de acero	B 500 T	B 500 T	B 500 T
Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	500	500	500
EJECUCION			
Nivel de Control previsto	Normal		
Coef. Mayoración Acciones	Permanente: 0 Variable: 0		
Observaciones			

#### PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE LA ESTRUCTURA CONTROL NORMAL

##### DOCUMENTACION:

Para el seguimiento del Control de Calidad de la obra estarán disponibles en todo momento:

Libro de Órdenes y Asistencias

El proyecto y las modificaciones debidamente autorizadas.

Una vez finalizada la obra, esta documentación será depositada por el Director del Proyecto en el Colegio Profesional correspondiente, o, en su caso, en la Administración Pública competente.

Dentro del Plan de Control de Calidad se establecen los siguientes niveles:

Control en la Recepción: mediante certificados, distintivos de calidad oficiales, evaluaciones de idoneidad técnica o

mediante ensayos. El constructor recabará de los suministradores la documentación de los productos, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.

Control durante la Ejecución: con la asistencia técnica de una Entidad o Laboratorio acreditado. El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.

Control final de Aceptación: se podrán incorporar otras comprobaciones y/o pruebas de carga si son necesarias.

Una vez finalizada la obra, esta documentación de control será depositada por el Director de la Ejecución en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo

#### FRECUENCIA DEL CONTROL DE LA ESTRUCTURA.

TIPO DE ELEMENTO	NIVEL DE CONTROL	
	Normal	Intenso
Zapatas	10%	20%
Losas de cimentación		
Encepados		
Pilotes		
Muros contención/sótano		
Jácenas	10%	20%
Zunchos		
Brochales		
Losas bidireccionales	15%	30
Forjados unidireccionales		
Pilares	15%	30
Escaleras	10%	20%
Elementos singulares	15%	30%

Nota: se comprobará el 100% de los elementos sometidos a torsión principal y, en general, los elementos que sean susceptibles de roturas frágiles o que contengan detalles con posibles empujes al vacío, nudos complejos, transiciones complicadas en geometría o armaduras, cabezas de anclaje, etc.

#### CONTROL DEL HORMIGON

Se realizará un control de acuerdo con las características del proyecto (Art 86.5.3 de EHE-08):

Modalidad 1: control estadístico, de aplicación general en todas las obras.

Modalidad 2: control al 100%, de aplicación especial por lo compleja y su coste

Modalidad 3: control indirecto, de aplicación restringida (< dos plantas, luces <6,00m, etc)

En nuestro caso, Modalidad 1, se incluirán una serie de comprobaciones de carácter documental y experimental sobre su comportamiento en relación con la docilidad, la resistencia y la durabilidad, además de cualquier otra característica que, en su caso, establezca el pliego de prescripciones técnicas particulares.

RECEPCION: Para el control de hormigones se ha considerado que será suministrado por una central de hormigón con sello o distintivo de calidad oficialmente reconocido, evitándose así los ensayos característicos de dosificación en obra (Art 86.4.3.1 de EHE-08).

EJECUCION: Cualquier ensayo se realizará a 28 días y cualquier característica medible de una amasada vendrá expresada por el valor medio de un número de determinaciones iguales o superiores a dos.

- Docilidad: se comprobará mediante determinación de la consistencia del hormigón fresco, es decir, su asentamiento en Cono de Abrahams y su adecuación a las características proyectadas. Su no adecuación será objeto de rechazo automático. Al menos se realizarán cuatro determinaciones por jornada de suministro. En el caso de hormigones autocompactantes se seguirán el Anejo 17 de la EHE-08. Los criterios de rechazo o aceptación vienen dados por la tabla 86.5.2.1 (Tolerancias para la consistencia del hormigón).

- Resistencia: en nuestro caso, un control de forma estadística (Modalidad 1 -Art 86.5.3 de EHE-08), se comprobará dividiendo la obra en lotes de hormigonado (no inferior a tres), cuyo tamaño, para hormigones sin distintivo de calidad reconocido será según la tabla 86.5.4.1 (Tamaño máximo de los lotes de control de la resistencia, para hormigones sin distintivo de calidad oficialmente reconocido).

La conformidad del lote en relación a la resistencia se comprobará con el valor medio de los resultados obtenidos sobre tres probetas de 15x30cm, tomadas de N amasadas, de acuerdo con la Tabla 86.5.4.2.

De cada lote se romperán a compresión dos probetas a la edad de 28 días y se reservará otra para su rotura por indicación expresa de la dirección facultativa a la edad que ésta designe, que por defecto será a los 90 días.

ACEPTACION: se aceptará el lote si se verifica que, tras ordenar los resultados obtenidos por valores  $X_i$  y tomando su valor medio  $X_m$  (Art. 86.7.3.1 de EHE-08):  $X_i \geq 0,90 f_{ck}$   $X_m \geq 1,645 \sigma + 0,90 f_{ck}$

De no aceptarse el lote, la Dirección Facultativa valorará la posible aceptación, el refuerzo o la demolición de los elementos afectados, a partir de la aplicación gradual de ensayos de información complementaria (probetas, adicionales o testigo), realización de un estudio específico de la seguridad estructural por técnico cualificado y/o la realización de pruebas de carga.

En el caso del control de elementos prefabricados, deberá ser realizado por el fabricante de los elementos en la propia planta, poniendo a disposición de la Dirección Facultativa la comprobación de conformidad (Ver Art. 91 de EHE-08)

#### CONTROL DEL ACERO PARA ARMADURAS PASIVAS

Se efectuará el control sobre barras corrugadas, mallas electrosoldadas o armaduras elaboradas.

RECEPCION EN OBRA: Se considera que el suministro de acero se efectuará con materiales en posesión de marcado CE, con distintivo de calidad oficialmente reconocido o según norma EN 10080.

EJECUCION: Para suministros inferiores a 300 tn, se procederá a su división por lotes de máximo 30tn. Por cada lote se tomarán dos probetas, cuatro si el suministro es mayor que el indicado, realizando el laboratorio de control autorizado los siguientes ensayos sobre la muestra de cada uno de los diámetros empleados, marca y proveedor:

Comprobación de la sección equivalente

Características geométricas de los resaltes o corrugas

Ensayo de doblado a 180° y ensayo de doblado-desdoblado a 90°.

Tensión del límite elástico.

Carga unitaria de rotura.

Alargamiento de rotura y bajo carga máxima.

Relación tensión-rotura.

ACEPTACION: La aceptación o no del lote se regirá por las especificaciones indicadas en el Art. 32 de EHE-08.



## **DB-SI. SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO**

- 01. Propagación interior
- 02. Propagación exterior
- 03. Evacuación de ocupantes
- 04. Instalaciones de protección contra incendios
- 05. Interverción de bomberos
- 06. Resistencia al fuego de la estructura.

## INTRODUCCIÓN.

Tal y como se describe en el DB-SI (artículo 11) "El objetivo del requisito básico "Seguridad en caso de incendio" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes. El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales", en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación."

Para garantizar los objetivos del Documento Básico (DB-SI) se deben cumplir determinadas secciones. "La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad en caso de incendio"."

## SI 1: PROPAGACIÓN INTERIOR.

### 1 COMPARTIMENTACIÓN EN SECTORES DE INCENDIO.

La obra se dividirá en los siguientes sectores de incendio:

Nombre del sector: ESPACIO DOCENTE

Uso previsto: Docente

Superficie: 1882 m<sup>2</sup>.

Situaciones:

- Planta sobre rasante con altura de evacuación  $h \leq 15$  m y la resistencia al fuego de las paredes y techos que delimitan el sector de incendio es de EI60

Condiciones según DB SI:

Si el edificio tiene más de una planta, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 4.000 m<sup>2</sup>.

Cuando tenga una única planta, no es preciso que esté compartimentada en sectores de incendio.

Nombre del sector: AUDITORIO

Uso previsto: Pública concurrencia

Superficie: 2440 m<sup>2</sup>.

Situaciones:

- Planta sobre rasante con altura de evacuación  $15 \leq h \leq 28$  m y la resistencia al fuego de las paredes y techos que delimitan el sector de incendio es de EI120

Condiciones según DB SI:

- La superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2.500 m<sup>2</sup>, excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes.

- Los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos polideportivos, feriales y similares pueden constituir un sector de incendio de superficie construida mayor de 2.500 m<sup>2</sup> siempre que:

a) Estén compartimentados respecto de otras zonas mediante elementos EI 120;

b) tengan resuelta la evacuación mediante salidas de planta que comuniquen, con un sector de riesgo mínimo a través de vestíbulos de independencia, o bien con mediante salidas de edificio; los materiales de revestimiento sean B-s1,d0 en paredes y techos y BFL-s1 en suelos;) la densidad de la carga de fuego debida a los materiales de revestimiento y al mobiliario fijo no exceda de 200 MJ/m<sup>2</sup> y) no exista sobre dichos espacios ninguna zona habitable.

- Las cajas escénicas deben constituir un sector de incendio diferenciado.

Nombre del sector: CAJA ESCÉNICA

Uso previsto: Pública concurrencia

Superficie: 90 m<sup>2</sup>.

Situaciones:

- Planta sobre rasante con altura de evacuación  $h \leq 15$  m y la resistencia al fuego de las paredes y techos que delimitan el sector de incendio es de EI90

Condiciones según DB SI:

- La superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2.500 m<sup>2</sup>, excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes.

- Los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos polideportivos, feriales y similares pueden constituir un sector de incendio de superficie construida mayor de 2.500 m<sup>2</sup> siempre que:

a) Estén compartimentados respecto de otras zonas mediante elementos EI 120;

b) tengan resuelta la evacuación mediante salidas de planta que comuniquen, con un sector de riesgo mínimo a través de vestíbulos de independencia, o bien con mediante salidas de edificio; los materiales de revestimiento sean B-s1,d0 en paredes y techos y BFL-s1 en suelos;) la densidad de la carga de fuego debida a los materiales de revestimiento y al mobiliario fijo no exceda de 200 MJ/m<sup>2</sup> y) no exista sobre dichos espacios ninguna zona habitable.

- Las cajas escénicas deben constituir un sector de incendio diferenciado.

Se cumple el requisito de la tabla 1.2 de la sección SI 1 del DB-SI compartimentación en sectores de incendio ya que la resistencia al fuego de todas las puertas que delimitan sectores de incendio es superior a EI2 t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre.

## 2 LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL.

- 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 de la sección SI 1 del DB-SI. Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2 de la sección SI 1 del DB-SI.

- 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 la 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.

Los locales y zonas de riesgo especial son los siguientes:

Nombre del local: ALMACÉN BIBLIOTECA

Uso: Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. e.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.), archivos de documentos, depósitos de libros, etc.

Volumen local  $100 < V = 200 \text{ m}^3$

Clasificación Riesgo Bajo

Se cumplen las condiciones de las zonas de riesgo especial Si

Nombre del local: COCINA

Uso: Cocinas según potencia instalada P

Potencia local  $20 < P = 30 \text{ kW}$

Clasificación Riesgo Bajo

Se cumplen las condiciones de las zonas de riesgo especial Si

Nombre del local: SALA CLIMATIZACIÓN (DOCENTE)

Uso: Salas de máquinas de instalaciones de climatización (Según RITE)

Tamaño del local: En todo caso

Clasificación Riesgo Bajo

Se cumplen las condiciones de las zonas de riesgo especial Si

Nombre del local: ALMACÉN (DOCENTE)

Uso: Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. e.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.), archivos de documentos, depósitos de libros, etc.

Volumen local  $100 < V = 200 \text{ m}^3$

Clasificación Riesgo Bajo

Se cumplen las condiciones de las zonas de riesgo especial Si

Nombre del local: CAMERINOS

Uso: Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos

Volumen local  $100 < S = 200 \text{ m}^2$

Clasificación Riesgo Medio

Se cumplen las condiciones de las zonas de riesgo especial Si

Nombre del local: SALA CLIMATIZACIÓN (AUDOTORIO)

Uso: Salas de máquinas de instalaciones de climatización (Según RITE)

Tamaño del local: En todo caso

Clasificación Riesgo Bajo

Se cumplen las condiciones de las zonas de riesgo especial Si

Nombre del local: CONTADORES ELECTRICIDAD

Uso: Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución

Tamaño del local: En todo caso

Clasificación Riesgo Bajo

Se cumplen las condiciones de las zonas de riesgo especial Si

Nombre del local: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Uso: Centro de transformación, aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300°C

Tamaño del local: En todo caso

Clasificación Riesgo Bajo

Se cumplen las condiciones de las zonas de riesgo especial Si

Nombre del local: TALLER DECORADOS SÓTANO

Uso: Pública concurrencia (Taller o almacén de decorados, de vestuario, etc)

Volumen local  $V > 200 \text{ m}^3$

Clasificación Riesgo Alto

Se cumplen las condiciones de las zonas de riesgo especial Si

Se cumplen las condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en los edificios, según se indica en la tabla 2.2:

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios (1)

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios (1)

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante (2)	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos (3) que separan la zona del resto del edificio (2)(4)	EI 90	EI 120	EI 180
Vestibulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Si	Si
Puertas de comunicación con el resto del edificio (5)	EI 45-C5	2 x EI 30 -C5	2 x EI 45-C5
Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local (6)	$\leq 25 \text{ m}$ (7)	$\leq 25 \text{ m}$ (7)	$\leq 25 \text{ m}$ (7)

(1) Las condiciones de reacción al fuego de los elementos constructivos se regulan en la tabla 4.1 del capítulo 4 de esta Sección.

(2) Se cumplen las condiciones de las zonas de riesgo para los sectores de incendios del uso al que sirve el local de riesgo especial, conforme a la tabla 1.2, excepto cuando, 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.

Excepto en los locales destinados a albergar instalaciones y equipos, puede adoptarse como alternativa 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) Considerando la acción del fuego en el interior del recinto. 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.

(5) El recorrido de evacuación por el interior de la zona de riesgo especial debe ser tenido en cuenta en el cómputo de la longitud los recorridos de evacuación hasta las salidas de planta.

(6) Podrá aumentarse un 25% cuando la zona esté protegida con una Instalación automática de extinción.

### 3. ESPACIOS OCULTOS.

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

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables tiene 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.

Ya que se limita a un máximo de tres plantas y a 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas (ventiladas) y en las que no existan elementos cuya clase de reacción al fuego sea B-s3,d2, BL-s3,d2 ó mejor, se cumple el apartado 3.2 de la sección SI 1 del DB-SI.

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se mantiene 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 cm<sup>2</sup>. Mediante 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.

Se cumplen las condiciones de las clases de reacción al fuego de los elementos constructivos, según se indica en la tabla 4.1:

Situación del elemento	Revestimientos (1)	De techos y paredes (2) (3)	De suelos (2)
Zonas ocupables (4)		C-s2,d0	EFL
Pasillos y escaleras protegidos		B-s1,d0	CFL-s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial (5)		B-s1,d0	BFL-s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos (excepto los existentes dentro de viviendas), o que siendo estancos, contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio.		B-s3,d0	BFL-s2 (6)

(1) Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.

(2) Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.

(3) Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.

(4) Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En uso Hospitalario se aplicarán las mismas condiciones que en pasillos y escaleras protegidos.

(5) Véase el capítulo 2 de esta Sección.

(6) Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto, con una función acústica, decorativa, etc, esta condición no es aplicable.

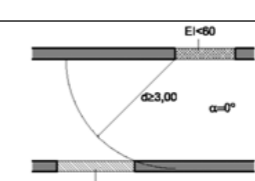
No existe elemento textil de cubierta integrado en el edificio. No es necesario cumplir el apartado 4.3 de la sección 1 del DB - SI.

## SI 2: PROPAGACIÓN EXTERIOR

### 1. MEDIANERÍAS Y FACHADAS

Se limita el riesgo de propagación cumpliendo los requisitos que se establecen en el DB-SI según la tabla adjunta:

### 2. RIESGO DE PROPAGACIÓN HORIZONTAL:

RIESGO DE PROPAGACION HORIZONTAL A TRAVES DE FACHADAS 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 (para valores intermedios del ángulo $\alpha$ , la distancia d puede obtenerse por interpolación lineal)				
Situación	Gráfico	ángulo	Distancia mínima	¿Se cumplen los requisitos?
Fachadas enfrentadas		0°	3,00	Si

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 ambas fachadas que no sean al menos EI 60 están separados, como mínimo, la distancia d en proyección horizontal que se indica en la normativa, en función del ángulo  $\alpha$  formado por los planos exteriores de dichas fachadas.

No se contemplan las distancias mínimas de separación que limitan el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio entre edificios diferentes y colindantes.

### 3. RIESGO DE PROPAGACIÓN VERTICAL:

No se exige el cumplimiento de las condiciones para limitar el riesgo de propagación (apartado 1.3 de la sección 2 del DB-SI) por no existir dos sectores de incendio ni una zona de riesgo especial alto separada de otras zonas más altas del edificio.

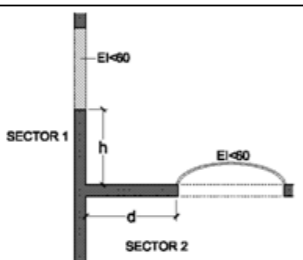
### 4. CLASE DE REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES:

La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupan 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 como mínimo 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.

### 5. CUBIERTAS

Para limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre nuestro edificio y el colindante, ya sea dentro de nuestro edificio, esta tendrá una resistencia REI 60 como mínimo, en una franja de 0.50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1m 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.

Los encuentros entre cubierta y fachada pertenecientes a sectores de incendio y edificios diferentes, cumplirán las distancias d y h :

RIESGO DE PROPAGACION EXTERIOR DEL INCENDIO POR LA CUBIERTA (apartado 2.2 de la sección 2 del DB-SI)				
Situación	Gráfico	D (m)	Altura h (m) mínima.	¿Se cumplen los requisitos?
Encuentro cubierta - fachada		=2.50	0	Si

Se cumple el apartado 2.2 de la sección 2 del DB-SI (riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta) pues en el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenecen 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 de , 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.

Los materiales que ocupan más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las zonas de cubierta situadas a menos de 5m de distancia de la proyección vertical de zonas de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI\_60, incluida la cara superior de los voladizos cuyo saliente exceda de 1m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación, ventilación o extracción de humo, pertenecen a la clase de reacción al fuego BROOF (t1).

### SI 3: EVACUACIÓN DE OCUPANTES

#### 1 CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN.

Tal y como establece la sección SI 3 del DB-SI.

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 de la 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.

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.

En función de esta tabla la ocupación prevista será la siguiente:

Recinto o planta	Tipo de uso	Zona, tipo de actividad	Superficie	Ocupación	Número de personas
AULAS (DOCENTE)	Docente	F.3	899,0	1,5 (m <sup>2</sup> / persona)	600
VESTIBULOS (DOCENTE)	Docente	F.1	1145,0	10,0 (m <sup>2</sup> / persona)	115
ASEOS (DOCENTE)	Otros usos	J.1	142,0	3,0 (m <sup>2</sup> / persona)	48
BIBLIOTECA (DOCENTE)	Docente	F.4	350,0	2,0 (m <sup>2</sup> / persona)	175
SALA EXPOSICIONES (DOCENTE)	Pública concurrencia	H.14	195,0	2,0 (m <sup>2</sup> / persona)	98
CAFETERIA (DOCENTE)	Pública concurrencia	H.18	168,0	10,0 (m <sup>2</sup> / persona)	17
OFICINAS (DOCENTE)	Administrativo	E.1	102,0	10,0 (m <sup>2</sup> / persona)	11
INSTALACIONES (DOCENTE)	Cualquiera	A.1	200,0	0,0 (m <sup>2</sup> / persona)	0
VESTIBULOS (AUDITORIO)	Pública concurrencia	H.16	828,0	2,0 (m <sup>2</sup> / persona)	414
SALA ESPECTACULOS	Pública concurrencia	H.1	353,0	400,0 (persona / N° de asientos)	400
BACKSTAGE	Cualquiera	A.1	0,0	0,0 (m <sup>2</sup> / persona)	0
SALAS TÉCNICAS (AUDITORIO)	Archivos y almacenes	I.1	36,0	40,0 (m <sup>2</sup> / persona)	1
ASEOS (AUDITORIO)	Otros usos	J.1	62,0	3,0 (m <sup>2</sup> / persona)	21
CAFETERIA (AUDITORIO)	Pública concurrencia	H.18	183,0	10,0 (m <sup>2</sup> / persona)	19
CAMERINOS(AUDITORIO)	Pública concurrencia	H.16	231,0	2,0 (m <sup>2</sup> / persona)	116
ALMACÉN (AUDITORIO)	Archivos y almacenes	I.1	821,0	40,0 (m <sup>2</sup> / persona)	21

Zonas, tipo de actividad:

- A.1 - Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. (Cualquiera)
- E.1 - Plantas o zonas de oficinas (Administrativo)
- F.1 - Conjunto de la planta o del edificio (Docente)
- F.3 - Aulas (excepto de escuelas infantiles) (Docente)
- F.4 - Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura de bibliotecas (Docente)
- H.1 - Zonas destinadas a espectadores sentados: con asientos definidos en el proyecto (Pública concurrencia)
- H.14 - Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de uso público en museos, galerías de arte, ferias y

exposiciones, etc. (Pública concurrencia)

H.16 - Vestíbulos, vestuarios, camerinos y otras dependencias similares y anejas a salas de espectáculos y de reunión (Pública concurrencia)

H.18 - Zonas de servicio de bares, restaurantes, cafeterías, etc. (Pública concurrencia)

I.1 - Archivos, almacenes

J.1 - Otros usos

## 2 NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD DE LOS RECORRIDOS DE EVACUACIÓN.

**Nombre recinto: EDIFICIO DOCENTE**

Número de salidas:6

En el recinto la evacuación hasta una salida de planta no debe salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente

La altura de evacuación 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

Nombre de la salida	Tipo de salida	Asignación de ocupantes
AULA TEÓRICA	Salida de edificio	25
AULA PRÁCTICA	Salida de edificio	122
VESTIBULO 1	Salida de edificio	300
VESTIBULO 2	Salida de edificio	300
VESTIBULO 3	Salida de edificio	300
CAFETERÍA	Salida de edificio	17

**Nombre recinto: AUDITORIO**

Número de salidas:3

En el recinto la evacuación hasta una salida de planta debe salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente

La altura de evacuación 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

Nombre de la salida	Tipo de salida	Asignación de ocupantes
PRINCIPAL	Salida de edificio	500
SECUNDARIA	Salida de edificio	332
ACTORES	Salida de edificio	100

Se cumple la sección SI 3, apartado 3 y del DB-SU que desarrolla el número de salidas y la longitud de los recorridos de evacuación.

La justificación de cumplimiento de longitudes de evacuación es la siguiente:

Nombre de la planta o recinto	Uso del recinto	Longitud máxima según DB-SI hasta salida de planta	Longitud máxima hasta salida de planta en el proyecto	Longitud máxima según DB-SI a un punto en que existan al menos dos recorridos alternativos (Solo en caso de más de una salida)	Longitud máxima a un punto en que existan al menos dos recorridos alternativos (Solo en caso de más de una salida)
AULAS (DOCENTE)	Docente	50,0	20,0	25,0	15,0
SALA ESPECTÁCULOS	Pública concurrencia	50,0	40,0	25,0	15,0

## 3. DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

Los criterios para la asignación de los ocupantes (apartado 4.1 de la sección SI 3.4 de DB-SI) han sido los siguientes:

Cuando en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable. 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 existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

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.

Cálculo del dimensionado de los medios de evacuación. ( Apartado 4.2 de la sección SI 3.4 de DB-SI)

Nombre del elemento de evacuación	Tipo	Fórmula para el dimensionado	Anchura mínima según fórmula de dimensionado (m)	Anchura de proyecto (m)
AULA TEÓRICA	Puerta	$A \geq P / 200$	0,8	1,5
VESTIBULO 1	Puerta	$A \geq P / 200$	1,5	1,5
AULA PRÁCTICA	Puerta	$A \geq P / 200$	0,8	1,5
VESTIBULO 2	Puerta	$A \geq P / 200$	1,5	1,5
VESTIBULO 3	Puerta	$A \geq P / 200$	1,5	1,5
CAFETERÍA	Puerta	$A \geq P / 200$	0,8	1,5
PRINCIPAL	Puerta	$A \geq P / 200$	2,5	2,5
SECUNDARIA	Puerta	$A \geq P / 200$	1,96	2,0
ACTORES	Puerta	$A \geq P / 200$	0,8	0,8
ESCALERA 1 (DOCENTE)	Escaleras no protegidas para evacuación descendente	$A \geq P / 160$	1,875	3,0
ESCALERA 2 (DOCENTE)	Escaleras no protegidas para evacuación descendente	$A \geq P / 160$	1,875	3,0
ESCALERA 1 (AUDITORIO)	Escaleras protegidas	$AS \geq (E-3S) / 160, (E \leq 3S + 160AS)$	2,188	2,5
ESCALERA 2 (AUDITORIO)	Escaleras protegidas	$AS \geq (E-3S) / 160, (E \leq 3S + 160AS)$	1,138	1,2
ESCALERA 3 (AUDITORIO)	Escaleras protegidas	$AS \geq (E-3S) / 160, (E \leq 3S + 160AS)$	1,0	1,2

Definiciones para el cálculo de dimensionado

E = Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las plantas situadas por encima o por debajo 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.

AS = Anchura de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio, [m]

S = Superficie útil del recinto, o bien de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas. Incluye, incluyendo la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias o bien del pasillo protegido.

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

Otros criterios de dimensionado

La anchura mínima es:



- 0,80 m en escaleras previstas para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales de la misma.
- 1,20 m en uso Docente, en zonas de escolarización infantil y en centros de enseñanza primaria, así como en zonas de público de uso Pública Concurrencia y Comercial.
- 1,40 m en uso Hospitalario en zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros iguales o mayores que 90º y 1,20 m en otras zonas.
- 1,00 en el resto de los casos.

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.
- $\geq 0,80$  m en todo caso.
- La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,20 m

#### 4. PROTECCIÓN DE LAS ESCALERAS

Se cumplen las condiciones de protección de escaleras desarrolladas en la tabla 3.1 del DB-SI.

La protección de las escaleras figura en la siguiente tabla:

Nombre de la escalera	Uso previsto	Tipo de evacuación	Altura de evacuación	Protección mínima según DB-SI	Protección según proyecto	Comunica con itinerario accesible
ESCALERA 1 (DOCENTE)	Administrativo, Docente	Evacuación descendente	$h \leq 14$ m	No protegida	No protegida	Sí
ESCALERA 2 (DOCENTE)	Administrativo, Docente	Evacuación descendente	$h \leq 14$ m	No protegida	No protegida	Sí
ESCALERA 1 (AUDITORIO)	Comercial, Pública concurrencia	Evacuación descendente	$10 < h \leq 20$ m	Protegida	Protegida	Sí
ESCALERA 2 (AUDITORIO)	Comercial, Pública concurrencia	Evacuación descendente	$10 < h \leq 20$ m	Protegida	Protegida	Sí
ESCALERA 3 (AUDITORIO)	Comercial, Pública concurrencia	Evacuación descendente	$10 < h \leq 20$ m	Protegida	Protegida	Sí

#### 5. PUERTAS SITUADAS EN RECORRIDOS DE EVACUACIÓN.

Nombre puerta de evacuación: AULA TEÓRICA

Número de personas que evacua:  $P < 50$

La evacuación prevista es inferior a 50 personas. (Criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de la Sección 3 del DB-SI).

Abre en el sentido de la evacuación: Si

Tipo de puerta de evacuación: La puerta es una salida de planta o de edificio.

Tipo de maniobra: Puerta abatible con eje de giro vertical sin apertura automática.

La puerta es abatible 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 provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, 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 y para puertas con apertura en el sentido de la evacuación, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

Nombre puerta de evacuación: VESTÍBULO 1

Número de personas que evacua:  $P > 200$

La evacuación prevista es superior a 200 personas. (Criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de la Sección 3 del DB-SI).

Abre en el sentido de la evacuación: Si

Tipo de puerta de evacuación: La puerta es una salida de planta o de edificio.

Tipo de maniobra: Puerta abatible con eje de giro vertical sin apertura automática.

La puerta es abatible 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 provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, 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 y para puertas con apertura en el sentido de la evacuación, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

Nombre puerta de evacuación: AULA PRÁCTICA

Número de personas que evacua:  $100 < P \leq 200$

La evacuación prevista está entre 100 y 200 personas, inclusive 200. (Criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de la Sección 3 del DB-SI).

Abre en el sentido de la evacuación: Si

Tipo de puerta de evacuación: La puerta es una salida de planta o de edificio.

Tipo de maniobra: Puerta abatible con eje de giro vertical sin apertura automática.

La puerta es abatible 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 provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, 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 y para puertas con apertura en el sentido de la evacuación, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

Nombre puerta de evacuación: VESTÍBULO 2

Número de personas que evacua: P > 200

La evacuación prevista es superior a 200 personas. (Criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de la Sección 3 del DB-SI).

Abre en el sentido de la evacuación: Si

Tipo de puerta de evacuación: La puerta es una salida de planta o de edificio.

Tipo de maniobra: Puerta abatible con eje de giro vertical sin apertura automática.

La puerta es abatible 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 provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, 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 y para puertas con apertura en el sentido de la evacuación, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

Nombre puerta de evacuación: VESTÍBULO 3

Número de personas que evacua: P > 200

La evacuación prevista es superior a 200 personas. (Criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de la Sección 3 del DB-SI).

Abre en el sentido de la evacuación: Si

Tipo de puerta de evacuación: La puerta es una salida de planta o de edificio.

Tipo de maniobra: Puerta abatible con eje de giro vertical sin apertura automática.

La puerta es abatible 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 provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, 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 y para puertas con apertura en el sentido de la evacuación, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

Nombre puerta de evacuación: CAFETERÍA

Número de personas que evacua: P < 50

La evacuación prevista es inferior a 50 personas. (Criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de la Sección 3 del DB-SI).

Abre en el sentido de la evacuación: Si

Tipo de puerta de evacuación: La puerta es una salida de planta o de edificio.

Tipo de maniobra: Puerta abatible con eje de giro vertical sin apertura automática.

La puerta es abatible 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 provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, 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 y para puertas con apertura en el sentido de la evacuación, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

Nombre puerta de evacuación: PRINCIPAL

Número de personas que evacua: P > 200

La evacuación prevista es superior a 200 personas. (Criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de la Sección 3 del DB-SI).

Abre en el sentido de la evacuación: Si

Tipo de puerta de evacuación: La puerta es una salida de planta o de edificio.

Tipo de maniobra: Puerta abatible con eje de giro vertical sin apertura automática.

La puerta es abatible 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 provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, 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 y para puertas con apertura en el sentido de la evacuación, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

Nombre puerta de evacuación: SECUNDARIA

Número de personas que evacua: P > 200

La evacuación prevista es superior a 200 personas. (Criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de la Sección 3 del DB-SI).

Abre en el sentido de la evacuación: Si

Tipo de puerta de evacuación: La puerta es una salida de planta o de edificio.

Tipo de maniobra: Puerta abatible con eje de giro vertical sin apertura automática.

La puerta es abatible 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 provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, 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 y para puertas con apertura en el

sentido de la evacuación, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

Nombre puerta de evacuación: ACTORES

Número de personas que evacua:  $50 \leq P \leq 100$

La evacuación prevista está entre 50 y 100 personas, ambos inclusive. (Criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de la Sección 3 del DB-SI).

Abre en el sentido de la evacuación: Si

Tipo de puerta de evacuación: La puerta es una salida de planta o de edificio.

Tipo de maniobra: Puerta abatible con eje de giro vertical sin apertura automática.

La puerta es abatible 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 provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, 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 y para puertas con apertura en el sentido de la evacuación, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

## 6 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 m<sup>2</sup>, 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" se utilizará en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

c) Se dispondrán 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 indicativas de dirección de los recorridos, 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 los recorridos de evacuación, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación se dispondrá 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 la sección 3 del DB-SI.

g) Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad que conducen a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible se señalizan mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo

Internacional de Accesibilidad para la movilidad).

Los itinerarios accesibles que conducen a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo "ZONA DE REFUGIO".

h) La superficie de las zonas de refugio se señalarán mediante diferente color en el pavimento y el rótulo "ZONA DE REFUGIO" acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

2. Las señales son visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-3:2003.

## 7. CONTROL DEL HUMO DE INCENDIO.

Se cumplen las condiciones de evacuación de humos pues no existe ningún caso en el que sea necesario.

## 8. EVACUACIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN CASO DE INCENDIO.

El uso seleccionado para el proyecto no es 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 m<sup>2</sup>.

Todas las plantas de salida del edificio disponen de algún itinerario accesible desde todo origen de evacuación situado en una zona accesible hasta alguna salida del edificio accesible.

En plantas de salida del edificio se pueden habilitar salidas de emergencia accesibles para personas con discapacidad diferentes de los accesos principales del edificio.

## SI 4: INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 1 DOTACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

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.

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.

La obra dispondrá de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en las tablas siguientes:



<b>Dotaciones en General</b>		
Uso previsto: General Altura de evacuación ascendente: 0,0 m. Altura de evacuación descendente: 0,0 m. Superficie: 0,0		
<b>Dotación Extintor portátil</b>	Condiciones:	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 I de este DB. 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 I de este DB.
	Notas:	Un extintor en el exterior del local o de la zona y próximo a la puerta de acceso, el cual podrá servir simultáneamente a varios locales o zonas. En el interior del local o de la zona se instalarán además los extintores necesarios para que el recorrido real hasta alguno de ellos, incluido el situado en el exterior, no sea mayor que 15 m en locales de riesgo especial medio o bajo, o que 10 m en locales o zonas de riesgo especial alto.
<b>Dotación Instalación automática de extinción</b>	Condiciones:	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. 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.
	Notas:	Para la determinación de la potencia instalada solo se considerarán los aparatos destinados a la preparación de alimentos. Las freidoras y las sartenes basculantes se computarán a razón de 1 kW por cada litro de capacidad, independientemente de la potencia que tengan. La eficacia del sistema debe quedar asegurada teniendo en cuenta la actuación del sistema de extracción de humos.

<b>Dotaciones en DOCENTE</b>		
Uso previsto: Docente Altura de evacuación ascendente: 0,0 m. Altura de evacuación descendente: 3,5 m. Superficie: 1882,0		
<b>Dotación Boca de incendio</b>	Condiciones:	Si la superficie construida excede de 2.000 m <sup>2</sup> .
	Notas:	Los equipos serán de tipo 25 mm.
<b>Dotación Sistema de alarma</b>	Condiciones:	Si la superficie construida excede de 1.000 m <sup>2</sup> .
	Notas:	
<b>Dotación Sistema de detección de incendio</b>	Condiciones:	Si la superficie construida excede de 2.000 m <sup>2</sup> . El sistema dispondrá al menos de detectores de incendio.
	Notas:	

<b>Dotaciones en AUDITORIO</b>		
Uso previsto: Pública concurrencia Altura de evacuación ascendente: 3,0 m. Altura de evacuación descendente: 18,0 m. Superficie: 2530,0		
<b>Dotación Boca de incendio</b>	Condiciones:	Si la superficie construida excede de 500 m <sup>2</sup> .
	Notas:	Los equipos serán de tipo 25 mm.
<b>Dotación Sistema de alarma</b>	Condiciones:	Si la ocupación excede de 500 personas. El sistema debe ser apto para emitir mensajes por megafonía.
	Notas:	
<b>Dotación Sistema de detección de incendio</b>	Condiciones:	Si la superficie construida excede de 1.000 m <sup>2</sup> .
	Notas:	El sistema dispondrá al menos de detectores de incendio.

## 2. SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

Los medios de protección existentes contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se señalizan mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 con este tamaño:

- 210 x 210 mm. cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
- 420 x 420 mm. cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
- 594 x 594 mm. cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales existentes son visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal y cuando son fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en la norma UNE 23035 - 4:2003.

## SI 5: INTERVENCIÓN DE BOMBEROS

### 1. CONDICIONES DE APROXIMACIÓN Y ENTORNO.

Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado 1.2 de la Sección SI5 del DB-SI, cumplirán las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre 3,5 m.
- Altura mínima libre o gálibo 4,5 m.
- Capacidad portante del vial 20 kN/m<sup>2</sup>.

En los tramos curvos, el carril de rodadura quedará 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 edificio dispone de un espacio de maniobra para los bomberos que cumple 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 (10 t) sobre 20 cm ?.

La condición referida al punzonamiento se cumple en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos situadas en los espacios de maniobra, cuando sus dimensiones son mayores que 0,15m x 0,15m, debiendo ceñirse a las especificaciones de la norma UNE-EN 124:1995.

El espacio de maniobra se mantendrá 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.

No es necesario disponer de un espacio suficiente para la maniobra de los vehículos del servicio de extinción de incendios en los términos descritos en el DB-SI sección 5, pues no existen vías de acceso sin salida de más de 20 m. de largo.

No es necesario disponer de un espacio suficiente para la maniobra de los vehículos del servicio de extinción de incendios en los términos descritos en el DB-SI sección 5, pues no existen vías de acceso sin salida de más de 20 m de largo.

## 2. ACCESIBILIDAD POR FACHADA.

Las fachadas en las que estén situados los accesos principales y aquellas donde se prevea el acceso (a las que se hace referencia en el apartado 1.2 de la sección SI5 del DB-SI) disponen de huecos que permiten el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios y que cumplen las siguientes condiciones.

a) 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.

b) 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.

c) 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.

## SI 6: RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

### 1. GENERALIDADES.

Tal y como se expone en el punto 1 de la sección SI 6 del DB SI:

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 anexos 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.

De igual manera y como se expone en el punto 2 de la sección SI 6 del DB SI:

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.

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 anexo B.

La resistencia al fuego de los sectores considerados es la siguiente:

Nombre del sector: ESPACIO DOCENTE
Uso previsto: Docente
Situación: - Planta sobre rasante con altura de evacuación $h \leq 15$ m y su resistencia al fuego es de R60

Nombre del sector: AUDITORIO
Uso previsto: Pública concurrencia
Situación: - Planta sobre rasante con altura de evacuación $15 \leq h \leq 28$ m y su resistencia al fuego es de R120

Nombre del sector: CAJA ESCÉNICA
Uso previsto: Pública concurrencia
Situación: - Planta sobre rasante con altura de evacuación $h \leq 15$ m y su resistencia al fuego es de R90

La resistencia al fuego de las zonas de riesgo especial es la siguiente:

Nombre de la zona de riesgo especial: ALMACÉN BIBLIOTECA

Riesgo de la zona de riesgo especial: Riesgo Bajo

Tiempo equivalente de exposición al fuego: R90

Nombre de la zona de riesgo especial: COCINA

Riesgo de la zona de riesgo especial: Riesgo Bajo

Tiempo equivalente de exposición al fuego: R90

Nombre de la zona de riesgo especial: SALA CLIMATIZACIÓN (DOCENTE)

Riesgo de la zona de riesgo especial: Riesgo Bajo

Tiempo equivalente de exposición al fuego: R90

Nombre de la zona de riesgo especial: ALMACÉN (DOCENTE)

Riesgo de la zona de riesgo especial: Riesgo Bajo

Tiempo equivalente de exposición al fuego: R90

Nombre de la zona de riesgo especial: CAMERINOS

Riesgo de la zona de riesgo especial: Riesgo Medio

Tiempo equivalente de exposición al fuego: R120

Nombre de la zona de riesgo especial: SALA CLIMATIZACIÓN (AUDOTORIO)

Riesgo de la zona de riesgo especial: Riesgo Bajo

Tiempo equivalente de exposición al fuego: R90

Nombre de la zona de riesgo especial: CONTADORES ELECTRICIDAD

Riesgo de la zona de riesgo especial: Riesgo Bajo

Tiempo equivalente de exposición al fuego: R90

Nombre de la zona de riesgo especial: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Riesgo de la zona de riesgo especial: Riesgo Bajo

Tiempo equivalente de exposición al fuego: R90

Nombre de la zona de riesgo especial: TALLER DECORADOS SÓTANO

Riesgo de la zona de riesgo especial: Riesgo Alto

Tiempo equivalente de exposición al fuego: R120

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.

Cumpliendo los requisitos exigidos a los elementos estructurales secundarios (punto 4 de la sección SI6 del BD-SI) Los elementos estructurales secundarios, tales como los cargaderos o los de las entreplantas de un local, tienen la misma resistencia al fuego que a los elementos principales si su colapso puede ocasionar daños personales o compromete la estabilidad global, la evacuación o la compartimentación en sectores de incendio del edificio. En otros casos no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.

Al mismo tiempo las estructuras sustentantes de elementos textiles de cubierta integrados en edificios, 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.



## **DB-SUA. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD**

01. Seguridad frente al riesgo de caídas
02. Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento
03. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos
04. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada
05. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación
06. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento
07. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento
08. Seguridad frente al riesgo causado por la acción de un rayo

## INTRODUCCIÓN

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SU 1 a SU 8. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad de utilización".

No es objeto de este Documento Básico la regulación de las condiciones de accesibilidad no relacionadas con la seguridad de utilización que deben cumplir los edificios. Dichas condiciones se regulan en la normativa de accesibilidad que sea de aplicación.

## SECCIÓN SU 1 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS

### 1 RESBALADICIDAD DE LOS SUELOS

Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos de los edificios o zonas de uso Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo, Aparcamiento y Pública Concurrencia, excluidas las zonas de uso restringido, tendrán una clase adecuada a conforme al punto 3 de este apartado.

Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$ , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1:

Resistencia al deslizamiento $R_d$	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

El valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$  se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado.

La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

La tabla 1.2 indica la clase que tendrán los suelos, como mínimo, en función de su localización.

Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos en función de su localización

Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas	
- superficies con pendiente menor que el 6%	1
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior <sup>(1)</sup> , terrazas cubiertas, vestuarios, duchas, baños, aseos, cocinas, etc.	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas interiores donde, además de agua, pueda haber agentes (grasas, lubricantes, etc.) que reduzcan la resistencia al deslizamiento, tales como cocinas industriales, mataderos, aparcamientos, zonas de uso industrial, etc.	3
Zonas exteriores. Piscinas <sup>(2)</sup>	3

<sup>(1)</sup> Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido.

<sup>(2)</sup> En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

### 2 DISCONTINUIDADES EN EL PAVIMENTO

Excepto en zonas de uso restringido y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, el suelo cumplirá las condiciones siguientes:

- No presentará imperfecciones o irregularidades que supongan una diferencia de nivel de más de 6 mm.
- Los desniveles que no excedan de 50 mm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%.
- En zonas interiores para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.

### 3 DESNIVELES

#### 3.1 Protección de los desniveles

No es necesario disponer de barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 550 mm, pues en estos casos se trata de una disposición constructiva que hace muy improbable la caída o bien de una barrera sea incompatible con el uso previsto.

En las zonas de público (personas no familiarizadas con el edificio) se facilitará la percepción de las diferencias de nivel que no excedan de 550 mm y que sean susceptibles de causa

#### 3.2 Características de las barreras de protección

##### 3.2.1 Altura

Las barreras de protección tendrán, como mínimo, una altura de 900 mm cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6 m y de 1.100 mm en el resto de los casos, excepto en el caso de huecos de escaleras de anchura menor que 400 mm, en los que la barrera tendrá una altura de 900 mm, como mínimo.

La altura se medirá verticalmente desde el nivel de suelo o, en el caso de escaleras, desde la línea de inclinación definida por los vértices de los peldaños, hasta el límite superior de la barrera (véase figura 3.1).

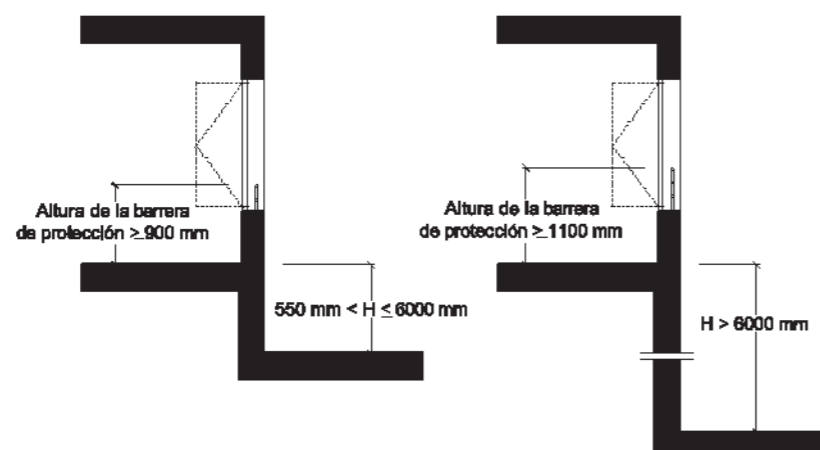


Figura 3.1 Barreras de protección en ventanas.

### 3.2.2 Resistencia

Las barreras de protección tendrán una resistencia y una rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida en el apartado 3.2.1 del Documento Básico SE-AE, en función de la zona en que se encuentren.

### 3.2.3 Características constructivas

Las barreras de protección están diseñadas de forma que no tienen aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 150 mm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 50mm (véase figura 3.2b).

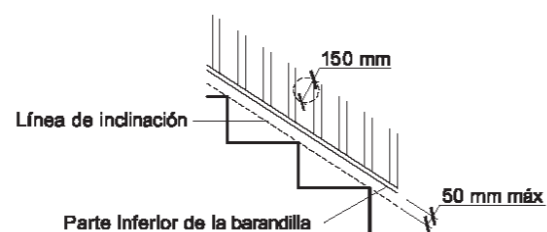


Figura 3.2 Línea de inclinación y parte inferior de la barandilla

## 4 ESCALERAS Y RAMPAS

### 4.2 Escaleras de uso general

#### 4.2.1 Peldaños

1. En tramos rectos, la huella medirá 280 mm como mínimo, y la contrahuella 130 mm como mínimo, y 185 mm como máximo.

La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente:  $540 \text{ mm} \leq 2C + H \leq 700 \text{ mm}$ .

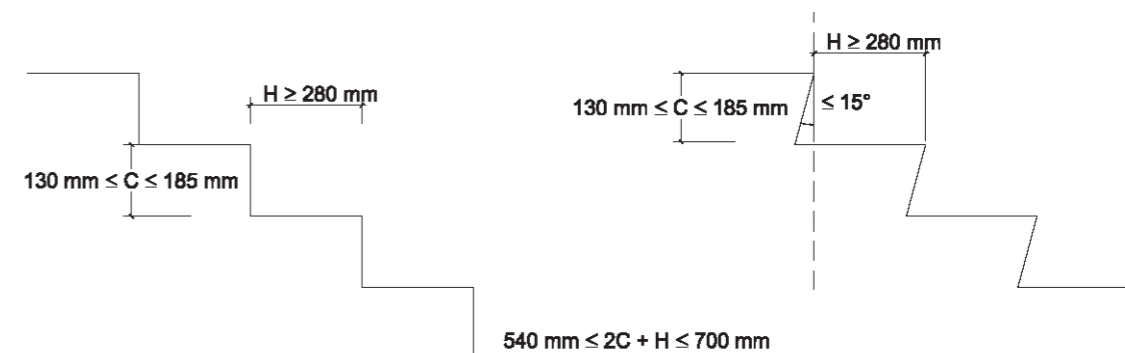


Figura 4.2 Configuración de los peldaños.

La medida de la huella no incluirá la proyección vertical de la huella del peldaño superior.

#### 4.2.2 Tramos

En estos casos:

- En zonas de uso restringido.
- En las zonas comunes de los edificios de uso Residencial Vivienda.
- En los accesos a los edificios, bien desde el exterior, bien desde porches, aparcamientos, etc.
- En salidas de uso previsto únicamente en caso de emergencia.
- En el acceso a un estrado o escenario.

No será necesario cumplir estas condiciones:

- Cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo y salvará una altura de 3,20 m como máximo.
  - La máxima altura que puede salvar un tramo es 2,50 m en uso Sanitario y 2,10 m en escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria y edificios utilizados principalmente por ancianos.
- el resto de los casos cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo y salvará una altura de 3,20 m como máximo.
- Los tramos podrán ser rectos, curvos o mixtos.

En una misma escalera, todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y todos los peldaños de los tramos rectos tendrán la misma huella.

En tramos mixtos, la huella medida en el eje del tramo en las partes curvas no será menor que la huella en las partes rectas.

La anchura útil del tramo se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, 1.200 mm en uso comercial y 1.000 mm en uso vivienda.

La anchura de la escalera estará libre de obstáculos.

La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos siempre que estos no sobresalgan más de 120 mm de la pared o barrera de protección.

En tramos curvos, la anchura útil debe excluir las zonas en las que la dimensión de la huella sea menor que 170 mm.

#### 4.2.3 Mesetas

Las mesetas dispuestas entre tramos de una escalera con la misma dirección tienen al menos la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1.000 mm, como mínimo.

En las mesetas de planta de las escaleras de zonas de público (personas no familiarizadas con el edificio) se dispondrá



una franja de pavimento táctil en el arranque de los tramos descendentes, con la misma anchura que el tramo y una profundidad de 80 mm, como mínimo.

En dichas mesetas no habrá puertas ni pasillos de anchura inferior a 1.200 mm situados a menos de 400 mm de distancia del primer peldaño de un tramo.

Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la escalera no se reducirá a lo largo de la meseta (véase figura 4.4). La zona delimitada por dicha anchura esta libre de obstáculos y sobre ella no barre el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI.

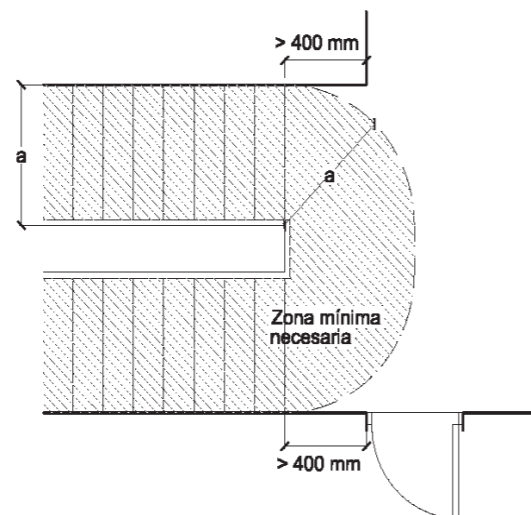


Figura 4.4 Cambio de dirección entre dos tramos.

#### 4.3 Pasillos escalonados de acceso a localidades en graderíos y tribunas

La anchura de los pasillos escalonados se determinará de acuerdo con las condiciones de evacuación que se establecen en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI.

#### 5 Limpieza de los acristalamientos exteriores

Existen acristalamientos a una altura superior de 6 m. Para la limpieza de los acristalamientos exteriores se han dispuesto estos sistemas:

- Se dispondrán equipamientos de acceso especial, tales como góndolas, escalas, arneses, etc., para lo que estará prevista la instalación de puntos fijos de anclaje en el edificio que garanticen la resistencia adecuada.

## SECCIÓN SU 2 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O DE ATRAPAMIENTO

### 1 IMPACTO

#### 1.1 Impacto con elementos fijos

La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2.100 mm en zonas de uso restringido y 2.200 mm en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2.000 mm, como mínimo.

En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 150 mm y 2200 mm medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.

Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas y que estén situados sobre zonas de circulación estarán a una altura de 2.200 mm, como mínimo.

#### 1.2 Impacto con elementos practicables

Excepto en zonas de uso restringido, las puertas de paso situadas en el lateral de los pasillos cuya anchura sea menor que 2,50 m se dispondrán de forma que el barrido de la hoja no invada el pasillo (véase figura).

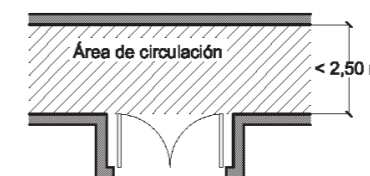


Figura 1.1 Disposición de puertas laterales a vías de circulación

#### 1.3 Impacto con elementos frágiles

Existen áreas con riesgo de impacto. Identificadas estas según el punto 2 del Apartado 1.3 de la sección 2 del DB SU.

Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto (véase figura 1.2):

a) En puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1.500 mm y una anchura igual a la de la puerta más 300 mm a cada lado de esta.

b) En paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 900 mm.

Las superficies acristaladas situadas en las áreas con riesgo de impacto indicadas en el punto 2 del Apartado 1.3 de la sección 2 del DB SU cumplen las condiciones necesarias al disponer de una barrera de protección conforme al apartado 3.2 de SU 1.

Las partes vidriadas de puertas y de cerramientos de duchas y bañeras estarán constituidas por elementos laminados o templados que resistan sin rotura un impacto de nivel 3, conforme al procedimiento descrito en la norma UNE EN 12600:2003.

Se cumple así el punto 3 del apartado 1.3 de la sección 2 del DB SU.

#### 1.4 Impacto con elementos insuficientemente perceptibles

Las grandes superficies acristaladas que se puedan confundir con puertas o aberturas (lo que excluye el interior de viviendas) estarán provistas, en toda su longitud, de señalización situada a una altura inferior comprendida entre 850 mm y 1.100 mm y a una altura superior comprendida entre 1.500 mm y 1.700 mm.

Dicha señalización no es necesaria cuando existan montantes separados una distancia de 600 mm, como máximo, o si la superficie acristalada cuenta al menos con un travesaño situado a la altura inferior antes mencionada.

Las puertas de vidrio disponen de elementos que permitan identificarlas, tales como cercos o tiradores, cumpliendo así el punto 2 del apartado 1.4 de la sección 2 del DB SU.

## 2 ATRAPAMIENTO

No existen puertas correderas de accionamiento manual.

Los elementos de apertura y cierre automáticos dispondrán de dispositivos de protección adecuados al tipo de accionamiento y cumplirán con las especificaciones técnicas propias.

## SECCIÓN SU 3 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO EN RECINTOS

### 1 APRISIONAMIENTO

Existen puertas de un recinto que tendrán dispositivo para su bloqueo desde el interior y en donde las personas pueden quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo.

En esas puertas existirá algún sistema de desbloqueo desde el exterior del recinto y excepto en el caso de los baños o los aseos de viviendas, dichos recintos tendrán iluminación controlada desde su interior. Se cumple así el apartado 1 de la sección 3 del DB SU.

Las dimensiones y la disposición de los pequeños recintos y espacios serán adecuadas para garantizar a los posibles usuarios en sillas de ruedas la utilización de los mecanismos de apertura y cierre de las puertas y el giro en su interior, libre del espacio barrido por las puertas.

Se cumple así el apartado 2 de la sección 3 del DB SU.

La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 140 N, como máximo, excepto en las de los pequeños recintos y espacios, en las que será de 25 N, como máximo.

Se cumple así el apartado 3 de la sección 3 del DB SU.

## SECCIÓN SU 4 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA

### 1 ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla 1.1, medido a nivel del suelo.

Zona		Iluminancia mínima lux
Exterior	Exclusiva para personas	10
	Resto de zonas	5
Para vehículos o mixtas		10
Interior	Exclusiva para personas	75
	Resto de zonas	50
Para vehículos o mixtas		50

El factor de uniformidad media de la iluminación será del 40% como mínimo.

### 2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

#### 2.1 Dotación

En cumplimiento del apartado 2.1 de la Sección 4 del DB SU el edificios dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

#### 2.2 Posición y características de las luminarias

En cumplimiento del apartado 2.2 de la Sección 4 del DB SU las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo.
- Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
  - En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
  - En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
  - En cualquier otro cambio de nivel.
  - En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

#### 2.3 Características de instalación

En cumplimiento del punto 1, apartado 2.3 de la Sección 4 del DB SU la instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

## 2.4 Iluminación de las señales de seguridad

En cumplimiento del apartado 2.4 de la Sección 4 del DB SU La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y de los de primeros auxilios, cumplen los siguientes requisitos:

- La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m<sup>2</sup> en todas las direcciones de visión importantes.
- La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes.
- La relación entre la luminancia Lblanca, y la luminancia Lcolor >10, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
- Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

## SECCIÓN SU 5 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR SITUACIONES DE ALTA OCUPACIÓN

Esta sección no es de aplicación al proyecto puesto que se trata de un edificio en el que no se prevé la presencia de más de 3000 espectadores de pie.

## SECCIÓN SU 6 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO

### 1 PISCINAS

No existen piscinas de uso colectivo.

### 2 POZOS Y DEPÓSITOS

No existen pozos, depósitos o conducciones abiertas que sean accesibles a personas y presenten riesgo de ahogamiento.

## SECCIÓN SU 7 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO

No existe Aparcamiento.

## SECCIÓN SU 8 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DE UN RAYO

### 1 PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos Ne sea mayor que el riesgo admisible Na.

La densidad de impactos sobre el terreno Ne, obtenida según la figura 1.1, de la sección 8 del DB SU es igual a 0 (nº impactos/año,km<sup>2</sup>)

La superficie de captura equivalente del edificio aislado en m<sup>2</sup>, que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado es igual 28892 m<sup>2</sup>.

El edificio está situado rodeado de edificios más bajos, eso supone un valor del coeficiente C1 de 0,75 (tabla 1,1 de la sección 8 del DB SU)

La frecuencia esperada de impactos, determinada mediante la expresión:

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

siendo:

Ng: Densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año,km<sup>2</sup>), obtenida según la figura 1.1.

Ae: Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m<sup>2</sup>, que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.

C1: Coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1. es igual a 0,0000

### 2 RIESGO ADMISIBLE

El edificio tiene Estructura de hormigón y Cubierta de hormigón. El coeficiente C2 (coeficiente en función del tipo de construcción) es igual a 1.

El contenido del edificio se clasifica, (según la tabla 1.3 de la sección 8 del DB SU) en esta categoría: Otros contenidos. El coeficiente C3 (coeficiente en función del contenido del edificio) es igual a 1.

El uso del edificio. (según la tabla 1.4 de la sección 8 del DB SU), se clasifica en esta categoría: Usos Pública concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente. El coeficiente C4 (coeficiente en función del uso del edificio) es igual a 3

El uso del edificio. (según la tabla 1.5 de la sección 8 del DB SU), se clasifica en esta categoría: Resto de edificios. El coeficiente C5 (coeficiente en función del uso del edificio) es igual a 1.

El riesgo admisible, Na, determinada mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

siendo:

C2: Coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2

C3: Coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3.

C4: Coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4.

C5: Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5. es igual a 0,0018.

La frecuencia esperada de impactos Ne es menor que el riesgo admisible Na. Por ello, no será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo.



## **DB-HS. SALUBRIDAD**

- 01. Protección contra la humedad
- 02. Recogida y evacuación de residuos
- 03. Calidad del aire interior
- 04. Suministro de agua
- 05. Evacuación de aguas

## INTRODUCCIÓN

Tal y como se expone en “objeto”del DB-HS.

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HS 1 a HS 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico “Higiene, salud y protección del medio ambiente”.

## SECCIÓN HS 1 PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

Los elementos constructivos (muros, suelos, fachadas, cubiertas, ...) deberán cumplir las condiciones de diseño del apartado 2 (HS1) relativas a los elementos constructivos.

La definición de cada elemento constructivo será la siguiente:

### 2.1 MUROS

#### MURO SOTANO AUDITORIO

Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad es 1

Se cumple el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías obtenidos de la tabla 2.1 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

Condiciones de las soluciones constructivas

Las condiciones de la solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de impermeabilización y del grado de impermeabilidad será la siguiente:

C) Constitución del muro:

C2Cuando el muro se construya in situ debe utilizarse hormigón de consistencia fluida.

I) Impermeabilización:

I2La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante o según lo establecido en I1 En muros pantalla construidos con excavación, la impermeabilización se consigue mediante la utilización de lodos bentoníticos.

D) Drenaje y evacuación:

D1Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto.

Cuando la capa drenante sea una lámina, el remate superior de la lámina debe protegerse de la entrada de agua procedente de las precipitaciones y de las escorrentías.

D5Debe disponerse una red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y del terreno que

puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

V) Ventilación de la cámara:

No se establecen condiciones en la ventilación de la cámara.

### 2.1.3 Condiciones de los puntos singulares

Se respetan las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

#### 2.1.3.1 Paso de conductos

Se fija el conducto al muro con elementos flexibles.

Se dispone un impermeabilizante entre el muro y el pasatubos y se sella la holgura entre el pasatubos y el conducto con un perfil expansivo o un mástico elástico resistente a la compresión.

#### 2.1.3.2 Esquinas y rincones

Las bandas de refuerzo aplicadas antes que el impermeabilizante irán adheridas al soporte previa aplicación de una imprimación.

### 2.2 SUELOS

#### LOSA AUDITORIO

Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad es 2

Se cumple el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que estarán en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 en función de la presencia de agua determinada de acuerdo con 2.1.1 y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua se considera Baja

Condiciones de las soluciones constructivas

Las condiciones de la solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de suelo, del tipo de intervención en el terreno y del grado de impermeabilidad será la siguiente:

C) Constitución del muro:

C2Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

C3Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

I) Impermeabilización:

No se establecen condiciones en la impermeabilización del suelo.

D) Drenaje y evacuación:

D1 Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un enchado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.

P) Tratamiento perimétrico:

No se establecen condiciones en el tratamiento perimétrico del suelo.

S) Sellado de juntas:

No se establecen condiciones en el sellado de juntas del suelo.

V) Ventilación de la cámara:

No se establecen condiciones en la ventilación de la cámara del suelo.

LOSA EDIFICIO DOCENTE

Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad es 2

Se cumple el grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que estarán en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 en función de la presencia de agua determinada de acuerdo con 2.1.1 y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua se considera Baja

Condiciones de las soluciones constructivas

Las condiciones de la solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de suelo, del tipo de intervención en el terreno y del grado de impermeabilidad será la siguiente:

C) Constitución del muro:

C2 Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

C3 Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

I) Impermeabilización:

No se establecen condiciones en la impermeabilización del suelo.

D) Drenaje y evacuación:

D1 Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un enchado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.

P) Tratamiento perimétrico:

No se establecen condiciones en el tratamiento perimétrico del suelo.

S) Sellado de juntas:

No se establecen condiciones en el sellado de juntas del suelo.

V) Ventilación de la cámara:

No se establecen condiciones en la ventilación de la cámara del suelo.

2.2.3 Condiciones de los puntos singulares

Se respetan las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee. (apartado 2.2.3 HS1).

2.2.3.1 Encuentros de los suelos con los muros

El encuentro entresuelo y muro se realiza mediante suelo y el muro hormigonados in situ.

Excepto en el caso de muros pantalla, se sella la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta. (apartado 2.2.3.1.2 HS1).

2.3 FACHADAS

FACHADA AUDITORIO

R) Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

No se establecen condiciones en la resistencia a la filtración del revestimiento exterior.

B) Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:

B1 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- cámara de aire sin ventilar;
- aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal.

C) Composición de la hoja principal:

C1 Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

H) Higroscopicidad del material componente de la hoja principal:

No se establecen condiciones en la higroscopicidad del material componente de la hoja principal.

J) Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:

J1 Las juntas deben ser al menos de resistencia media a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;

Véase apartado 5.1.3.1 para condiciones de ejecución relativas a las juntas.

N) Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal:

N1 Debe utilizarse al menos un revestimiento de resistencia media a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con un espesor mínimo de 10 mm.



FACHADA EDIFICIO DOCENTE

R) Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

No se establecen condiciones en la resistencia a la filtración del revestimiento exterior.

B) Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:

B1 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- cámara de aire sin ventilar;
- aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal.

C) Composición de la hoja principal:

C1 Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

H) Higroscopicidad del material componente de la hoja principal:

No se establecen condiciones en la higroscopicidad del material componente de la hoja principal.

J) Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:

J1 Las juntas deben ser al menos de resistencia media a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;

Véase apartado 5.1.3.1 para condiciones de ejecución relativas a las juntas.

N) Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal:

N1 Debe utilizarse al menos un revestimiento de resistencia media a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con un espesor mínimo de 10 mm.

FACHADA MEDIANERA EDIFICIO DOCENTE

R) Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

R1 El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- revestimientos continuos de las siguientes características:
- espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada;
- adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
- permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;
- adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración;
- cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, compatibilidad química con el aislante y disposición de una armadura constituida por una malla de fibra de vidrio o de poliéster.
- revestimientos discontinuos rígidos pegados de las siguientes características:
- de piezas menores de 300 mm de lado;
- fijación al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;

- disposición en la cara exterior de la hoja principal de un enfoscado de mortero; adaptación a los movimientos del soporte.

B) Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:

No se establecen condiciones en la resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración del agua.

C) Composición de la hoja principal:

C2 Debe utilizarse una hoja principal de espesor alto. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- 1 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 24 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

H) Higroscopicidad del material componente de la hoja principal:

No se establecen condiciones en la higroscopicidad del material componente de la hoja principal.

J) Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:

No se establecen condiciones en la resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal Véase apartado 5.1.3.1 para condiciones de ejecución relativas a las juntas.

N) Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal:

No se establecen condiciones en la resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal.

2.3.3 Condiciones de los puntos singulares

Se respetarán las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee. (Condiciones de los puntos singulares (apartado 2.3.3 HS1)

2.3.3.1 Juntas de dilatación

Se dispondrán juntas de dilatación en la hoja principal de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la siguiente tabla:

Tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas

Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)		
de piedra natural	30		
de piezas de hormigón celular en autoclave	22		
de piezas de hormigón ordinario	20		
de piedra artificial	20		
de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)	20		
de piezas de hormigón ligero de piedra pómez o arcilla expandida	15		
de ladrillo cerámico <sup>(1)</sup>	Retracción final (mm/m)	Expansión final por humedad (mm/m)	
	≤ 0,15	≤ 0,15	30
	≤ 0,20	≤ 0,30	20
	≤ 0,20	≤ 0,50	15
	≤ 0,20	≤ 0,75	12
	≤ 0,20	≤ 1,00	8

<sup>(1)</sup> Puede interpolarse linealmente

En las juntas de dilatación de la hoja principal se coloca un sellante sobre un relleno introducido en la junta empleando rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la hoja previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. La profundidad del sellante debe

ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2.

El revestimiento exterior estará provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.

### 2.3.3.2 Arranque de la fachada desde la cimentación

Se dispondrá una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o se adopta otra solución que produzca el mismo efecto. (Arranque de la fachada desde la cimentación -apartado 2.3.3.2.1 HS1).

### 2.3.3.3 Encuentros de la fachada con los forjados

Se adoptará alguna de las dos soluciones de la imagen:

- disposición de una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después de la retracción de la hoja principal con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón;
- refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

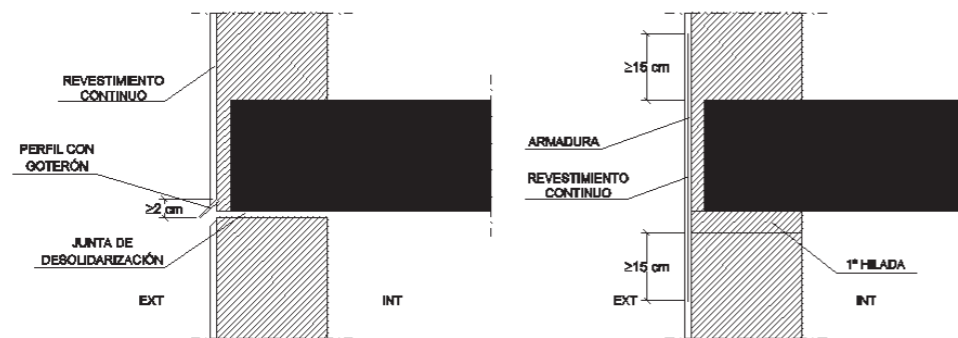


Figura 2.8 Ejemplos de encuentros de la fachada con los forjados

### 2.3.3.4 Encuentros de la fachada con los pilares

En el proyecto no existen encuentros de la fachada con los pilares.

### 2.3.3.5 Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles

En el proyecto no existen encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles.

### 2.3.3.6 Encuentro de la fachada con la carpintería

Se remata el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y se dispondrá un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discurra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o se adoptarán soluciones que produzcan los mismos efectos.

Se sella la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.

El vierteaguas tendrá una pendiente hacia el exterior de 10º como mínimo, será impermeable o se dispondrá sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10º como mínimo.

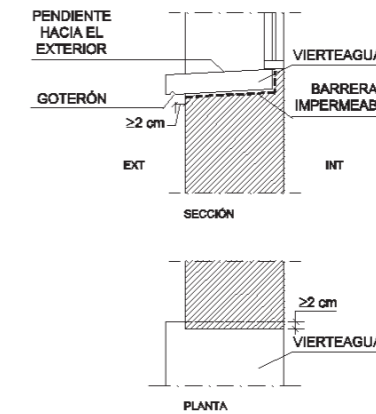


Figura 2.12 Ejemplo de vierteaguas

El vierteaguas dispondrá de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo. (Véase la figura 2.12).

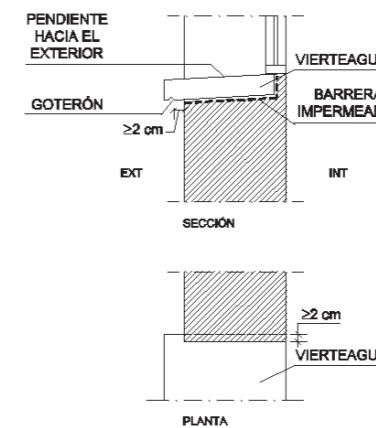


Figura 2.12 Ejemplo de vierteaguas

### 2.3.3.7 Antepechos y remates superiores de las fachadas

En el proyecto no existen antepechos y remates superiores de las fachadas.

### 2.3.3.8 Anclajes a la fachada

En el proyecto no existen anclajes a la fachada.

### 2.3.3.9 Aleros o cornisas

En el proyecto no existen aleros o cornisas.

## 2.4 CUBIERTAS

### 2.4.2 Condiciones de las soluciones constructivas

La cubierta dispondrá de un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea plana o cuando sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar. Ya que debe evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles, la cubierta dispondrá de una capa separadora bajo el aislante térmico.

Ya que debe evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles, la cubierta dispondrá de una capa

separadora bajo la capa de impermeabilización.

La cubierta dispondrá de un aislante térmico, según se determine en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía".

Ya que evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos, la cubierta dispondrá de una capa separadora bajo la capa de impermeabilización.

En alguna cubierta del proyecto debe evitarse la adherencia entre la capa de protección y la capa de impermeabilización. Existe una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización.

En alguna cubierta del proyecto la impermeabilización tendrá una resistencia pequeña al punzonamiento estático. Existe una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización.

En alguna cubierta del proyecto se utiliza como capa de protección solado flotante colocado sobre soportes, grava, una capa de rodadura de hormigón, una capa de rodadura de aglomerado asfáltico dispuesta sobre una capa de mortero o tierra vegetal.

Existe una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización, se dispondrá inmediatamente por encima de la capa separadora, una capa drenante y sobre ésta una capa filtrante y en el caso de utilizarse grava la capa separadora será antipunzonante;

En alguna cubierta del proyecto se utiliza tierra vegetal como capa de protección.

Existe una capa separadora entre la capa de protección y el aislante térmico. La capa separadora será antipunzonante.

Existen cubiertas planas sin capa de impermeabilización autoprottegida. La cubierta dispondrá de una capa de protección.

Existen cubiertas inclinadas.

La cubierta dispondrá de un tejado.

La cubierta dispondrá de un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, dimensionado según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

## 2.4.3 Condiciones de los componentes

### 2.4.3.1 Sistema de formación de pendientes

El sistema de formación de pendientes tendrá una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución será adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

El sistema de formación de pendientes en cubiertas planas tendrá una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua incluida dentro de los intervalos que figuran en la tabla 2.9 en función del uso de la cubierta y del tipo de tejado.

Uso	Protección	Pendiente en %	
Transitables	Peatones	Solado fijo 1-5 <sup>(1)</sup>	
	Vehículos	Solado flotante	1-5
		Capa de rodadura	1-15
No transitables	Grava	1-5	
	Lámina autoprottegida	1-15	
Ajardinadas	Tierra vegetal	1-5	

<sup>(1)</sup> Para rampas no se aplica la limitación de pendiente máxima.

### 2.4.3.2 Aislante térmico

El material del aislante térmico tendrá una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.

Cuando el aislante térmico se dispondrá encima de la capa de impermeabilización y queda expuesto al contacto con el agua, dicho aislante tendrá unas características adecuadas para esta situación.

### 2.4.3.3 Capa de impermeabilización

Como capa de impermeabilización, existen materiales bituminosos y bituminosos modificados que se indican en el proyecto.

Se cumplen estas condiciones para dichos materiales:

1. Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
2. Cuando la pendiente de la cubierta sea mayor que 15%, deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.
3. Cuando la pendiente de la cubierta esté comprendida entre 5 y 15%, deben utilizarse sistemas adheridos.
4. Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.
5. Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

### 2.4.3.5 Capa de protección

Existen capas de protección cuyo material será resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y tendrá un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.

En la capa de protección se usan estos materiales u otros que produzcan el mismo efecto.

- a) cuando la cubierta no sea transitable, grava, solado fijo o flotante, mortero, tejas y otros materiales que conformen una capa pesada y estable;
- b) cuando la cubierta sea transitable para peatones, solado fijo, flotante o capa de rodadura;
- c) cuando la cubierta sea transitable para vehículos, capa de rodadura.

### 2.4.3.5.2 Solado fijo

El solado fijo tendrá estas características.

- El solado fijo puede ser de los materiales siguientes:
- baldosas recibidas con mortero,
- capa de mortero,
- piedra natural recibida con mortero,
- hormigón, adoquín sobre lecho de arena,
- mortero filtrante, aglomerado asfáltico
- u otros materiales de características análogas.
- El material que se utilice debe tener una forma y unas dimensiones compatibles con la pendiente.
- Las piezas no deben colocarse a hueso.

## 2.4.4 Condiciones de los puntos singulares

### 2.4.4.1 Cubiertas planas

En las cubiertas planas se respetarán las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

#### 2.4.4.1.1 Juntas de dilatación

En las cubiertas planas se dispondrán juntas de dilatación de la cubierta y la distancia entre juntas de dilatación contiguas será como máximo 15 m.



Las juntas afectarán a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente.

Los bordes de las juntas de dilatación serán romos, con un ángulo de 45º aproximadamente, y la anchura de la junta será mayor que 3 cm.

En el solado, utilizado como capa de protección se dispondrán juntas de dilatación con estas características:

Las juntas deben afectar a las piezas, al mortero de agarre y a la capa de asiento del solado y se dispondrán de la siguiente forma:

- coincidiendo con las juntas de la cubierta;
- en el perímetro exterior e interior de la cubierta y en los encuentros con paramentos verticales y elementos pasantes;
- en cuadrícula, situadas a 5 m como máximo en cubiertas no ventiladas y a 7,5 m como máximo en cubiertas ventiladas, de forma que las dimensiones de los paños entre las juntas guarden como máximo la relación 1:1,5.

En las juntas se coloca un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior que queda enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.

#### 2.4.4.1.2 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

La impermeabilización se prolonga por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta (Véase la figura 2.13)

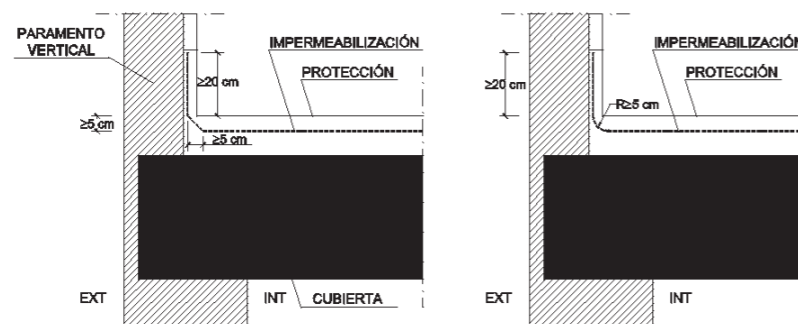


Figura 2.13 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

El encuentro con el paramento se realiza redondeándose con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga según el sistema de impermeabilización.

Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por los remates superiores de la impermeabilización, dichos remates se realizarán de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:

- mediante una roza de 3 x 3 cm como mínimo en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30º con la horizontal y redondeándose la arista del paramento;
- mediante un retranqueo cuya profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical debe ser mayor que 5 cm y cuya altura por encima de la protección de la cubierta debe ser mayor que 20 cm;
- mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista debe ser redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.

#### 2.4.4.1.3 Encuentro de la cubierta con el borde lateral

El encuentro de la cubierta con el borde lateral se realiza como se indica:

Prolongando la impermeabilización 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o el paramento.

#### 2.4.4.1.4 Encuentro de la cubierta con un sumidero o un canalón

El sumidero o el canalón será una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y dispondrá de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior.

El sumidero o el canalón estará provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables este elemento estará enrasado con la capa de protección y en cubiertas no transitables, este elemento sobresale de la capa de protección.

El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización se rebaja alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones (Véase la figura 2.14) lo suficiente para que después de haberse dispuesto el impermeabilizante siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación.

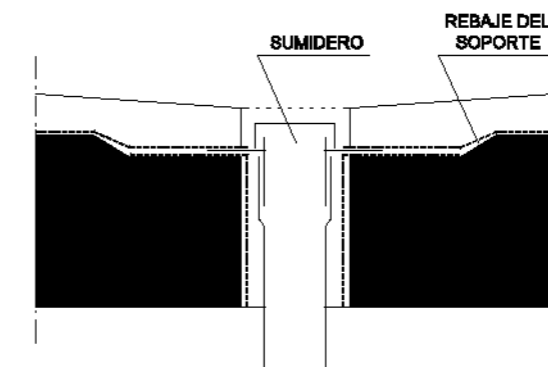


Figura 2.14 Rebaje del soporte alrededor de los sumideros

La impermeabilización se prolonga 10 cm como mínimo por encima de las alas.

La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón será estanca.

Cuando el sumidero se dispondrá en la parte horizontal de la cubierta, se sitúa separado 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales o con cualquier otro elemento que sobresalga de la cubierta.

El borde superior del sumidero queda por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta.

Se dispondrá algún canalón.

El borde superior del canalón queda por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y estará fijado al elemento que sirve de soporte.

Existe algún canalón que se dispondrá en el encuentro con un paramento vertical.

El ala del canalón de la parte del encuentro asciende por el paramento y se dispondrá una banda impermeabilizante que cubra el borde superior del ala, de 10 cm como mínimo de anchura centrada sobre dicho borde resuelto según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2.

#### 2.4.4.1.5 Rebosaderos

#### 2.4.4.1.6 Encuentro de la cubierta con elementos pasantes

Los elementos pasantes se situarán separados 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.

Se dispondrán elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que asciendan por el elemento pasante 20 cm

como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

#### 2.4.4.1.8 Rincones y esquinas

En los rincones y las esquinas se dispondrán elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de la cubierta.

#### 2.4.4.1.9 Accesos y aberturas

Se realizarán los accesos y las aberturas situados en un paramento vertical disponiendo un desnivel de 20 cm de altura como mínimo por encima de la protección de la cubierta, protegido con un impermeabilizante que lo cubra y ascienda por los laterales del hueco hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de dicho desnivel.

#### 2.4.4.2 Cubiertas inclinadas

En las cubiertas inclinadas se respetarán las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

##### 2.4.4.2.1 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical

En el encuentro de la cubierta con un paramento vertical se dispondrán elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

Los elementos de protección cubrirán como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate se realiza de forma similar a la descrita en las cubiertas planas en el CTE.

##### 2.4.4.2.3 Borde lateral

En la cubierta inclinada del proyecto existe algún borde lateral.

Existen bordes rematados mediante baberos protectores realizados in situ con piezas especiales.

##### 2.4.4.2.4 Limahoyas

En las limahoyas se dispondrán elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

Las piezas del tejado sobresalen 5 cm como mínimo sobre la limahoya.

La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones será de 20 cm como mínimo.

##### 2.4.4.2.5 Cumbresas y limatesas

En las cumbresas y limatesas se dispondrán piezas especiales, que solapan 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones.

Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbre y la limatesa se fijarán.

##### 2.4.4.2.6 Encuentro de la cubierta con elementos pasantes

No existe ningún elemento pasante ubicado en la limahoya.

La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante se resuelve de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo.

En el perímetro del encuentro se dispondrán elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

##### 2.4.4.2.9 Canalones

En el proyecto existen canalones en cubiertas inclinadas.

Para la formación del canalón se dispondrán elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

Los canalones se dispondrán con una pendiente hacia el desagüe del 1% como mínimo.

Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón sobresalen 5 cm como mínimo sobre el mismo.

Existen canalones situados junto a un paramento vertical en donde se cumplen estos criterios:

- cuando el encuentro sea en la parte inferior del faldón, los elementos de protección por debajo de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo (Véase la figura 2.17);
- cuando el encuentro sea en la parte superior del faldón, los elementos de protección por encima de las piezas del tejado de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo (Véase la figura 2.17);
- elementos de protección prefabricados o realizados in situ de tal forma que cubran una banda del paramento vertical por encima del tejado de 25 cm como mínimo y su remate se realice de forma similar a la descrita para cubiertas planas (Véase la figura 2.17).

Existen canalones situados en una zona intermedia del faldón en donde se dispondrá de tal forma que el ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado 10 cm como mínimo; la separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo y el ala inferior del canalón va por encima de las piezas del tejado.

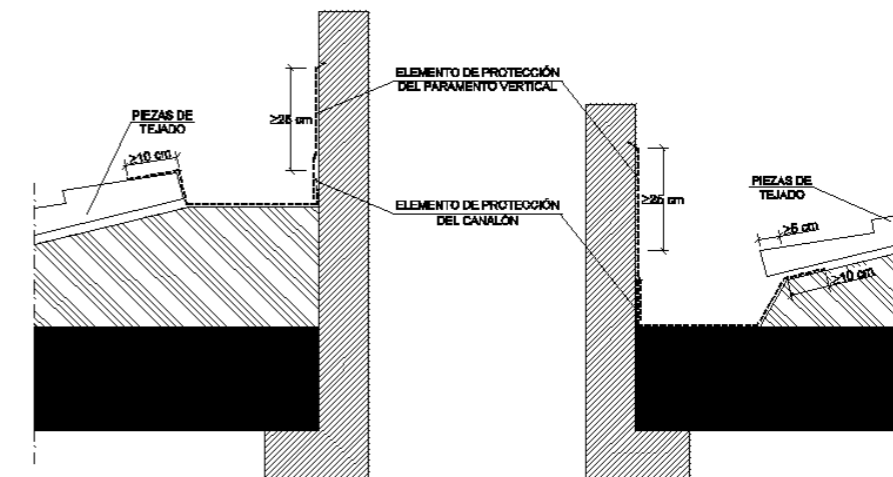


Figura 2.17 Canalones

## 3 DIMENSIONADO

### 3.3 Bombas de achique

Cada una de las bombas de achique de una misma cámara se dimensiona para el caudal total de agua a evacuar.

El volumen de cada cámara de bombeo será como mínimo igual al obtenido de la tabla 3.4.

## 4 PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

### 4.1 Características exigibles a los productos

#### 4.1.1 Introducción

Caudal de la bomba en l/s	Volumen de la cámara en l
0,15	2,4
0,31	2,85
0,46	3,6
0,61	3,9
0,76	4,5
1,15	5,7
1,53	9,6
1,91	10,8
2,3	15
3,1	20

El comportamiento de los edificios frente al agua se caracteriza mediante las propiedades hídricas de los productos de construcción que componen sus cerramientos.

Los productos para aislamiento térmico y los que forman la hoja principal de la fachada se definen mediante las siguientes propiedades:

- La absorción de agua por capilaridad ( $g/(m^2 \cdot s \cdot 0,5)$  ó  $g/m^2 \cdot s$ ).
- La succión o tasa de absorción de agua inicial ( $Kg/m^2 \cdot min$ ).
- La absorción al agua a largo plazo por inmersión total (% ó  $g/cm^3$ ).

Los productos para la barrera contra el vapor se definirán mediante la resistencia al paso del vapor de agua ( $MN \cdot s/g$  ó  $m^2 \cdot h \cdot Pa/mg$ ).

Los productos para la impermeabilización se definirán mediante las siguientes propiedades, en función de su uso: (apartado 4.1.1.4)

- estanquidad;
- resistencia a la penetración de raíces;
- envejecimiento artificial por exposición prolongada a la combinación de radiación ultravioleta, elevadas temperaturas y agua;
- resistencia a la fluencia ( $^{\circ}C$ );
- estabilidad dimensional (%);
- envejecimiento térmico ( $^{\circ}C$ );
- flexibilidad a bajas temperaturas ( $^{\circ}C$ );
- resistencia a la carga estática (kg);
- resistencia a la carga dinámica (mm);
- alargamiento a la rotura (%);
- resistencia a la tracción (N/5cm).

#### 4.1.3 Aislante térmico

Se dispondrá aislante térmico por el exterior de la hoja principal que será no hidrófilo.

## 5 CONSTRUCCIÓN

### 5.1 Ejecución

Las obras de construcción del edificio, en relación con esta sección, se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la parte I del CTE. En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones de ejecución de los cerramientos.

#### 5.1.1 Muros

##### 5.1.1.2 Condiciones de las láminas impermeabilizantes

##### 5.1.1.3 Condiciones del revestimiento hidrófugo de mortero

En la ejecución el revestimiento hidrófugo de mortero cumple estas condiciones.

- El paramento donde se va aplicar el revestimiento debe estar limpio.
- Deben aplicarse al menos cuatro capas de revestimiento de espesor uniforme y el espesor total no debe ser mayor que 2 cm.
- No debe aplicarse el revestimiento cuando la temperatura ambiente sea menor que  $0^{\circ}C$  ni cuando se prevea un descenso de la misma por debajo de dicho valor en las 24 horas posteriores a su aplicación.
- En los encuentros deben solaparse las capas del revestimiento al menos 25 cm.

##### 5.1.1.5 Condiciones del sellado de juntas

###### 5.1.1.5.1 Masillas a base de poliuretano

En la ejecución de las Masillas a base de poliuretano se cumplirán estas condiciones:

- En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para limitar la profundidad.
- La junta debe tener como mínimo una profundidad de 8 mm.
- La anchura máxima de la junta no debe ser mayor que 25 mm.

###### 5.1.1.5.2 Masillas a base de siliconas

En la ejecución de las Masillas a base de siliconas se cumplirán estas condiciones:

- En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para obtener la sección adecuada.

###### 5.1.1.5.3 Masillas a base de resinas acrílicas

En la ejecución de las Masillas a base de siliconas se cumplirán estas condiciones:

- Si el soporte es poroso y está excesivamente seco deben humedecerse ligeramente los bordes de la junta.
- En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para obtener la sección adecuada.
- La junta debe tener como mínimo una profundidad de 10 mm.
- La anchura máxima de la junta no debe ser mayor que 25 mm.

###### 5.1.1.5.4 Masillas asfálticas

En la ejecución de las Masillas a base de siliconas se cumplirán estas condiciones:

- Deben aplicarse directamente en frío sobre las juntas.



#### 5.1.1.6 Condiciones de los sistemas de drenaje

En la ejecución de los sistemas de drenaje se cumplirán estas condiciones:

- El tubo drenante debe rodearse de una capa de árido y ésta, a su vez, envolverse totalmente con una lámina filtrante.
- Si el árido es de aluvión el espesor mínimo del recubrimiento de la capa de árido que envuelve el tubo drenante debe ser, en cualquier punto, como mínimo 1,5 veces el diámetro del dren.
- Si el árido es de machaqueo el espesor mínimo del recubrimiento de la capa de árido que envuelve el tubo drenante debe ser, en cualquier punto, como mínimo 3 veces el diámetro del dren.

#### 5.1.2 Suelos

##### 5.1.2.2 Condiciones de las láminas impermeabilizantes

En la ejecución las láminas impermeabilizantes cumplirán estas condiciones:

- Las láminas deben aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.
- Las láminas deben aplicarse cuando el suelo esté suficientemente seco de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.
- Las láminas deben aplicarse de tal forma que no entren en contacto materiales incompatibles químicamente.
- Deben respetarse en las uniones de las láminas los solapos mínimos prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.
- La superficie donde va a aplicarse la impermeabilización no debe presentar algún tipo de resaltos de materiales que puedan suponer un riesgo de punzonamiento.
- Deben aplicarse imprimaciones sobre los hormigones de regulación o limpieza y las cimentaciones en el caso de aplicar láminas adheridas y en el perímetro de fijación en el caso de aplicar láminas no adheridas.
- En la aplicación de las láminas impermeabilizantes deben colocarse bandas de refuerzo en los cambios de dirección.

##### 5.1.2.3 Condiciones de las arquetas

Se sellarán todas las tapas de arquetas al propio marco mediante bandas de caucho o similares que permitan el registro.

##### 5.1.2.4 Condiciones del hormigón de limpieza

En la ejecución del hormigón de limpieza se cumplirán estas condiciones.

- El terreno inferior de las soleras y placas drenadas debe compactarse y tener como mínimo una pendiente del 1%.
- Cuando deba colocarse una lamina impermeabilizante sobre el hormigón de limpieza del suelo o de la cimentación, la superficie de dicho hormigón debe allanarse.

#### 5.1.3 Fachadas

##### 5.1.3.1 Condiciones de la hoja principal

En la ejecución de la hoja principal de las fachadas se cumplirán estas condiciones.

- Cuando la hoja principal sea de ladrillo, deben sumergirse en agua brevemente antes de su colocación, excepto los ladrillos hidrofugados y aquellos cuya succión sea inferior a 1 Kg/(m<sup>2</sup>•min) según el ensayo descrito en UNE EN 772-11:2001 y UNE EN 772-11:2001/A1:2006. Cuando se utilicen juntas con resistencia a la filtración alta o media, el material constituyente de la hoja debe humedecerse antes de colocarse.
- Deben dejarse enjarjes en todas las hiladas de los encuentros y las esquinas para trabar la fábrica.
- Cuando la hoja principal no esté interrumpida por los pilares, el anclaje de dicha hoja a los pilares debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la hoja principal debe evitarse la

adherencia de ésta con los pilares.

- Cuando la hoja principal no esté interrumpida por los forjados el anclaje de dicha hoja a los forjados, debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la hoja principal debe evitarse la adherencia de ésta con los forjados.

##### 5.1.3.2 Condiciones del revestimiento intermedio

El revestimiento intermedio se dispone adherido al elemento que sirve de soporte y se aplica de manera uniforme sobre éste.

##### 5.1.3.3 Condiciones del aislante térmico

En la ejecución del aislante térmico se cumplirán estas condiciones: (apartado 5.1.3.3)

- Debe colocarse de forma continua y estable.
- Cuando el aislante térmico sea a base de paneles o mantas y no rellene la totalidad del espacio entre las dos hojas de la fachada, el aislante térmico debe disponerse en contacto con la hoja interior y deben utilizarse elementos separadores entre la hoja exterior y el aislante.

##### 5.1.3.5 Condiciones del revestimiento exterior

El revestimiento exterior se dispondrá adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.

##### 5.1.3.6 Condiciones de los puntos singulares

Las juntas de dilatación se ejecutarán aplomadas y se dejarán limpias para la aplicación del relleno y del sellado.

#### 5.1.4 Cubiertas

##### 5.1.4.1 Condiciones de la formación de pendientes

Cuando la formación de pendientes será el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie será uniforme y limpia.

##### 5.1.4.2 Condiciones de la barrera contra el vapor

En la ejecución de la barrera contra el vapor se cumplirán estas condiciones:

- La barrera contra el vapor debe extenderse bajo el fondo y los laterales de la capa de aislante térmico.
- Debe aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

##### 5.1.4.3 Condiciones del aislante térmico

El aislante térmico se coloca de forma continua y estable.

##### 5.1.4.4 Condiciones de la impermeabilización

En la ejecución de la impermeabilización se cumplirán estas condiciones:

- Las láminas deben aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.
- Cuando se interrumpan los trabajos deben protegerse adecuadamente los materiales.
- La impermeabilización debe colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente.
- Las distintas capas de la impermeabilización deben colocarse en la misma dirección y a cubrejuntas.
- Los solapos deben quedar a favor de la corriente de agua y no deben quedar alineados con los de las hileras contiguas.

### 5.2 Control de la ejecución

El control de la ejecución de las obras se realiza de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.

Se comprueba que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.

Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra queda en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

### 5.3 Control de la obra terminada

En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la parte I del CTE. En esta sección del DB no se prescriben pruebas finales.

## 6 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Se realizarán las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 6.1 y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.

Tabla 6.1 Operaciones de mantenimiento

	Operación	Periodicidad
Muros	Comprobación del correcto funcionamiento de los canales y bajantes de evacuación de los muros parcialmente estancos	1 año (1)
Comprobación de que las aberturas de ventilación de la cámara de los muros parcialmente estancos no están obstruidas	1 año	
Comprobación del estado de la impermeabilización interior	1 año	
Suelos	Comprobación del estado de limpieza de la red de drenaje y de evacuación	1 año (2)
Limpieza de las arquetas	1 año (2)	
Comprobación del estado de las bombas de achique, incluyendo las de reserva, si hubiera sido necesarias su implantación para poder garantizar el drenaje	1 año	
Comprobación de la posible existencia de filtraciones por fisuras y grietas	1 año	

Fachadas	Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas	3 años
Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años	
Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal	5 años	
Comprobación del estado de limpieza de las llagas o de las aberturas de ventilación de la cámara	10 años	
Cubiertas	Limpieza de los elementos de desagüe (sumideros, canalones y rebosaderos) y comprobación de su correcto funcionamiento	1 años
Recolocación de la grava	1 años	
Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado	3 años	
Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años	

(1) Además debe realizarse cada vez que haya habido tormentas importantes.

(2) Debe realizarse cada año al final del verano.

## SECCIÓN HS 2 RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS

### 2 DISEÑO Y DIMENSIONADO

#### 2.3 Espacios de almacenamiento inmediato en las viviendas

Se dispondrán en cada vivienda espacios para almacenar cada una de las cinco fracciones de los residuos ordinarios generados en ella.

Fracción	Coefficiente de almacenamiento [dm <sup>3</sup> /persona]. Según tabla 2.3	Nº estimado de ocupantes habituales de la vivienda	Capacidad exigida, según HS, de almacenamiento en la vivienda por fracción [dm <sup>3</sup> ]	Capacidad de proyecto correspondiente al almacenamiento en la vivienda por fracción [dm <sup>3</sup> ]	Superficie en planta	Situación
Envases ligeros	7.8	0	0	0	>= 30x30cm	Cocina
Materia orgánica	3	0	0	0	>= 30x30cm	Cocina
Papel / Cartón	10.85	0	0	0	>= 30x30cm	Cocina
Vidrio	3.36	0	0	0	>= 30x30cm	Cocina
Varios	10.50	0	0	0	>= 30x30cm	Cocina

Se dispondrán en cada vivienda espacios para almacenar cada una de las cinco fracciones de los residuos ordinarios generados en ella.

Se dispondrán en cada vivienda espacios para almacenar cada una de las cinco fracciones de los residuos ordinarios generados en ella.

### 3 Mantenimiento y conservación

#### 3.1 Almacén de contenedores de edificio

Se señalarán correctamente los contenedores, según la fracción correspondiente y el almacén de contenedores.

En el interior del almacén de contenedores se dispondrán en un soporte indeleble, junto con otras normas de uso y mantenimiento, instrucciones para que cada fracción se vierta en el contenedor correspondiente.

Se realizarán las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 3.1 del HS2.

## SECCIÓN HS3 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

Esta sección no es de aplicación puesto que no es un edificio de viviendas y tratándose de un edificio de cualquier otro uso, no posee aparcamientos ni garajes.

## SECCIÓN HS 4 SUMINISTRO DE AGUA

### 2 CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

#### 2.1 Propiedades de la instalación

##### 2.1.1 Calidad del agua

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

El caudal que servirá de base para el dimensionado de la instalación (en dm<sup>3</sup>/s) es: 60

La presión que servirá de base para el dimensionado de la instalación (en kPa) es de: 150

Los materiales que se vayan a utilizar en la instalación, en relación con su afectación al agua que suministren, se ajustarán a los requisitos establecidos en el apartado 2.1.1.3 del DB – HS4.

Para cumplir las condiciones del apartado 2.1.1.3 – HS4 se utilizarán revestimientos, sistemas de protección o sistemas de tratamiento de agua.

La instalación de suministro de agua tendrá características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa (biofilm).

##### 2.1.2 Protección contra retornos

Se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos que figuran en el apartado 2.1.2.1 del DB–HS4, así como en cualquier otro que resulte necesario.

Las instalaciones de suministro de agua no se conectarán directamente a instalaciones de evacuación ni a instalaciones de suministro de agua proveniente de otro origen que la red pública.

En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos.

Los antirretornos se dispondrán combinados con grifos de vaciado de tal forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

##### 2.1.3 Condiciones mínimas de suministro

La instalación suministrará a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales que figuran en la tabla 2.1 del apartado 2.1.3.1 del DB HS4.

En los puntos de consumo la presión mínima será la siguiente:

–360a) 100 kPa para grifos comunes;

–360b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

La presión en cualquier punto de consumo no superará 500 kPa.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo estará 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.

##### 2.1.4 Mantenimiento

Las redes de tuberías, incluso en las instalaciones interiores particulares si fuera posible, se diseñarán de tal forma que



sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual deben estar a la vista, alojadas en huecos o patinillos registrables o dispondrán de arquetas o registros.

### 2.3 Ahorro de agua

Se dispondrá un sistema de contabilización tanto de agua fría como de agua caliente para cada unidad de consumo individualizable.

En las zonas de pública concurrencia de los edificios, los grifos de los lavabos y las cisternas estarán dotados de dispositivos de ahorro de agua.

## 3 DISEÑO

La contabilización del suministro de agua es única.

La instalación de suministro de agua desarrollada en el proyecto del edificio estará compuesta de una acometida, una instalación general e instalaciones particulares.

### 3.1 Esquema general de la instalación

El esquema general de la instalación es el siguiente:

Red con contador general único, según el esquema de la figura 3.1, y compuesta por la acometida, la instalación general que contiene un armario o arqueta del contador general, un tubo de alimentación y un distribuidor principal; y las derivaciones colectivas.

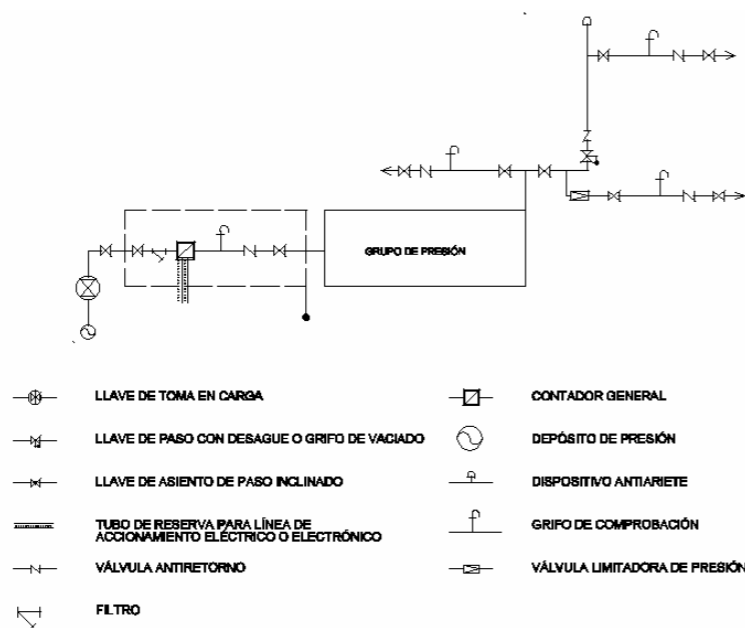


Figura 3.1 Esquema de red con contador general

### 3.2 Elementos que componen la instalación

#### 3.2.1 Red de agua fría

##### 3.2.1.1 Acometida

La acometida dispondrá, como mínimo, de los elementos siguientes:

-a) una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro

que abra el paso a la acometida;

-b) un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general;

-c) una llave de corte en el exterior de la propiedad.

##### 3.2.1.2 Instalación general

###### 3.2.1.2.1 Llave de corte general

La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en una zona de uso común, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación.

Se dispone armario o arqueta del contador general y la llave de corte general se alojará en el interior el armario o arqueta del contador general.

###### 3.2.1.2.2 Filtro de la instalación general

El filtro de la instalación general retendrá los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas.

El filtro de la instalación general se instalará a continuación de la llave de corte general.

El filtro será de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50  $\mu\text{m}$ , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable.

La situación del filtro será tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.

Se dispone armario o arqueta del contador general y el filtro de la instalación general se alojará en el interior el armario o arqueta del contador general.

###### 3.2.1.2.3 Armario o arqueta del contador general

El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, los siguientes elementos con instalación realizada en un plano paralelo al del suelo.

-360- la llave de corte general,

-360- un filtro de la instalación general,

-360- el contador,

-360- una llave,

-360- grifo o racor de prueba,

-360- una válvula de retención y

-360- una llave de salida.

La llave de salida permitirá la interrupción del suministro al edificio.

La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

###### 3.2.1.2.4 Tubo de alimentación

El trazado del tubo de alimentación se realizará por zonas de uso común.

Se dispondrán registros para la inspección y control de fugas del tubo de alimentación, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

###### 3.2.1.2.5 Distribuidor principal

El trazado del Distribuidor principal se realizará por zonas de uso común.

Se dispondrán registros para la inspección y control de fugas del Distribuidor principal, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.

Se trata de un edificio como los de uso sanitario, en los que en caso de avería o reforma el suministro interior deba quedar garantizado.

Se adoptará la solución de distribuidor en anillo.

Se dispondrán llaves de corte en todas las derivaciones, de tal forma que en caso de avería en cualquier punto no deba

interrumpirse todo el suministro.

#### 3.2.1.2.6 Ascendentes o montantes

Las ascendentes o montantes discurrirán por zonas de uso común.

Las ascendentes irán alojadas en recintos o huecos, contruidos a tal fin, que podrán ser de uso compartido solamente con otras instalaciones de agua del edificio, serán registrables y tendrán las dimensiones suficientes para que puedan realizarse las operaciones de mantenimiento.

Las ascendentes dispondrán en su base de una válvula de retención (que se dispondrá en primer lugar, según el sentido de circulación del agua), una llave de corte para las operaciones de mantenimiento, y de una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zonas de fácil acceso y señaladas de forma conveniente.

En su parte superior se instalarán dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete.

#### 3.2.1.2.7 Contadores divisionarios

Los contadores divisionarios se situarán en zonas de uso común del edificio, de fácil y libre acceso.

Los contadores divisionarios contarán con pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para lectura a distancia del contador.

Antes de cada contador divisionario se dispondrá una llave de corte y después de cada contador se dispondrá una válvula de retención.

#### 3.2.1.3 Instalaciones particulares

Las instalaciones particulares estarán compuestas de los elementos siguientes:

-360a) una llave de paso situada en el interior de la propiedad particular en lugar accesible para su manipulación;

-360b) derivaciones particulares, cuyo trazado se realizará de forma tal que las derivaciones a los cuartos húmedos sean independientes. Cada una de estas derivaciones contará con una llave de corte, tanto para agua fría como para agua caliente;

-360c) ramales de enlace;

-360d) puntos de consumo, de los cuales, todos los aparatos de descarga, tanto depósitos como grifos, los calentadores de agua instantáneos, los acumuladores, las calderas individuales de producción de ACS y calefacción y, en general, los aparatos sanitarios, llevarán una llave de corte individual.

#### 3.2.1.5 Sistemas de control y regulación de la presión

##### 3.2.1.5.1 Sistemas de sobreelevación: grupos de presión

El sistema de sobreelevación se diseña de tal manera que se pueda suministrar a zonas del edificio alimentables con presión de red, sin necesidad de la puesta en marcha del grupo.

El tipo de grupo de presión seleccionado es el convencional, que contará con:

-360i) depósito auxiliar de alimentación, que evite la toma de agua directa por el equipo de bombeo;

-360ii) equipo de bombeo, compuesto, como mínimo, de dos bombas de iguales prestaciones y funcionamiento alterno, montadas en paralelo;

-360iii) depósitos de presión con membrana, conectados a dispositivos suficientes de valoración de los parámetros de presión de la instalación, para su puesta en marcha y parada automáticas;

El grupo de presión se instalará en un local de uso exclusivo que podrá albergar también el sistema de tratamiento de agua y las dimensiones de dicho local serán suficientes para realizar las operaciones de mantenimiento.

##### 3.2.1.5.2 Sistemas de reducción de la presión

No existen sistemas de reducción de la presión.

#### 3.2.2 Instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS)

##### 3.2.2.1 Distribución (impulsión y retorno)

En el diseño de las instalaciones de ACS se aplicarán condiciones análogas a las de las redes de agua fría.

Se dispondrá una bomba de recirculación doble, de montaje paralelo o "gemelas", funcionando de forma análoga a como se especifica para las del grupo de presión de agua fría Pudiendo estar en el caso de las instalaciones individuales incorporada al equipo de producción.

Para soportar adecuadamente los movimientos de dilatación por efectos térmicos se tomarán las precauciones siguientes:

-360a) en las distribuciones principales se dispondrán las tuberías y sus anclajes de tal modo que dilaten libremente, según lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE para las redes de calefacción;

-360b) en los tramos rectos se considerará la dilatación lineal del material, previendo dilatadores si fuera necesario, cumpliéndose para cada tipo de tubo las distancias que se especifican en el Reglamento antes citado.

El aislamiento de las redes de tuberías, tanto en impulsión como en retorno, se ajustará a lo dispuesto en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.

##### 3.2.2.2 Regulación y control

En las instalaciones de ACS se regulará y se controlará la temperatura de preparación y la de distribución.

En las instalaciones individuales los sistemas de regulación y de control de la temperatura estarán incorporados a los equipos de producción y preparación.

El control sobre la recirculación en sistemas individuales con producción directa será tal que pueda recircularse el agua sin consumo hasta que se alcance la temperatura adecuada.

#### 3.3 Protección contra retornos

### 3.3.1 Condiciones generales de la instalación de suministro

La constitución de los aparatos y dispositivos instalados y su modo de instalación serán tales que se impida la introducción de cualquier fluido en la instalación y el retorno del agua salida de ella.

Tal y como se indica en el apartado 3.3.1.2 HS4: La instalación no se empalmará directamente a una conducción de evacuación de aguas residuales.

Tal y como se indica en el apartado 3.3.1.2 HS4: No se establecen uniones entre las conducciones interiores empalmadas a las redes de distribución pública y otras instalaciones, tales como las de aprovechamiento de agua que no sea procedente de la red de distribución pública.

### 3.3.2 Puntos de consumo de alimentación directa

Los rociadores de ducha manual tendrán incorporado un dispositivo antirretorno.

### 3.3.3 Depósitos cerrados

En los depósitos cerrados aunque estén en comunicación con la atmósfera, el tubo de alimentación desembocará 40 mm por encima del nivel máximo del agua, o sea por encima del punto más alto de la boca del aliviadero y este aliviadero tendrá una capacidad suficiente para evacuar un caudal doble del máximo previsto de entrada de agua.

### 3.3.4 Derivaciones de uso colectivo

Los tubos de alimentación que no estén destinados exclusivamente a necesidades domésticas estarán provistos de un dispositivo antirretorno y una purga de control.

### 3.3.5 Conexión de calderas

Cualquier dispositivo o aparato de alimentación que se utilice partirá de un depósito y no se empalmarán directamente a la red pública de distribución.

### 3.3.6 Grupos motobomba

Las bombas van equipadas con dispositivos de protección y aislamiento que impiden que se produzca depresión en la red.

Se conectan de esta manera:

–360– Directamente a las tuberías de llegada del agua de suministro.

### 3.4 Separaciones respecto de otras instalaciones

El tendido de las tuberías de agua fría se hará de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor.

El tendido de las tuberías de agua fría discurrirá siempre separada de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo.

Cuando las dos tuberías (Agua fría y ACS) estén en un mismo plano vertical, la de agua fría irá siempre por debajo de la de agua caliente.

Las tuberías irán por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm.

Se guardará al menos una distancia de 3 cm entre las conducciones de agua y las de gas.

### 3.5 Señalización

Las tuberías de agua de consumo humano se señalarán con los colores verde oscuro o azul.

Se dispone una instalación para suministrar agua que no sea apta para el consumo.

En esa instalación las tuberías, los grifos y los demás puntos terminales de esta instalación estarán adecuadamente señalados para que puedan ser identificados como tales de forma fácil e inequívoca.

En esos edificios se contará con dispositivos de ahorro de agua en los grifos como grifos con aireadores, grifería termostática, grifos con sensores infrarrojos, grifos con pulsador temporizador, fluxores y llaves de regulación antes de los puntos de consumo.

## 4 DIMENSIONADO

### 4.1 Reserva de espacio en el edificio

El edificio está dotado con contador general único.

En ese edificio se preverá un espacio para un armario o una cámara para alojar el contador general de las dimensiones indicadas en la tabla 4.1. del apartado 3.6.1 del HS4.

### 4.2 Dimensionado de las redes de distribución

El dimensionado de las redes de distribución se ha hecho atendiendo a lo indicado en el punto 4.2 del HS4.

### 4.3 Dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace

El dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace se ha hecho atendiendo a lo indicado en el punto 4.3 del HS4.

### 4.4 Dimensionado de las redes de ACS

El dimensionado de las redes de ACS se ha hecho atendiendo a lo indicado en el punto 4.4 del HS4.

### 4.5 Dimensionado de los equipos, elementos y dispositivos de la instalación

El dimensionado de los equipos, elementos y dispositivos de la instalación se ha hecho atendiendo a lo indicado en el punto 4.5 del HS4.

## 5 CONSTRUCCIÓN

### 5.1 Ejecución

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.



Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el Anexo I del Real Decreto 140/2003.

#### 5.1.1 Ejecución de las redes de tuberías

##### 5.1.1.1 Condiciones generales

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin dañar o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua de suministro respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado.

La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daños por la formación de hielo en su interior.

Las conducciones no se instalarán en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección y si fuese preciso, además del revestimiento de protección, se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

##### 5.1.1.2 Uniones y juntas

Las uniones de los tubos serán estancas.

Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones.

En las uniones de tubos de plástico se observarán las indicaciones del fabricante.

##### 5.1.1.3 Protecciones

###### 5.1.1.3.2 Protección contra las condensaciones

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero si con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.

Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones.

Se utilizan materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

###### 5.1.1.3.3 Protecciones térmicas

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas.

###### 5.1.1.3.4 Protección contra esfuerzos mecánicos

La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no sobrepasará la sobrepresión de servicio admisible.

La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes

de estos, no sobrepasará 2 bar.

El golpe de ariete negativo no descenderá por debajo del 50% de la presión de servicio.

##### 5.1.1.3.5 Protección contra ruidos

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el DB HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

- Los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones estarán situados en zonas comunes;
- A la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y al lugar de su instalación.

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades de 1,5 a 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

##### 5.1.1.4 Accesorios

###### 5.1.1.4.1 Grapas y abrazaderas

Existen grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos.

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio.

El tipo de grapa o abrazadera será siempre de fácil montaje y desmontaje, así como aislante eléctrico.

###### 5.1.1.4.2 Soportes

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre estos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones.

Los soportes no se anclarán en algún soporte de tipo estructural.

De igual forma que para las grapas y abrazaderas se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

##### 5.1.2 Ejecución de los sistemas de medición del consumo. Contadores

###### 5.1.2.1 Alojamiento del contador general

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida.

El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso.

El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio, si ésta es capaz para absorber dicho caudal, y si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice "in situ", se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general.

En cualquier caso, contará con la pre-instalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador.

Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

#### 5.1.3 Ejecución de los sistemas de control de la presión

##### 5.1.3.1 Montaje del grupo de sobreelevación

###### 5.1.3.1.1 Depósito auxiliar de alimentación

Existe depósito auxiliar de alimentación.

En estos depósitos el agua de consumo humano se almacenará bajo las siguientes premisas?: (apartado 5.1.3.1.1.1 HS4)

- a) el depósito habrá de estar fácilmente accesible y ser fácil de limpiar. Contará en cualquier caso con tapa y esta ha de estar asegurada contra deslizamiento y disponer en la zona más alta de suficiente ventilación y aireación;
- b) Habrá que asegurar todas las uniones con la atmósfera contra la entrada de animales e inmisiones nocivas con dispositivos eficaces tales como tamices de trama densa para ventilación y aireación, sifón para el rebosado.

En cuanto a su construcción, será capaz de resistir las cargas previstas debidas al agua contenida más las debidas a la sobrepresión de la red si es el caso.

Estarán, en todos los casos, provistos de un rebosadero, considerando las disposiciones contra retorno del agua especificadas en el punto 3.3.

Se dispondrá, en la tubería de alimentación al depósito de uno o varios dispositivos de cierre para evitar que el nivel de llenado del mismo supere el máximo previsto. Dichos dispositivos serán válvulas pilotadas.

Se construirán y conectarán de manera que el agua se renueve por su propio modo de funcionamiento evitando siempre la existencia de agua estancada.

###### 5.1.3.1.2 Bombas

Se montarán sobre bancada de hormigón u otro tipo de material que garantice la suficiente masa e inercia al conjunto e impida la transmisión de ruidos y vibraciones al edificio.

Entre la bomba y la bancada irán, además interpuestos elementos antivibratorios adecuados al equipo a instalar, sirviendo estos de anclaje del mismo a la citada bancada.

La salida de cada bomba se instalará un manguito elástico, con el fin de impedir la transmisión de vibraciones a la red de tuberías.

Se dispondrán llaves de cierre, antes y después de cada bomba, de manera que se puedan desmontar sin interrupción del abastecimiento de agua.

Los sistemas antivibratorios tendrán unos valores de transmisibilidad  $\tau$  inferiores a los establecidos en el apartado correspondiente del DB-HR.

Se utilizarán los soportes antivibratorios y los manguitos elásticos que cumplan lo dispuesto en la norma UNE 100

153:1988.

Se realizará una adecuada nivelación.

###### 5.1.3.1.3 Depósito de presión

Estará dotado de un presostato con manómetro, tarado a las presiones máxima y mínima de servicio, haciendo las veces de interruptor, comandando la centralita de maniobra y control de las bombas, de tal manera que estas sólo funcionen en el momento en que disminuya la presión en el interior del depósito hasta los límites establecidos, provocando el corte de corriente, y por tanto la parada de los equipos de bombeo, cuando se alcance la presión máxima del aire contenido en el depósito.

Los valores correspondientes de reglaje figurarán de forma visible en el depósito.

Los depósitos de presión cumplirán la reglamentación vigente sobre aparatos a presión y su construcción atenderá en cualquier caso, al uso previsto.

Los depósitos de presión dispondrán, en lugar visible, de una placa en la que figure la contraseña de certificación, las presiones máximas de trabajo y prueba, la fecha de timbrado, el espesor de la chapa y el volumen.

El timbre de presión máxima de trabajo del depósito superará, al menos, en 1 bar, a la presión máxima prevista a la instalación.

Dispondrá de una válvula de seguridad, situada en su parte superior, con una presión de apertura por encima de la presión nominal de trabajo e inferior o igual a la presión de timbrado del depósito.

Con objeto de evitar paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes del equipo de bombeo, con el consiguiente gasto de energía, se dará un margen suficientemente amplio entre la presión máxima y la presión mínima en el interior del depósito, tal como figura en los puntos correspondientes a su cálculo.

Las conducciones de conexión se instalarán de manera que el aire comprimido no pueda llegar ni a la entrada al depósito ni a su salida a la red de distribución.

###### 5.1.3.2 Funcionamiento alternativo del grupo de presión convencional

Se preverá una derivación alternativa (by-pass) que una el tubo de alimentación con el tubo de salida del grupo hacia la red interior de suministro, de manera que no se produzca una interrupción total del abastecimiento por la parada de éste y que se aproveche la presión de la red de distribución en aquellos momentos en que ésta sea suficiente para abastecer nuestra instalación.

Esta derivación llevará incluidas una válvula de tres vías motorizada y una válvula antirretorno posterior a ésta.

La válvula de tres vías estará accionada automáticamente por un manómetro y su correspondiente presostato, en función de la presión de la red de suministro, dando paso al agua cuando ésta tome valor suficiente de abastecimiento y cerrando el paso al grupo de presión, de manera que éste sólo funcione cuando sea imprescindible. O el accionamiento de la válvula será manual para discriminar el sentido de circulación del agua en base a otras causas tales como avería, interrupción del suministro eléctrico, etc.

###### 5.1.4 Montaje de los filtros

El filtro se instalará antes del primer llenado de la instalación y se situará inmediatamente delante del contador según el

sentido de circulación del agua instalándose únicamente filtros adecuados.

Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se instalarán filtros retroenjuagables o de instalaciones paralelas.

Se conectará una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.

## 5.2 Puesta en servicio

### 5.2.1 Pruebas y ensayos de las instalaciones

#### 5.2.1.1 Pruebas de las instalaciones interiores

Para la puesta en servicio se realizarán las pruebas y ensayos de las instalaciones interiores especificadas en el apartado 5.2.1.1 del HS4.

#### 5.2.1.2 Pruebas particulares de las instalaciones de ACS

Para la puesta en servicio se realizarán las pruebas y ensayos de las instalaciones particulares de ACS especificadas en el apartado 5.2.1.2 del HS4.

## 6 PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

### 6.1 Condiciones generales de los materiales

Se contemplarán las condiciones generales de los materiales especificadas en el apartado 6.1 del HS4.

### 6.2. Condiciones particulares de las conducciones

Se contemplarán las condiciones particulares de las conducciones especificadas en el apartado 6.2 del HS4.

### 6.3 Incompatibilidades

#### 6.3.1 Incompatibilidad de los materiales y el agua

Se contemplarán las condiciones para evitar incompatibilidad entre los materiales y el agua especificadas en el apartado 6.3.1 del HS4.

#### 6.3.2 Incompatibilidad entre materiales

Se contemplarán las condiciones para evitar incompatibilidad entre materiales especificadas en el apartado 6.3.2 del HS4.

## 7 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Se contemplarán las instrucciones de mantenimiento conservación especificadas en el apartado 7 del HS4 y que se listan a continuación:

### 7.1 Interrupción del servicio

1. En las instalaciones de agua de consumo humano que no se pongan en servicio después de 4 semanas desde su terminación, o aquellas que permanezcan fuera de servicio más de 6 meses, se cerrará su conexión y se procederá a su vaciado.

2. Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante 1 año deben ser taponadas.

## 7.2 Nueva puesta en servicio

1. En instalaciones de descalcificación habrá que iniciar una regeneración por arranque manual.

2. Las instalaciones de agua de consumo humano que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio. Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:

- para el llenado de la instalación se abrirán al principio solo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta de cada una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones;
- una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

## 7.3 Mantenimiento de las instalaciones

1. Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3.

2. Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas, unidades terminales, que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.

3. Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.

4. En caso de contabilización del consumo mediante batería de contadores, las montantes hasta cada derivación particular se considerará que forman parte de la instalación general, a efectos de conservación y mantenimiento puesto que discurren por zonas comunes del edificio;

## SECCIÓN HS 5 EVACUACIÓN DE AGUAS

### 2 CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

Se disponen cierres hidráulicos en la instalación que impiden el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos.

Las tuberías de la red de evacuación tienen el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que facilitan la evacuación de los residuos y son autolimpiables. Se evita la retención de aguas en su interior.



Los diámetros de las tuberías son los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.

Las redes de tuberías se diseñan de tal forma que son accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual se disponen a la vista o alojadas en huecos o patinillos registrables. En caso contrario cuentan con arquetas o registros.

Se disponen sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.

La instalación no se utiliza para la evacuación de otro tipo de residuos que no sean aguas residuales o pluviales.

### 3 DISEÑO

#### 3.1 Condiciones generales de la evacuación

Los colectores del edificio desaguan, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general que constituye el punto de conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado público, a través de la correspondiente acometida.

#### 3.3 Elementos que componen las instalaciones

La red de evacuación está compuesta por los siguientes elementos:

Bajantes y canalones

Colectores enterrados

Estos elementos se han diseñado siguiendo las características especificadas en los apartados siguientes:

- 3.3.1.3 (*Bajantes y canalones*)

- 3.3.1.4.2 (*Colectores enterrados*)

Los registros para limpieza de los colectores se situarán en cada encuentro y cambio de dirección e intercalados en tramos rectos.

#### 3.3.3 *Subsistemas de ventilación de las instalaciones*

Se disponen subsistemas de ventilación tanto en las redes de aguas residuales como en las de pluviales. Se utilizarán subsistemas de ventilación primaria

El edificio tiene 5 plantas, la longitud de los ramales es inferior a 5m y la bajante está sobredimensionada considerándose suficiente un sistema de ventilación primario.

#### 3.3.3.1 *Subsistema de ventilación primaria*

Las bajantes de aguas residuales se prolongarán al menos 2.00m por encima de la cubierta del edificio, al tratarse de una cubierta transitable.

La salida de la ventilación está convenientemente protegida de la entrada de cuerpos extraños y su diseño es tal que la acción del viento favorece la expulsión de los gases.

No existen terminaciones de columna bajo marquesinas o terrazas.

### 4 DIMENSIONADO

#### 4.1 Dimensionado de la red de aguas residuales

Los diámetros de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante se obtiene en la tabla 4.3 en función del número de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

#### 4.1.2 *Bajantes de aguas residuales*

El caudal que se ha considerado es tal que la superficie ocupada por el agua no sea mayor que un tercio de la sección transversal de la tubería.

Los diámetros de las bajantes se han obtenido de la tabla 4.4 según el máximo número de UD en la bajante y en cada ramal, y del número de plantas.

Las desviaciones con respecto a la vertical se dimensionan cumpliendo los criterios del apartado 4.1.2.3.

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro de los colectores horizontales se ha obtenido de la tabla 4.5 en función del máximo número de UD y de la pendiente.

#### 4.2 Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales

El área de la superficie de paso del elemento filtrante de las calderetas estará comprendida entre 1,5 y 2 veces la sección recta de la tubería a la que se conecta.

El número de puntos de recogida será el necesario para que no haya desniveles mayores de 150 mm y pendientes máximas de 0,5% y para evitar una sobrecarga excesiva de la cubierta.

Para un régimen pluviométrico de 100mm/h el diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular es el obtenido en la tabla 4.7 en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve.

Para los canalones cuya sección no es semicircular, se adopta una sección cuadrangular equivalente un 10% superior a la obtenida de forma semicircular.

#### 4.2.3 *Bajantes de aguas pluviales*

Para un régimen pluviométrico de 100mm/h el diámetro de las bajantes de aguas pluviales serán como mínimo los obtenidos en la tabla 4.8 en función de la superficie horizontal servida en metros cuadrados.

Los colectores de aguas pluviales se han calculado a sección llena y en régimen permanente.

Para un régimen pluviométrico de 100mm/h el diámetro de los colectores de aguas pluviales, será como mín los obtenidos en la tabla 4.9 en función de su pendiente y de la superficie proyectada.

#### 4.3 Dimensionado de los colectores de tipo mixto

Para dimensionar el diámetro de los colectores tipo mixto, se transforman las unidades de desagüe correspondientes

a las aguas residuales en superficies equivalentes de recogida de aguas, y se suman a las correspondientes a las aguas pluviales. Así el diámetro de los colectores se obtiene en la tabla 4.9 en función de la pendiente y de la superficie así obtenida.

La transformación de las UD en superficie equivalente para un régimen pluviométrico de 100 se efectúa de acuerdo a los criterios del apartado 4.3.2.

#### 4.4 Dimensionado de las redes de ventilación

##### 4.4.1 Ventilación primaria

Tendrá el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación, aunque a ella se conecte una columna de ventilación secundaria.

La capacidad del depósito se calcula con la expresión  $V_u = 0,3Q_b(dm^3)$ , así al tener una bomba con un caudal de decímetros cúbicos por segundo, la capacidad de depósito necesaria será de 0 decímetros cúbicos.

La capacidad del depósito será mayor que la mitad de la aportación media diaria de aguas residuales.

Se cumplen las restantes condiciones de dimensionado del apartado 4.6.1

## 5 CONSTRUCCIÓN

La instalación de aguas residuales se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instalaciones del director de la obra y del director de ejecución de la obra.

#### 5.1 Ejecución de los puntos de captación

Se cumplen las condiciones de ejecución del apartado 5.1, especificadas para los siguientes puntos de captación:

Válvulas de desagüe	art 5.1.1
Sifones individuales y botes sifónicos	art 5.1.2
Calderetas o cazoletas y sumideros	art 5.1.3

#### 5.3 Ejecución de bajantes y ventilaciones

##### 5.3.1 Ejecución de las bajantes

Las bajantes se realizarán en PVC y tendrán un diámetro de 40, se aplomarán y fijarán a la obra, cuyo espesor no será menor de 12 cm. La fijación se realizará con una abrazadera en la zona de embocadura, para que cada tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre ellas debe ser 15 veces el diámetro y se podrá tomar la tabla 5.1, como referencia, para tubos de 3m.

Se cumplen las demás condiciones de ejecución del apartado 5.3.1

##### 5.3.2 Ejecución de las redes de ventilación

El sistema de ventilación primario se ejecutará cumpliendo las especificaciones del artículo 5.3.2.

#### 5.4 Ejecución de albañales y colectores

#### 5.4.2 Ejecución de la red horizontal enterrada

La ejecución de la red horizontal enterrada se realizará cumpliendo las especificaciones del artículo 5.4.2.

Arquetas 5.4.5.1

Pozos 5.4.5.2

Separadores 5.4.5.3

#### 5.6 Pruebas

A la instalación se le realizarán las siguientes pruebas:

Pruebas de estanqueidad parcial, en las que se ha verificado el cumplimiento de las especificaciones del apartado

5.6.1

Pruebas de estanqueidad total, que podrán realizarse de una sola vez o por partes y que consisten en pruebas con agua, aire y humo, cumpliendo las siguientes especificaciones en función del elemento:

Pruebas con agua, apartado 5.6.3

Pruebas con aire, apartado 5.6.4

Pruebas con humo, apartado 5.6.5

## 6 PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

Los materiales que se definen para estas instalaciones, cumplirán de forma general las características del apartado 6.1.

Los materiales de las canalizaciones, de los puntos de captación y de los elementos accesorios, se cumplirán además una serie de características específicas, según los siguientes apartados:

materiales de las canalizaciones (art. 6.2)

materiales de los puntos de captación (art. 6.3)

sifones (art. 6.3.1)

calderetas (art. 6.3.2)

materiales de los accesorios (art. 6.4)

## 7 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se cumplirán las especificaciones de mantenimiento y conservación del apartado 7, respetando la periodicidad indicada.

## **DB-HR. PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO**

- 01. Aislamiento acústico
- 02. Ruido y vibraciones de las instalaciones
- 03. Productos de construcción
- 04. Construcción
- 05. Mantenimiento y conservación



Tal y como se describe en el artículo 1 del DB HR, "Objeto": "Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido. La correcta aplicación del DB supone que se satisface el requisito básico Protección frente al ruido".

### 1. AISLAMIENTO ACÚSTICO

Cumplimiento de las condiciones de diseño y de dimensionado del aislamiento acústico a ruido aéreo y del aislamiento acústico a ruido de impacto.

En el proyecto se alcanzan los valores límite de aislamiento acústico a ruido aéreo y no se superan los valores límite de nivel de presión de ruido de impactos (aislamiento acústico a ruido de impactos) que se establecen en el apartado 2.1, tal y como se justifica a continuación mediante la opción simplificada, comprobando que se adopta alguna de las soluciones de aislamiento propuestas en el apartado 3.1.2.

Además, se cumplen las condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos especificadas en el apartado 3.1.4.

#### FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN SIMPLIFICADA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO (K.1)

K.3 Fichas justificativas del método general del tiempo de reverberación y de la absorción acústica

La tabla siguiente recoge la ficha justificativa del cumplimiento de los valores límite de tiempo de reverberación y de absorción acústica mediante el método de cálculo

Tipo de recinto: AULA TIPO			Volumen V(m³): 276				
Elemento	Acabado	S Área, (m²)	α <sub>m</sub> Coeficiente de absorción acústica medio				Absorción Acústica (m²) α <sub>m</sub> · S
			500	1000	2000	α <sub>m</sub>	
<b>Suelo</b>							
AULA TIPO	PVC	92	0,04	0,05	0,05	0,05	4,6
<b>Techo</b>							
AULA TIPO	Hormigón en visto	92	0,03	0,04	0,04	0,04	3,68
<b>Paramentos</b>							
AULA TIPO	Vidrio	150	0,05	0,04	0,03	0,04	6
<b>Objetos<sup>(1)</sup></b>		<b>Tipo</b>	<b>Area de absorción acústica equivalente media, A<sub>o,m</sub> (m²)</b>				<b>A<sub>o,m</sub> · N</b>
SILLAS		SILLAS	500	1000	2000	A <sub>o,m</sub>	10

Absorción aire <sup>(2)</sup>	Coeficiente de atenuación del aire, m̄ <sub>m</sub> · (m <sup>-1</sup> )				4 · m̄ <sub>m</sub> · V
	500	1000	2000	m <sub>m</sub>	
	0,003	0,005	0,01	0,006	6,624
<b>A, (m²)</b> Absorción acústica del recinto resultante	$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$				
<b>T, (s)</b> Tiempo de reverberación resultante	$T = \frac{0,16 \cdot V}{A}$				
<b>Absorción acústica resultante de la zona común</b>			<b>Absorción acústica exigida</b>		
A(m²) = 30,904			≥ 55,2 = 0,2 x V		
<b>Tiempo de reverberación resultante</b>			<b>Tiempo de reverberación exigido</b>		
T(s) = 1,42894123738027			≤ 0,5		

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³

(2) Sólo para volúmenes mayores a 250 m³

Tipo de recinto: AULA TIPO			Volumen V(m³): 0				
Elemento	Acabado	S Área, (m²)	α <sub>m</sub> Coeficiente de absorción acústica medio				Absorción Acústica (m²) α <sub>m</sub> · S
			500	1000	2000	α <sub>m</sub>	
<b>Suelo</b>							
<b>Techo</b>							
<b>Paramentos</b>							
<b>Objetos<sup>(1)</sup></b>		<b>Tipo</b>	<b>Area de absorción acústica equivalente media, A<sub>o,m</sub> (m²)</b>				<b>A<sub>o,m</sub> · N</b>
			500	1000	2000	A <sub>o,m</sub>	
<b>Absorción aire<sup>(2)</sup></b>			<b>Coeficiente de atenuación del aire, m̄<sub>m</sub> · (m<sup>-1</sup>)</b>				<b>4 · m̄<sub>m</sub> · V</b>
			500	1000	2000	m <sub>m</sub>	

	0,003	0,005	0,01	0,006	0
<b>A, (m²)</b> Absorción acústica del recinto resultante	$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^N A_{O,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$				
<b>T, (s)</b> Tiempo de reverberación resultante	$T = \frac{0,16 \cdot V}{A}$				
<b>Absorción acústica resultante de la zona común</b>			<b>Absorción acústica exigida</b>		
A(m²) = 0			≥ 0 = 0,2 x V		
<b>Tiempo de reverberación resultante</b>			<b>Tiempo de reverberación exigido</b>		
T(s) = ≤ 0,5					

(1) Sólo para salas de conferencias de volumen hasta 350 m³

(2) Sólo para volúmenes mayores a 250 m³

## 2. RUIDO Y VIBRACIONES DE LAS INSTALACIONES

### CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES REFERENTES AL RUIDO Y A LAS VIBRACIONES DE LAS INSTALACIONES

Se limitan los niveles de ruido y de vibraciones que las instalaciones puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables del edificio a través de sujeciones o puntos de contacto de aquellas con elementos constructivos, de tal forma que no se aumenten perceptiblemente los niveles debidos a las restantes fuentes de ruido del edificio.

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos generadores de ruido estacionario (como los quemadores, las calderas, las bombas de impulsión, la maquinaria de los ascensores, los compresores, grupos electrógenos, extractores, etc) situados en recintos de instalaciones, así como las rejillas y difusores terminales de instalaciones de aire acondicionado, será tal que se cumplan los niveles de inmisión en los recintos colindantes, expresados en el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.

### CONDICIONES DE MONTAJE DE EQUIPOS GENERADORES DE RUIDO ESTACIONARIO

Los equipos pequeños y compactos se instalan sobre soportes antivibratorios elásticos.

Los equipos que no poseen una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o que necesitan la alineación de sus componentes, se instalan sobre una bancada de inercia, de hormigón o de acero, de forma que tienen la suficiente masa e inercia para evitar el paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio se interponen elementos antivibratorios.

Los soportes antivibratorios y los conectores flexibles cumplen la UNE100153IN.

A la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos se instalan conectores flexibles. En las chimeneas de las instalaciones térmicas que llevan incorporados dispositivos electromecánicos para la extracción de productos de combustión se utilizan silenciadores.

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los recintos habitables y protegidos no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.

### DATOS QUE DEBEN APORTAR LOS SUMINISTRADORES

a) Nivel de potencia acústica de equipos que producen ruidos estacionarios:

b) Rigidez dinámica de los lechos elásticos utilizados en las bancadas de inercia:

Carga máxima de los lechos elásticos utilizados en las bancadas de inercia:

c) Amortiguamiento de los sistemas antivibratorios puntuales utilizados en el aislamiento de maquinaria y conductos:

Transmisibilidad de los sistemas antivibratorios puntuales utilizados en el aislamiento de maquinaria y conductos:

Carga máxima de los sistemas antivibratorios puntuales utilizados en el aislamiento de maquinaria y conductos:

d) Coeficiente de absorción acústica de los productos absorbentes utilizados en conductos de ventilación y aire acondicionado:

e) Atenuación de conductos prefabricados, expresada como pérdida por inserción:

Atenuación total de los silenciadores que estén interpuestos en conductos, o empotrados en fachada o en otros elementos constructivos:

### ELEMENTOS DE SEPARACIÓN HORIZONTALES ENCUENTROS CON CONDUCTOS DE INSTALACIONES

Los conductos de instalaciones que atraviesan elementos de separación horizontales se recubren y se sellan las holguras de los huecos del forjado para el paso de dichos conductos con un material elástico garantizando así la estanquidad e impidiendo el paso de vibraciones a la estructura del edificio.

No existen contactos entre el suelo flotante y los conductos de instalaciones que discurren bajo él. Para ello, los conductos se revisten de un material elástico.

### CONDUCCIONES Y EQUIPAMIENTO

#### Aire acondicionado

1. Los conductos de aire acondicionado deben ser absorbentes acústicos cuando la instalación lo requiera y deben utilizarse silenciadores específicos.

2. Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

#### Ventilación

1. Los conductos de extracción que discurren dentro de una unidad de uso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, sea al menos 33 dBA, salvo que sean de extracción de humos de garajes en cuyo caso deben revestirse con elementos constructivos cuyo índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, sea al menos 45 dBA.

2. Asimismo, cuando un conducto de ventilación se adose a un elemento de separación vertical se seguirán las especificaciones del apartado 3.1.4.1.2.

3. En el caso de que dos unidades de uso colindantes horizontalmente compartieran el mismo conducto colectivo de extracción, se cumplirán las condiciones especificadas en el DB HS3.

### ASCENSORES Y MONTACARGAS

1. Los sistemas de tracción de los ascensores y montacargas se anclarán a los sistemas estructurales del edificio mediante elementos amortiguadores de vibraciones. El recinto del ascensor, cuando la maquinaria esté dentro del mismo, se considerará un recinto de instalaciones a efectos de aislamiento acústico. Cuando no sea así, los elementos que separan un ascensor de una unidad de uso, deben tener un índice de reducción acústica, RA mayor que 50 dBA.

2. Las puertas de acceso al ascensor en los distintos pisos tendrán topes elásticos que aseguren la práctica anulación del impacto contra el marco en las operaciones de cierre.

3. El cuarto de mandos, que contiene los relés de arranque y parada, estará montado elásticamente asegurando un aislamiento adecuado de los ruidos de impactos y de las vibraciones.

### 3. PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

En el proyecto se cumplen las condiciones relativas a los productos de construcción expuestas en el apartado 4.

#### CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS PRODUCTOS

1. Los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido se caracterizan por sus propiedades acústicas, que debe proporcionar el fabricante.

2. Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m<sup>2</sup>.

3. Los productos utilizados para aplicaciones acústicas se caracterizan por:

a) la resistividad al flujo del aire en kPa s/m<sup>2</sup>, obtenida según UNE EN 29053, y la rigidez dinámica en MN/m<sup>3</sup>, obtenida según UNE EN 29052-1 en el caso de productos de relleno de las cámaras de los elementos constructivos de separación.

b) la rigidez dinámica en MN/m<sup>3</sup>, obtenida según UNE EN 29052-1 y la clase de compresibilidad, definida en sus propias normas UNE, en el caso de productos aislantes de ruido de impactos utilizados en suelos flotantes y bandas elásticas.

c) el coeficiente de absorción acústica, menos, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y el coeficiente de absorción acústica medio en el caso de productos utilizados como absorbentes acústicos.

En caso de no disponer del valor del coeficiente de absorción acústica medio podrá utilizarse el valor del coeficiente de absorción acústica ponderado.

En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos utilizados en los elementos constructivos de separación.

#### CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES A LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Los elementos de separación verticales se caracterizan por el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA;

Los trasdosados se caracterizan por la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA.

Los elementos de separación horizontales se caracterizan por:

a) el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA;

b) el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, Ln,w, en dB.

Los suelos flotantes se caracterizan por:

a) la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA;

b) la reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, Lw, en dB.

Los techos suspendidos se caracterizan por:

a) la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA;

b) la reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, Lw, en dB.

La parte ciega de las fachadas y de las cubiertas se caracterizan por:

a) el índice global de reducción acústica, Rw, en dB;

b) el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA;

c) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, RA,tr, en dBA;

d) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C, en dB;

e) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, Ctr, en dB.

El conjunto de elementos que cierra el hueco (ventana, caja de persiana y aireador) de las fachadas y de las cubiertas se caracteriza por:

a) el índice global de reducción acústica, Rw, en dB;

b) el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA;

c) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, RA,tr, en dBA;

d) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C, en dB;

e) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, Ctr, en dB;

f) la clase de ventana, según la norma UNE EN 12207;

En el caso de fachadas, cuando se dispongan como aberturas de admisión de aire, según DB-HS 3, sistemas con dispositivo de cierre, tales como aireadores o sistemas de microventilación, la verificación de la exigencia de aislamiento acústico frente a ruido exterior se realizará con dichos dispositivos cerrados.;

Los sistemas, tales como techos suspendidos o conductos de instalaciones de aire acondicionado o ventilación, a través de los cuales se produzca la transmisión aérea indirecta, se caracterizan por la diferencia de niveles acústica normalizada para transmisión indirecta, ponderada A, Dn,s,A, en dBA.

Cada mueble fijo, tal como una butaca fija en una sala de conferencias o un aula, se caracteriza por el área de absorción acústica equivalente medio, AO,m, en m<sup>2</sup>.

#### CONTROL DE RECEPCION EN OBRA DE PRODUCTOS

Deberá comprobarse que los productos recibidos:

a) corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;

b) disponen de la documentación exigida;

c) están caracterizados por las propiedades exigidas;

d) han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra, con la frecuencia establecida.

En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.

### 4. CONSTRUCCIÓN

#### EJECUCIÓN

Las obras de construcción del edificio, en relación con esta sección, se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la parte I del CTE. En el Pliego de Condiciones se indican las condiciones de ejecución de los elementos constructivos.

## ELEMENTOS DE SEPARACIÓN VERTICALES Y TABIQUERIA

En la ejecución de los elementos de separación vertical y tabiquería se cumplirán las condiciones siguientes:

Los enchufes, interruptores y cajas de registro de instalaciones contenidas en los elementos de separación verticales no serán pasantes. Cuando se dispongan por las dos caras de un elemento de separación vertical, no serán coincidentes, excepto cuando se interponga entre ambos una hoja de fábrica o una placa de yeso laminado.

Las juntas entre el elemento de separación vertical y las cajas para mecanismos eléctricos deben ser estancas, para ello se sellarán o se emplearán cajas especiales para mecanismos en el caso de los elementos de separación verticales de entramado autoportante.

## ELEMENTOS DE SEPARACIÓN HORIZONTALES

### Suelos flotantes

En la ejecución de los suelos flotantes se cumplirán las condiciones siguientes:

Previamente a la colocación del material aislante a ruido de impactos, el forjado debe estar limpio de restos que puedan deteriorar el material aislante a ruido de impactos.

El material aislante a ruido de impactos cubrirá toda la superficie del forjado y no debe interrumpirse su continuidad, para ello se solaparán o sellarán las capas de material aislante, conforme a lo establecido por el fabricante del aislante a ruido de impactos.

suelo flotante estuviera formado por una capa de mortero sobre un material aislante a ruido de impactos y este no fuera impermeable, debe protegerse con una barrera impermeable previamente al vertido del hormigón.

suelo flotante y los elementos de separación verticales, tabiques y pilares deben realizarse de tal manera que se eliminen contactos rígidos entre el suelo flotante y los elementos constructivos perimétricos.

### Techos suspendidos y suelos registrables

En la ejecución de los techos suspendidos y suelos registrables se cumplirán las condiciones siguientes:

Cuando discurran conductos de instalaciones por el techo suspendido o por el suelo registrable, debe evitarse que dichos conductos conecten rígidamente el forjado y las capas que forman el techo o el suelo.

En el caso de que en el techo hubiera luminarias empotradas, éstas no deben formar una conexión rígida entre las placas del techo y el forjado y su ejecución no debe disminuir el aislamiento acústico inicialmente previsto.

En el caso de techos suspendidos dispusieran de un material absorbente en la cámara, éste debe rellenar de forma continua toda la superficie de la cámara y reposar en el dorso de las placas y zonas superiores de la estructura portante. Deben sellarse todas las juntas perimétricas o cerrarse el plenum del techo suspendido o el suelo registrable, especialmente los encuentros con elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes.

## FACHADAS Y CUBIERTAS

En la ejecución de las fachadas y cubiertas la fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, así como la fijación de las cajas de persiana, se realizará de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire.

## INSTALACIONES

En la ejecución de las instalaciones se utilizarán elementos elásticos y sistemas antivibratorios en las sujeciones o puntos de contacto entre las instalaciones que produzcan vibraciones y los elementos constructivos.

### ACABADOS SUPERFICIALES

Los acabados superficiales, especialmente pinturas, aplicados sobre los elementos constructivos diseñados para acondicionamiento acústico, no deben modificar las propiedades absorbentes acústicas de éstos.

## CONTROL DE LA EJECUCIÓN

El control de la ejecución de las obras se realiza de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.

Se comprueba que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.

Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra queda en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

## CONTROL DE LA OBRA TERMINADA

En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la parte I del CTE.

Las mediciones “in situ” para comprobar las exigencias de aislamiento acústico a ruido aéreo, de aislamiento acústico a ruido de impactos y de limitación del tiempo de reverberación, se realizarán por laboratorios acreditados y conforme a lo establecido en las UNE EN ISO 140-4 y UNE EN ISO 140-5 para ruido aéreo, en la UNE EN ISO 140-7 para ruido de impactos y en la UNE EN ISO 3382 para tiempo de reverberación. La valoración global de resultados de las mediciones de aislamiento se realizará conforme a las definiciones de diferencia de niveles estandarizada para cada tipo de ruido según lo establecido en el Anejo H.

Para el cumplimiento de las exigencias de este DB se admiten tolerancias entre los valores obtenidos por mediciones in situ y los valores límite establecidos en el apartado 2.1 de este DB, de 3 dBA para aislamiento a ruido aéreo, de 3 dB para aislamiento a ruido de impacto y de 0,1 s para tiempo de reverberación.

## 5. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

El edificio se mantendrá de tal forma que se conserven las condiciones acústicas proyectadas.

Las reparaciones, modificaciones o sustitución de los materiales o productos que componen los elementos constructivos del edificio se realizarán con materiales o productos de propiedades similares, y de tal forma que no se menoscaben las características acústicas del mismo.

Debe tenerse en cuenta que la modificación en la distribución dentro de una unidad de uso, como por ejemplo la desaparición o el desplazamiento de la tabiquería, modifica sustancialmente las condiciones acústicas de la unidad.



## **DB-HE. AHORRO DE ENERGÍA**

- 01. Limitación de demanda energética
- 02. Rendimiento de las instalaciones térmicas
- 03. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
- 04. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
- 05. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

## INTRODUCCIÓN

Tal y como se describe en el artículo 1 del DB HE, “Objeto”: “Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico “Ahorro de energía” .”

Las Exigencias básicas de ahorro de energía (HE) son las siguientes:

Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética

Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

## HE 1: LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA

### CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

#### Demanda energética.

La demanda energética de los edificios se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zona climática establecida en el apartado 3.1.1, y de la carga interna en sus espacios según el apartado 3.1.2.

Determinación de la zona climática a partir de valores tabulados.

Datos zona climática

La provincia del proyecto es CIUDAD REAL, la altura de referencia es 630 y la localidad es ALMAGRO con un desnivel entre la localidad del proyecto y la capital de 0 m

La temperatura exterior de proyecto para la comprobación de condensaciones en el mes de Enero es de 5,7 °C

La humedad relativa exterior de proyecto para la comprobación de condensaciones en el mes de Enero es de 80 %

La zona climática resultante es D3

Atendiendo a la clasificación de los puntos 1 y 2, apartado 3.2.1 de la sección 1 del DB HE.

Existen espacios interiores clasificados como “espacios habitables de carga interna baja”.

Atendiendo a la clasificación del punto 3, apartado 3.2.1 de la sección 1 del DB HE.

Existen espacios interiores clasificados como “espacios de clase de higrometría 3 o inferior”.

Valores límite de los parámetros característicos medios.

La demanda energética será inferior a la correspondiente a un edificio en el que los parámetros característicos de los

cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica, sean los valores límites establecidos en las tablas 2.2. de la sección 1 del DB HE.

En el presente proyecto los valores límite son los siguientes:

ZONA CLIMÁTICA D3										
Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno					U <sub>Mlim</sub> : 0,66 W/m <sup>2</sup> K					
Transmitancia límite de suelos					U <sub>Slim</sub> : 0,49 W/m <sup>2</sup> K					
Transmitancia límite de cubiertas					U <sub>Clim</sub> : 0,38 W/m <sup>2</sup> K					
Factor solar modificado límite de lucernarios					F <sub>Llim</sub> : 0,28					
		Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup>			U <sub>Hlim</sub> W/m <sup>2</sup> K			Factor solar modificado límite de huecos F <sub>Hlim</sub>		
% de superficie de huecos							baja		Carga interna alta	
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	0,54	-	0,57
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,42	0,58	0,45
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	0,50	-	0,53	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	0,42	0,61	0,46	0,30	0,43	0,32

(1) En los casos en que la transmitancia media de los muros de fachada U<sub>Mm</sub>, definida en el apartado 3.2.2.1, sea inferior a 0,47 W/m<sup>2</sup> K se podrá tomar el valor de U<sub>Mm</sub> indicado entre paréntesis para las zonas climáticas D1, D2 y D3.

Valores de transmitancia máximos de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica.

Los parámetros característicos que definen la envolvente térmica se agrupan en los siguientes tipos:

- transmitancia térmica de muros de fachada UM;
- transmitancia térmica de cubiertas UC;
- transmitancia térmica de suelos US;
- transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno UT;
- transmitancia térmica de huecos UH ;
- factor solar modificado de huecos FH;
- factor solar modificado de lucernarios FL;
- transmitancia térmica de medianerías UMD.

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 de la sección 1 del DB HE en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

En el caso del proyecto del que es objeto esta memoria los valores máximos de transmitancia son los siguientes:

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica U en W/m<sup>2</sup>. K

ZONAS	D
Cerramientos y particiones interiores	0,86
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno(1) y primer metro de muros en contacto con el terreno	
Suelos(2)	0,64
Cubiertas(3)	0,49
Vidrios y marcos(2)	3,50
Medianerías	1,00

(1) Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

(2) Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos.

(3) Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas.

En edificios de viviendas, las particiones interiores que limitan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a  $1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

#### Condensaciones.

Las condensaciones superficiales en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, se limitarán de forma que se evite la formación de mohos en su superficie interior. Para ello, en aquellas superficies interiores de los cerramientos que puedan absorber agua o susceptibles de degradarse y especialmente en los puentes térmicos de los mismos, la humedad relativa media mensual en dicha superficie será inferior al 80%.

Las condensaciones intersticiales que se produzcan en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.

#### Permeabilidad al aire

Las carpinterías de los huecos (ventanas y puertas) y lucernarios de los cerramientos se caracterizan por su permeabilidad al aire.

La permeabilidad de las carpinterías de los huecos y lucernarios de los cerramientos que limitan los espacios habitables de los edificios con el ambiente exterior se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zona climática establecida en el apartado 3.1.1.

Tal y como se recoge en la sección 1 del DB HE (apartado 2.3.3): La permeabilidad al aire de las carpinterías, medida con una sobrepresión de 100 Pa, tendrá un valor inferior a  $27 \text{ m}^3/\text{h m}^2$ .

Verificación de la limitación de demanda energética.

Se opta por el procedimiento alternativo de comprobación siguiente: "Opción simplificada".

Esta opción está basada en el control indirecto de la demanda energética de los edificios mediante la limitación de los parámetros característicos de los cerramientos y particiones interiores que componen su envolvente térmica. La comprobación se realiza a través de la comparación de los valores obtenidos en el cálculo con los valores límite permitidos. Esta opción podrá aplicarse a obras de edificación de nueva construcción que cumplan los requisitos especificados en el apartado 3.2.1.2 de la Sección HE1 del DB HE y a obras de rehabilitación de edificios existentes.

En esta opción se limita la presencia de condensaciones en la superficie y en el interior de los cerramientos y se limitan las pérdidas energéticas debidas a las infiltraciones de aire, para unas condiciones normales de utilización de los edificios.

Puede utilizarse la opción simplificada pues se cumplen simultáneamente las condiciones siguientes:

a) La superficie de huecos en cada fachada es inferior al 60% de su superficie; o bien, como excepción, se admiten superficies de huecos superiores al 60% en aquellas fachadas cuyas áreas supongan una superficie inferior al 10% del área

total de las fachadas del edificio.

En el caso de que en una determinada fachada la superficie de huecos sea superior al 60% de su superficie y suponga un área inferior al 10% del área total de las fachadas del edificio, la transmitancia media de dicha fachada UF (incluyendo parte opaca y huecos) será inferior a la transmitancia media que resultase si la superficie fuera del 60%.

b) La superficie de lucernarios es inferior al 5% de la superficie total de la cubierta.

No se trata de edificios cuyos cerramientos estén formados por soluciones constructivas no convencionales tales como muros Trombe, muros parietodinámicos, invernaderos adosados, etc.

En el caso de obras de rehabilitación, se aplicarán a los nuevos cerramientos los criterios establecidos en esta opción.

#### Documentación justificativa

Para justificar el cumplimiento de las condiciones que se establecen en la Sección 1 del DB HE se adjuntan fichas justificativas del cálculo de los parámetros característicos medios y los formularios de conformidad que figuran en el Apéndice H del DB HE para la zona habitable de carga interna baja y la de carga interna alta del edificio.

Apéndice H Fichas justificativas de la opción simplificada

FICHA 1 Cálculo de los parámetros característicos medios

Existen espacios interiores clasificados como "espacios de clase de higrometría 3 o inferior".

Existen espacios interiores clasificados como "espacios de clase de higrometría 3 o inferior".

Existen espacios interiores clasificados como "espacios de clase de higrometría 3 o inferior".

ZONA CLIMÁTICA	D3	Zona de carga interna baja	X	Zona de carga interna alta
----------------	----	-------------------------------	---	-------------------------------

MUROS (U <sub>Mm</sub> ) y (U <sub>Tm</sub> )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A·U (W/°K)	Resultados
N				0,00	Σ A= 0,00
				0,00	Σ A·U= 0,00
				0,00	U <sub>Mm</sub> = Σ A·U / Σ A= 0,00
E	Muro en contacto con el aire	1369,00	0,65	889,17	Σ A= 1369,00
				0,00	Σ A·U= 889,17
				0,00	U <sub>Mm</sub> = Σ A·U / Σ A= 0,65
O				0,00	Σ A= 0,00
				0,00	Σ A·U= 0,00
				0,00	U <sub>Mm</sub> = Σ A·U / Σ A= 0,00
S				0,00	Σ A= 0,00
				0,00	Σ A·U= 0,00
				0,00	U <sub>Mm</sub> = Σ A·U / Σ A= 0,00
SE				0,00	Σ A= 0,00
				0,00	Σ A·U= 0,00
				0,00	U <sub>Mm</sub> = Σ A·U / Σ A= 0,00
SO				0,00	Σ A= 0,00
				0,00	Σ A·U= 0,00
				0,00	U <sub>Mm</sub> = Σ A·U / Σ A= 0,00
C-TER				0,00	Σ A= 0,00
				0,00	Σ A·U= 0,00
				0,00	U <sub>Tm</sub> = Σ A·U / Σ A= 0,00

ZONA CLIMÁTICA	D3	Zona de carga interna baja	X	Zona de carga interna alta
----------------	----	-------------------------------	---	-------------------------------

SUELOS (U <sub>sm</sub> )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A·U (W/°K)	Resultados
Apoyados sobre el terreno		1882,00	0,49	922,18	Σ A= 1882,00
				0,00	Σ A·U= 922,18
				0,00	U <sub>sm</sub> = Σ A·U / Σ A= 0,49

CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U <sub>Cm</sub> , F <sub>Lm</sub> )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A·U (W/°K)	Resultados
En contacto con el aire		1882,00	0,38	708,76	Σ A= 1882,00
				0,00	Σ A·U= 708,76
				0,00	U <sub>Cm</sub> = Σ A·U / Σ A= 0,38

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	F	A·F (m <sup>2</sup> )	Resultados
Lucernarios				0,00	Σ A= 0,00
Lucernarios				0,00	Σ A·F= 0,00
Lucernarios				0,00	F <sub>Lm</sub> = Σ A·F / Σ A= 0,00

ZONA CLIMÁTICA	D3	Zona de carga interna baja	X	Zona de carga interna alta
----------------	----	-------------------------------	---	-------------------------------

HUECOS (U <sub>Mm</sub> , F <sub>Hm</sub> )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	A·U (W/°K)	Resultados
N	Huecos			0,00	Σ A= 0,00
	Huecos			0,00	Σ A·U= 0,00
	Huecos			0,00	U <sub>Mm</sub> = Σ A·U / Σ A= 0,00

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °K)	F	A·U (W/°K)	A·F (m <sup>2</sup> )	Resultados
E	Huecos	363,00	3,39	0,69	1230,93	251,56	Σ A= 363,00
	Huecos				0,00	0,00	Σ A·U= 1230,93
	Huecos				0,00	0,00	Σ A·F= 251,56
	Huecos				0,00	0,00	U <sub>Hm</sub> = Σ A·U / Σ A= 3,39
	Huecos				0,00	0,00	F <sub>Hm</sub> = Σ A·F / Σ A= 0,69



O	Huecos			0,00	0,00	$\Sigma A=$	0,00
	Huecos			0,00	0,00	$\Sigma A \cdot U=$	0,00
	Huecos			0,00	0,00	$\Sigma A \cdot F=$	0,00
	Huecos			0,00	0,00	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A=$	
	Huecos			0,00	0,00	$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A=$	
S	Huecos			0,00	0,00	$\Sigma A=$	0,00
	Huecos			0,00	0,00	$\Sigma A \cdot U=$	0,00
	Huecos			0,00	0,00	$\Sigma A \cdot F=$	0,00
	Huecos			0,00	0,00	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A=$	
	Huecos			0,00	0,00	$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A=$	
SE	Huecos			0,00	0,00	$\Sigma A=$	0,00
	Huecos			0,00	0,00	$\Sigma A \cdot U=$	0,00
	Huecos			0,00	0,00	$\Sigma A \cdot F=$	0,00
	Huecos			0,00	0,00	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A=$	
	Huecos			0,00	0,00	$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A=$	
SO	Huecos			0,00	0,00	$\Sigma A=$	0,00
	Huecos			0,00	0,00	$\Sigma A \cdot U=$	0,00
	Huecos			0,00	0,00	$\Sigma A \cdot F=$	0,00
	Huecos			0,00	0,00	$U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A=$	
	Huecos			0,00	0,00	$F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A=$	

Particiones interiores (edificios de viviendas)<sup>(3)</sup>  ≤ 1,2 W/m<sup>2</sup>K

#### MUROS DE FACHADA

	$U_{Mm}^{(4)}$		$U_{Mlim}^{(5)}$
N	0,65	≤	0,66
E	0,65		
O			
S	0,65		
SE			
SO			

#### HUECOS

	$U_{Hm}^{(4)}$		$U_{Hlim}^{(5)}$		$F_{Hm}^{(4)}$		$F_{Hlim}^{(5)}$
N	3,39	≤	3,5		0,69	≤	
E	3,39						
O							
S							
SE							
SO							

## FICHA 2 CONFORMIDAD - Demanda energética

ZONA CLIMÁTICA	<input type="text" value="D3"/>	Zona de carga interna baja	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de carga interna alta	<input type="checkbox"/>
----------------	---------------------------------	----------------------------	-------------------------------------	----------------------------	--------------------------

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{max}(\text{proyecto})^{(1)}$		$U_{max}^{(2)}$
Muros de fachada	0,65	≤	0,86
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0,49		
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0,00		
Suelos	0,49	≤	0,64
Cubiertas	0,38		0,49
Vidrios de huecos y lucernarios	3,43	≤	3,50
Marcos de huecos y lucernarios	0		
Medianerías	0,00	≤	1,00

Particiones interiores (edificios de viviendas)<sup>(3)</sup>  ≤ 1,2 W/m<sup>2</sup>K

#### CERR. CONTACTO TERRENO

$U_{Tm}^{(4)}$	≤	$U_{Mlim}^{(5)}$
		0,66

#### SUELOS

$U_{Sm}^{(4)}$	≤	$U_{Slim}^{(5)}$
0,49		0,49

#### CUBIERTAS Y LUCERNARIOS

$U_{Cm}^{(4)}$	≤	$U_{Clim}^{(5)}$
0,38		0,38

#### LUCERNARIOS

$F_{Lm}$	≤	$F_{Llim}$
		0,28

U<sub>max</sub>(proyecto) corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en proyecto.

U<sub>max</sub> corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.

En edificios de viviendas, U<sub>max</sub>(proyecto) de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.

Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

### FICHA 3 CONFORMIDAD - Condensaciones

CERRAMIENTOS, PARTICIONES INTERIORES, PUENTES TÉRMICOS										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	f <sub>Rsi</sub> ≥ f <sub>Rsmín</sub>		P <sub>n</sub> ≤ P <sub>sat,t,n</sub>	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
	f <sub>Rsi</sub>	0	P <sub>sat,t,n</sub>	1078,85	2087,17	2167,87	0	0	0	0
	f <sub>Rsmín</sub>	0,61	P <sub>n</sub>	1149,68	1160,11	1285,32	0	0	0	0
	f <sub>Rsi</sub>	0	P <sub>sat,t,n</sub>	0	0	0	0	0	0	0
	f <sub>Rsmín</sub>	0	P <sub>n</sub>	0	0	0	0	0	0	0
	f <sub>Rsi</sub>	0	P <sub>sat,t,n</sub>	0	0	0	0	0	0	0
	f <sub>Rsmín</sub>	0	P <sub>n</sub>	0	0	0	0	0	0	0
	f <sub>Rsi</sub>	0	P <sub>sat,t,n</sub>	0	0	0	0	0	0	0
	f <sub>Rsmín</sub>	0	P <sub>n</sub>	0	0	0	0	0	0	0
	f <sub>Rsi</sub>	0	P <sub>sat,t,n</sub>	0	0	0	0	0	0	0
	f <sub>Rsmín</sub>	0	P <sub>n</sub>	0	0	0	0	0	0	0
	f <sub>Rsi</sub>	0	P <sub>sat,t,n</sub>	0	0	0	0	0	0	0
	f <sub>Rsmín</sub>	0	P <sub>n</sub>	0	0	0	0	0	0	0

#### Cerramientos utilizados

Los cerramientos utilizados para la elaboración de la justificación del HE se enumeran a continuación:

Características exigibles a los productos

Los edificios se caracterizan térmicamente a través de las propiedades higrotérmicas de los productos de construcción que componen su envolvente térmica.

Se distinguen los productos para los muros y la parte ciega de las cubiertas, de los productos para los huecos y lucernarios.

Los productos para los muros y la parte ciega de las cubiertas se definen mediante las siguientes propiedades higrométricas:

- la conductividad térmica  $\lambda$  (W/mK);
- el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua  $\mu$ .

En su caso, además se podrán definir las siguientes propiedades:

- la densidad  $\rho$  (kg/m<sup>3</sup>);
- el calor específico  $c_p$  (J/kg.K).

Los productos para huecos y lucernarios se caracterizan mediante los siguientes parámetros:

- Parte semitransparente del hueco por:
  - la transmitancia térmica U (W/m<sup>2</sup>K);
  - el factor solar,  $g_{\text{ext}}$ .

b) Marcos de huecos (puertas y ventanas) y lucernarios por:

- la transmitancia térmica U (W/m<sup>2</sup>K);
- la absorptividad  $\alpha$ .

Los valores de diseño de las propiedades citadas se obtendrán de valores declarados para cada producto, según marcado CE, o de Documentos Reconocidos para cada tipo de producto.

En el pliego de condiciones del proyecto debe expresarse las características higrotérmicas de los productos utilizados en los cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio. Si éstos están recogidos de Documentos Reconocidos, se podrán tomar los datos allí incluidos por defecto. Si no están incluidos, en la memoria deben incluirse los cálculos justificativos de dichos valores y consignarse éstos en el pliego.

En todos los casos se utilizarán valores térmicos de diseño, los cuales se pueden calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10 456:2001. En general y salvo justificación los valores de diseño serán los definidos para una temperatura de 10 °C y un contenido de humedad correspondiente al equilibrio con un ambiente a 23 °C y 50 % de humedad relativa.

Características exigibles a los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica

Las características exigibles a los cerramientos y particiones interiores son las expresadas mediante los parámetros característicos de acuerdo con lo indicado en el apartado 2 de este Documento Básico.

El cálculo de estos parámetros figura en la memoria del proyecto. En el pliego de condiciones del proyecto se consignan los valores y características exigibles a los cerramientos y particiones interiores.

Control de recepción en obra de productos

En el pliego de condiciones del proyecto se indican las condiciones particulares de control para la recepción de los productos que forman los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características exigidas en los apartados anteriores.

Debe comprobarse que los productos recibidos:

- corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto;
  - disponen de la documentación exigida;
  - están caracterizados por las propiedades exigidas;
  - han sido ensayados, cuando así se establezca en el pliego de condiciones o lo determine el director de la ejecución de la obra con el visto bueno del director de obra, con la frecuencia establecida.
- En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.2 de la Parte I del CTE.

Atendiendo a lo que se establece en el apartado 1.1 de la sección 5, del DB HE (“ámbito de aplicación”), la sección no será de aplicación.

## HE 2: RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.

Justificación de haber contemplado los aspectos generales del RITE que correspondería, dentro de la memoria del proyecto, según el Anexo I del CTE, al apartado del Cumplimiento del CTE, sección HE2 Rendimiento de las Instalaciones Térmicas.

La justificación del cumplimiento de las Instrucciones Técnicas I.T.01 “Diseño y dimensionado”, I.T.02 “Montaje”, I.T.03 “Mantenimiento y uso” e I.T.04 “Inspecciones” se realiza en la documentación técnica exigida (proyecto específico o memoria técnica) en el anexo correspondiente al cálculo de instalaciones, en los planos correspondientes y en las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio.

A través de este reglamento se justifica se desarrolla la exigencia básica según la cual los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes.

### ÁMBITO DE APLICACIÓN:

Instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de ACS (agua caliente sanitaria), destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas:

Es de aplicación el RITE dado que el edificio proyectado es de nueva construcción

Es de aplicación el RITE dado que, a pesar de ser un edificio ya construido, se reforman las instalaciones térmicas de forma que ello supone una modificación del proyecto o memoria técnica original. En este caso la reforma en concreto se refiere a

La incorporación de nuevos subsistemas de climatización o de producción de agua caliente sanitaria o la modificación de los existentes

La sustitución por otro de diferentes características o ampliación del número de equipos generadores de calor o de frío

El cambio del tipo de energía utilizada o la incorporación de energías renovables

Es de aplicación el RITE, dado que a pesar de ser un edificio ya construido, se modifica el uso para el que se habían previsto las instalaciones térmicas existentes

No es de aplicación el RITE, dado que el proyecto redactado es para realizar una reforma, o ampliación de un edificio existente, que no supone una modificación, sustitución o ampliación con nuevos subsistemas de la instalación térmica en cuanto a las condiciones del proyecto o memoria técnica originales de la instalación térmica existente.

No es de aplicación el RITE, dado que las instalaciones térmicas no están destinadas al bienestar térmico ni a la higiene de personas.

### INSTALACIONES PROYECTADAS:

Instalación para la producción de ACS	Potencia instalada:	(kW)
Instalación de calefacción.	Potencia instalada:	(kW)
Instalación de refrigeración	Potencia instalada:	(kW)
Instalación de ventilación	Potencia instalada:	(kW)

### DOCUMENTACIÓN TÉCNICA:

La producción de A.C.S. en el edificio se realiza mediante calentadores instantáneos, calentadores acumuladores, termos eléctricos o sistemas solares compuestos por un único elemento prefabricado por lo que no es preceptiva la presentación de proyecto ni memoria técnica de diseño ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma. La instalación se ejecutará según los cálculos y planos incluidos en el presente proyecto de ejecución

La instalación térmica presenta una potencia térmica nominal  $P < 5 \text{ kW}$ , por lo que no es preceptiva la presentación de proyecto ni memoria técnica de diseño ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma. La instalación se ejecutará según los cálculos y planos incluidos en el presente proyecto de ejecución.

La instalación térmica presenta una potencia térmica nominal  $5 \text{ kW} \leq P \leq 70 \text{ kW}$ , por lo que se redacta una MEMORIA TÉCNICA de diseño a partir de los cálculos y planos incluidos en el presente proyecto de ejecución.

Redactada por el autor del proyecto de ejecución

Redactada por el instalador autorizado

La instalación térmica presenta una potencia térmica nominal  $P > 70 \text{ kW}$ , por lo que es necesaria la redacción de un PROYECTO ESPECÍFICO PARA LAS INSTALACIONES TÉRMICAS. La instalación se ejecutará según los cálculos y planos recogidos en el proyecto específico de las instalaciones térmicas incluido en el presente proyecto de ejecución.

### EXIGENCIAS TÉCNICAS:

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de tal forma que:

-. Se obtenga una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que sean aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente.

-. Se reduzca el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos.

-. Se prevenga y reduzca a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades.

Las instalaciones térmicas del edificio se ejecutarán sobre la base de la documentación técnica descrita en el apartado 3 de la presente justificación, según se establece en el artículo 15 del RITE, que se aporta como anexo a la memoria del presente proyecto de ejecución.

### HE 3: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

#### PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

Para la aplicación de la sección HE 3 debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación:

- cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación VEEI en cada zona, constatando que no se superan los valores límite consignados en la Tabla 2.1 del apartado 2.1 de la sección HE 3.
- comprobación de la existencia de un sistema de control y, en su caso, de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, cumpliendo lo dispuesto en el apartado 2.2 de la sección HE 3.
- verificación de la existencia de un plan de mantenimiento, que cumpla con lo dispuesto en el apartado 5 de la sección HE 3.

#### PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

##### Equipos

Las lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplen lo dispuesto en la normativa específica para cada tipo de material. Particularmente, las lámparas fluorescentes cumplen con los valores admitidos por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

Salvo justificación, las lámparas utilizadas en la instalación de iluminación de cada zona tendrán limitada las pérdidas de sus equipos auxiliares, por lo que la potencia del conjunto lámpara más equipo auxiliar no superará los valores indicados en las tablas 3.1 y 3.2:

Tabla 3.1 Lámparas de descarga			
Potencia total del conjunto (W)			
Potencia nominal de lámpara (W)	Vapor de mercurio	Vapor de sodio alta presión	Vapor halogenuros metálicos
50	60	62	--
70	--	84	84
80	92	--	--
100	--	116	116
125	139	--	--
150	--	171	171
250	270	277	270 (2,15A) 277(3A)
400	425	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)

NOTA: Estos valores no se aplicarán a los balastos de ejecución especial tales como secciones reducidas o reactancias de

doble nivel.

Tabla 3.2 Lámparas halógenas de baja tensión	
Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)
35	43
50	60
2x35	85
3x25	125
2x50	120

Control de recepción en obra de productos.

Se comprobará que los conjuntos de las lámparas y sus equipos auxiliares disponen de un certificado del fabricante que acredite su potencia total.

### HE 4: CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

#### OBJETO

El objeto de este documento es justificar el cumplimiento de la HE4 en una instalación con generación de ACS mediante bomba de calor geotérmica. Se trata de un auditorio de nueva construcción ubicada en el Callejón de los Moros de la localidad de Almagro, provincia de Ciudad Real.

#### JUSTIFICACIÓN

Para realizar dicha justificación podemos proceder de dos maneras:

- Se puede justificar que la bomba de calor geotérmica es un tipo de energía renovable considerada así tanto por la AGECAM (Agencia de la Energía de Castilla - La Mancha) como por el libro blanco de la Unión Europea. De esta manera, y según está estipulado en el punto 2 a) del apartado correspondiente al ámbito de aplicación, la contribución solar mínima podrá disminuirse justificadamente cuando se cubra ese aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de energías renovables.
- Otra forma de justificarlo es demostrando que empleando este tipo de generación de energía (bomba de calor geotérmica) estamos produciendo un ahorro energético (o lo que es lo mismo una reducción de emisiones de dióxido de carbono), equivalente o menor al que se obtendría mediante la correspondiente instalación solar mínima obligatoria por el Código Técnico de la Edificación, compuesta por una caldera con apoyo de un sistema de colectores solares.



### CÁLCULO JUSTIFICATIVO DEL PUNTO 2 PARA EL AUDITORIO.

- Emisiones de la caldera con apoyo solar

El auditorio cuenta con 8 duchas, que según la tabla 3.1 del apartado 3.1.1 “Cálculo de la demanda” (HE4-4) para vestuarios y/o duchas colectivas se considera un consumo de 15 litros de ACS a 60°C por servicio. Como nuestro volumen de acumulación estará a 45°C, mediante la fórmula (3.2) obtenemos un consumo de 20 litros ACS/día a 45°C.

El término municipal de Almagro (Ciudad Real) está situado en la zona climática IV. Para dicha zona climática y considerando un consumo del edificio de entre 50-5.000 litros tenemos una contribución solar mínima del 60% (tabla 2.1).

A partir de los datos de partida expuestos, se muestran los siguientes resultados:

Número total de edificaciones	viviendas/edificio	1
Número total de duchas	duchas/edificio	8
Caudal mínimo	l i t r o s / (persona•dia•edificio)	20
Temperatura de ACS	°C	45
Factor simultaneidad (en función de la Ordenanza Solar)		1
Caudal ACS demandado por edificio	litros/dia	160

Si mediante la energía solar cubriremos el 60 % de la demanda de ACS, el restante 40% deberá ser generado mediante caldera de gas. A continuación calcularemos las emisiones de dióxido de carbono que se generarían mediante el uso de dicha caldera.

La siguiente tabla muestra la demanda energética total para ACS.

	N	Temp. agua fría	Demanda
	días/mes	°C	kWh
Enero	31	10	231
Febrero	28	11,2	202
Marzo	31	12,4	217
Abril	30	13,6	203
Mayo	31	14,8	203
Junio	30	16	190
Julio	31	17,2	189
Agosto	31	16	196
Septiembre	30	14,8	196
Octubre	31	13,6	210
Noviembre	30	12,4	210
Diciembre	31	11,2	224
<b>ANUAL</b>	<b>365</b>		<b>2471</b>

Como podemos ver la demanda total es de 2.471 kWh. El 40% de dicha demanda, que sería la generada por la caldera, son 988 kWh.

Consideremos una caldera de gas natural con una eficiencia del 85 % que cumpla con las especificaciones impuestas por

el RITE (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio). Dicha caldera consumirá una energía primaria de 1.163 kWh.

Considerando un factor de emisión del gas natural de 201 gr CO<sub>2</sub>/kWh obtenemos un total de emisiones de 0.235 toneladas de dióxido de carbono al año.

El resto 60%, al provenir del sistema de energía solar, no emitiría ninguna cantidad de dióxido de carbono.

- Emisiones de la bomba de calor geotérmica

Considerando que la bomba de calor geotérmica tiene un COP promedio de 4.2 obtenemos que el consumo eléctrico para generar la demanda total de ACS es de 353,1 kWh al año, por lo que tenemos un total de emisiones de 0.107 toneladas de dióxido de carbono al año, considerando que las emisiones de dióxido de carbono en Castilla la Mancha por kWh eléctrico es de 304 gr CO<sub>2</sub>/kWh

- Comparación de resultados

Considerando los resultados, obtenemos que las emisiones de carbono utilizando como generación la energía solar térmica son de 0.235 toneladas de dióxido de carbono frente a las 0.107 toneladas de dióxido de carbono de la bomba de calor geotérmica, esto representa alrededor de un 45 % menos de emisiones de dióxido de carbono.

### CÁLCULO JUSTIFICATIVO DEL PUNTO 2 PARA EL EDIFICIO DOCENTE.

- Emisiones de la caldera con apoyo solar

El edificio docente cuenta con 2 aulas taller y 4 aulas teóricas con aforo máximo de 25 alumnos cada una de las aulas, que según la tabla 3.1 del apartado 3.1.1 “Cálculo de la demanda” (HE4-4) para escuelas se considera un consumo de 3 litros de ACS a 60°C por alumno. Como nuestro volumen de acumulación estará a 45°C, mediante la fórmula (3.2) obtenemos un consumo de 5 litros ACS/día a 45°C.

El término municipal de Almagro (Ciudad Real) está situado en la zona climática IV. Para dicha zona climática y considerando un consumo del edificio de entre 50-5.000 litros tenemos una contribución solar mínima del 60% (tabla 2.1).

A partir de los datos de partida expuestos, se muestran los siguientes resultados:

Número total de edificaciones	viviendas/edificio	1
Número total de aulas	aulas/edificio	8
Caudal mínimo	litros/(persona•dia)	5
Temperatura de ACS	°C	45
Factor simultaneidad (en función de la Ordenanza Solar)		1
Caudal ACS demandado por edificio	litros/dia	750

Si mediante la energía solar cubriremos el 60 % de la demanda de ACS, el restante 40% deberá ser generado mediante caldera de gas. A continuación calcularemos las emisiones de dióxido de carbono que se generarían mediante el uso de dicha caldera.

La siguiente tabla muestra la demanda energética total para ACS.

	N	Temp. agua fría	Demanda
	dias/mes	°C	kWh
Enero	31	10	975
Febrero	28	11,2	851
Marzo	31	12,4	910
Abril	30	13,6	849
Mayo	31	14,8	845
Junio	30	16	787
Julio	31	17,2	780
Agosto	31	16	813
Septiembre	30	14,8	818
Octubre	31	13,6	878
Noviembre	30	12,4	881
Diciembre	31	11,2	943
<b>ANUAL</b>	<b>365</b>		<b>10.330</b>

Como podemos ver la demanda total es de 10.330 kWh. El 40% de dicha demanda, que sería la generada por la caldera, son 4132 kWh.

Consideremos una caldera de gas natural con una eficiencia del 85 % que cumpla con las especificaciones impuestas por el RITE (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio). Dicha caldera consumirá una energía primaria de 4.861 kWh.

Considerando un factor de emisión del gas natural de 201 gr CO<sub>2</sub>/kWh obtenemos un total de emisiones de 0.977 toneladas de dióxido de carbono al año.

El resto 60%, al provenir del sistema de energía solar, no emitiría ninguna cantidad de dióxido de carbono.

- Emisiones de la bomba de calor geotérmica

Considerando que la bomba de calor geotérmica tiene un COP promedio de 5.1 obtenemos que el consumo eléctrico para generar la demanda total de ACS es de 1215 kWh al año, por lo que tenemos un total de emisiones de 0.370 toneladas de dióxido de carbono al año, considerando que las emisiones de dióxido de carbono en Castilla la Mancha por kWh eléctrico es de 304 gr CO<sub>2</sub>/kWh

- Comparación de resultados

Considerando los resultados obtenemos que las emisiones de carbono utilizando como generación la energía solar térmica son de 0.977 toneladas de dióxido de carbono frente a las 0.370 toneladas de dióxido de carbono de la bomba de calor geotérmica, esto representa alrededor de un 37.8 % menos de emisiones de dióxido de carbono.

## HE 5: CONTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Atendiendo a lo que se establece en el apartado 1.1 de la sección 5, del DB HE (“ámbito de aplicación”), la sección no será de aplicación.

## **DG.** DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

## **04.** ANEJOS A LA MEMORIA

**alicia palau mayordomo**

**t4. julio 2011**

**CENTRO DE ARTES ESCÉNICAS**  
**EN ALMAGRO**



## **AJ.** ANEJOS A LA MEMORIA

- 01. memoria de cálculo de la estructura
- 02. memoria de acústica
- 03. memoria de instalaciones

## **01.** CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

- 01. justificación de la solución adoptada
- 02. normativa de aplicación
- 03. justificación de la cimentación
- 04. justificación de la estructura
- 05. método, hipótesis y programa de cálculo utilizado

## 1. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El objeto de esta memoria es el cálculo de la estructura y cimentación de un auditorio y un una escuela para espectáculos teatrales y musicales que, bajo el nombre identificativo de “Centro de Artes Escénicas”, se proyecta para la localidad de Almagro ( Ciudad Real).

El proyecto consta de dos edificios, uno de mayor altura y de planta trapezoidal constituido por la sala de espectáculos y por dependencias anexas, y otro edificio independiente al anterior de forma irregular ceñida a la pared medianera de la parcela, constitutivo por dos plantas en las que se incluyen los accesos, información, biblioteca, cafetería, aulas y servicios, en planta baja, y, en planta primera, aulas, administración, dirección y servicios.

Dada la geometría de los edificios, se plantea su definición estructural como bloques de hormigón armado y por otra parte, la imagen arquitectónica del conjunto pretende reflejar la potencia del hormigón visto como material, tanto compositivo como resistente. De ahí la utilización extensiva de muros y losas como tipologías estructurales fundamentales sobre las que se desarrolla y organiza todo el sistema constructivo del edificio.

A pesar que la materialidad y los elementos estructurales de ambos edificios son los mismos (muros y losas de hormigón armados visto), se ha decidido diferenciar el cálculo de la estructura. Esto es debido a que el funcionamiento estructural es diferente y necesitan distintos planteamientos.

## 02. NORMATIVA DE APLICACIÓN.

- CTE-DB SE
- NCS-02 Normativa Sismorresistente
- EHE. Instrucción de Hormigón Estructural

## 03. JUSTIFICACIÓN DE LA CIMENTACIÓN

### TIPOLOGÍA ADOPTADA

La cimentación se ha resuelto mediante una losa maciza de hormigón armado sobre una base de hormigón de limpieza de 10 cm. de espesor hasta encontrar el sustrato resistente.

Al tratarse de un Proyecto Final de Carrera y por tanto de un caso teórico no se dispone de medios para conocer las características del terreno. Por ellos consideramos un terreno granular de compacidad densa y que no ha sido sometido a sobrecargas de uso superiores a las consideradas en la hipótesis de cálculo originales. El nivel freático se encuentra por debajo de la cota de cimentación. Se ha tomado una tensión admisible de 3,5kp/cm<sup>2</sup>.

A partir de estos datos se resuelve la cimentación mediante losa maciza de hormigón armado, solución que, efectivamente, se adopta en el proyecto estructural del edificio objeto del presente proyecto.

## DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

### EDIFICIO DOCENTE

Se encuentra a una cota de -0.28m.

Las armaduras base de la losa proyectada consisten en # 16 c/10 cm. en la cara inferior y # 20 c/10 cm. en la cara superior, si bien en esta última se hace necesario disponer refuerzos para absorber los momentos negativos. Dichos refuerzos consistirán en # 16 c/10 cm., intercaladas con la de la armadura base.

Sobre la losa descrita apoyan muros de hormigón armado de 40 cm. de espesor.

Los recubrimientos netos prescritos son de 7 cm. para las armaduras de la capa inferior, y de 5 cm. para las de la capa superior.

### EDIFICIO AUDITORIO

La cimentación del Auditorio se encuentra a una cota más profunda que la del edificio docente ya que cuenta con un sótano.

Los recubrimientos netos prescritos son de 7 cm. para las armaduras de la capa inferior, y de 5 cm. para las de la capa superior.

La solución de contención perimetral de las paredes de la excavación correspondiente al sótano se efectúa con muros de hormigón armado de 50 cm. de espesor. En las caras de extradós, en contacto con el terreno, se dispondrán recubrimientos netos de 5 cm. para las armaduras de dichas caras, mientras que en las de intradós se dispondrán los recubrimientos estándar de 3.5 cm. previstos para todos los elementos estructurales.

## MATERIALES

Para los elementos estructurales de cimentación se ha previsto las siguientes calidades:

- a) En losas de cimentación se empleará hormigón HA-30/B/20/IIIa.
- b) En barras de acero para armaduras se empleará acero de calidad B 500 S.

## 04. JUSTIFICACION DE LA ESTRUCTURA

### EDIFICIO DOCENTE

Se pretende dotar al conjunto de una materialidad másica acorde con el lugar. Esto explica la elección del hormigón visto como acabado final. Las fachadas y muros se adaptan a la irregularidad de la parcela, retranqueándose y definiendo los espacios. La cubierta se inclina y se adapta a cada volumen intentando establecer un dialogo con el entorno sin sobrepasar las alturas de los edificios colindantes.

El sistema estructural es sencillo y consiste en losas bidireccionales apoyadas en muros de hormigón armado.

Tal como se explica en la Memoria Constructiva los muros medianeros serán de *paneles prefabricados de hormigón* y los muros de fachada serán realizados “in situ”. Se ha realizado esta distinción debido por la incapacidad de encofrar los muros de medianería y se ha buscado una opción que fuese lo mas parecida al sistema planteado inicialmente para el conjunto.

El sistema constructivo de *muros prefabricados* consiste en dos paneles de hormigón armado unidos por celosías, actuando éstos a modo de encofrado perdido y a su vez portante en la ejecución de muros de medianería. Estos paneles absorben las solicitaciones a las que se ven sometidos y las transmiten a la cimentación mediante empotramiento.

Para evitar juntas a diversas alturas, se proyectan paneles de enteros que van desde la cimentación hasta la cubierta. La conexión con el forjado intermedio se realizarán con pasadores del tipo GROUJON CRET. A efectos de cálculo del forjado, ésta conexión se considera como un apoyo articulado,

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS FORJADOS

Enumeramos a los forjados del 1 al 3 correspondiente a su posición ascendente respecto a rasante

- Forjado 1. Cota +3.95 Situado entre P. Baja Y P. Primera.
- Forjado 2. Cota +8.00 ( a efectos de calculo ya que es variable) Cubierta.

##### *Características del forjado intermedio: losa maciza de 50 cm. de canto .*

Este forjado está situado entre P. Baja y P. Primera y se apoya sobre muros de 40cm de grosor , presentándose en ocasiones grandes luces y voladizos.

La losa maciza de hormigón armado de 50 cm. de espesor está formada por una armadura base formada por # 20 c/10 cm. en la cara inferior y # 16 c/10 cm. en la cara superior, y refuerzos en negativos sobre muros y esquinas # 16 c/10 cm.

La exigencia más importante es la necesidad de controlar las flechas que aparecen en los grandes voladizos producidas por los huecos de las escaleras en el forjado y de los ventanales en los muros inferiores.

##### *Forjado de cubierta: losa maciza inclinada de 40 cm. de canto.*

Este forjado está constituido por una losa maciza de hormigón armado de 40cm. de canto, inclinada, que se apoya en todo su contorno sobre muros Este forjado tiene armaduras # 16 c/10 cm. en la cara inferior y # 16 c/20 cm. en la cara superior siendo necesario un refuerzo en esta cara de barras # 16 c/10 cm. en ciertas zonas.

La cubierta de losa maciza se protege con una láminas de aislamiento e impermeabilización y se termina con una capa de mortero con mallazo para evitar la fisuración, lo que configura un forjado de canto total 55 cm.

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS MUROS ESTRUCTURALES

La estructura contempla muros de hormigón armado cuyos espesores son de 40cm. Se utilizan en todo el edificio como muro medianero y como fachada delimitando el interior del edificio de la plaza.

##### Muro medianero

Se recurre a la solución de utilizar paneles prefabricados de hormigón como encofrado perdido ya que no se tiene acceso a sus dos lados. Se elige el hormigón como material para mantener la idea de proyecto inicial, de potenciar el mismo material como elemento compositivo y estructural. Por ello se utilizará el mismo acabado en los paneles prefabricados que en el muro de hormigón armado realizado in situ.

Se trata de un sistema constructivo en paneles autoportantes de hormigón armado fabricados en taller. Consiste en dos paneles de hormigón armado unidos por celosías, actuando éstos a modo de encofrado perdido y a su vez portante. Estos paneles absorben las solicitaciones a las que se ven sometidos y las transmiten a la cimentación mediante empotramiento

Los muros prefabricados son autoestables durante el montaje. Ambos paneles se colocan verticalmente sobre la cimentación, de la cual emergen las esperas que se introducen entre dichos paneles; finalmente se maciza el conjunto hormigonando el interior en obra.

##### Muros de hormigón armado realizados in situ.

Los muros de 55cm están compuestos por dos hojas con aislamiento térmico entre ellas. Ambas hojas se ejecutan simultáneamente y están conectadas cada 1,5m mediante conectores.

La hoja interior es de 40cm., actúa como elemento estructural y cumple con el dimensionamiento y la armadura surgidas tras el cálculo con el programa informático. El aislamiento térmico será de 5cm formada por placas de poliestireno expandido. La hoja exterior es de 15 cm y ejerce de cerramiento.

Se incorporarán aditivos inhibidores a la corrosión y se aplicará un tratamiento de impermeabilización para evitar manchas producidas por el agua de lluvia

#### AUDITORIO

El edificio Teatro Experimental del Centro de Artes Escénicas en Almagro presenta un sistema estructural necesariamente complejo, al tener que salvar luces de vano del orden de los 30m y voladizos de hasta 9m que soportan elevadas cargas debido a ser un edificio de pública concurrencia.

Como se ha comentado anteriormente, se decide emplear el hormigón armado visto como elemento de acabado final y el único material estructural.

El edificio consta de cuatro plantas, concebidas como grandes planos “flotantes” que se apoyan sobre sus cuatro núcleos de comunicaciones verticales.

Los forjados están constituidos por losas macizas de hormigón armado de 50 cm de espesor.

En los forjados de cubierta, primera y cuarta planta se prevé una trama de nervios de 1,00m de altura y de una anchura de 20cm que actúan rigidizando el conjunto estructural.

Los soportes se reducen a 4 grandes núcleos de hormigón armado, de 50cm de espesor, donde en dos de ellos aparece una compartimentación con muros de hormigón armado de 30cm y 20cm de espesor.

La piel que envuelve al edificio de hormigón armado se compondrá de las mismas capas que el Edificio Docente. Serán muros de 55cm compuestos por dos hojas con aislamiento térmico entre ellas. La hoja interior actúa como elemento estructural y la hoja exterior ejerce de cerramiento.

#### MATERIALES UTILIZADOS

Hormigón en muros y losas:: HA-35/B/20/IIa.

Armaduras principales y estribos:: B 500 S



#### 04. BASES DE CALCULO

Las acciones consideradas son conformes con el CTE-SE-AE "Acciones en la Edificación". El dimensionamiento de todos los elementos de hormigón intervinientes en el presente proyecto se ha realizado conforme a la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

#### ACCIONES GRAVITATORIAS

##### Edificio docente.

##### Acciones permanentes:

Peso propio losa maciza de H= 40 cm.....	5KN/m2
Peso propio losa maciza de H= 50 cm.....	12,5KN/m2
Pavimento .....	1,5 KN/m2
Vidrio .....	3,15KN/m2

##### Sobrecargas:

Mantenimiento (cubierta): .....	1KN/m2
Zonas de acceso al publico :.....	5KN/m2
Nieve: .....	0,5KN/m2

#### ACCIONES DEL VIENTO

De acuerdo con la tipología y altura de cornisa del edificio, no se ha considerado las acciones producidas por el viento.

#### ACCIONES SÍSMICAS

El edificio que se proyecta queda clasificado, según el Art. 1.2.2 de la vigente NCSE-02, en la categoría de "importancia normal". Por medio de Mapa de peligrosidad sísmica se obtiene el dato de Aceleración sísmica en Almagro siendo:  $a_b < 0,04g$

Según el Art. 1.2.3 (criterios de aplicación de la norma) no es de aplicación:

"La aplicación de esta Norma es obligatoria en las construcciones recogidas en el artículo 1.2.1 excepto: En las 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"

#### 05. METODO, HIPOTESIS Y PROGRAMA DE CALCULO UTILIZADO

##### EDIFICIO DOCENTE

En primer lugar se realiza un planteamiento estructural para definir la estructura del Edificio Docente:

##### ALCANCE

Se define el alcance de nuestros cálculos y análisis estructural, comprobando la viabilidad del diseño sin entrar en optimizaciones económicas.

- Comprobar y obtener las dimensiones de los elementos.
- Cuantías
- Detalles de armado y refuerzo.

##### ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Realizar la división de la estructura global en elementos de funcionalidad estructural (tipologías) y posterior integración:

- Losas de cimentación, forjado intermedio y cubierta: La geometría impone losa de hormigón armado que permite aprovechar su respuesta bidireccional para su apoyo en los muros.
- Muros como elemento portante
- Comprobar y definir las uniones de los diferentes elementos.

##### ESTUDIO PORMENORIZADO

De cada uno de los elementos estructurales se realiza las comprobaciones necesarias de la solución adoptada:

- Losas:

Estudio Límite de Servicio :	Deformaciones
	Fisuración
Estudio límite Último:	ELU Tensiones normales: Armadura
	ELU Tensiones Tangenciales: Cortantes y punzonamiento.
- Muros

Elemento membrana:	Comprobación compresión y flexocompresión
	ELU Inestabilidad

Una vez comprobado la viabilidad del sistema se realizan los detalles de armado (punzonamiento, zunchos, refuerzos...) que se grafican en el Punto 7 de esta memoria.

El programa informático que se ha utilizado es CEDRUS -4. Basado en el método de cálculo de elementos finitos y especializado en el cálculo y diseño de losas de hormigón armado. En el cual se ha introducido los datos preliminares de los elementos y las acciones anteriormente descritas.

El cálculo se ha realizado según establece el CTE DB SE.

En el caso de los muros de hormigón armado, simplemente es necesaria una comprobación de sección. Se comprueba con el Prontuario Informático Del Hormigón Estructural 3.0 Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Para el armado de los elementos se emplea el.

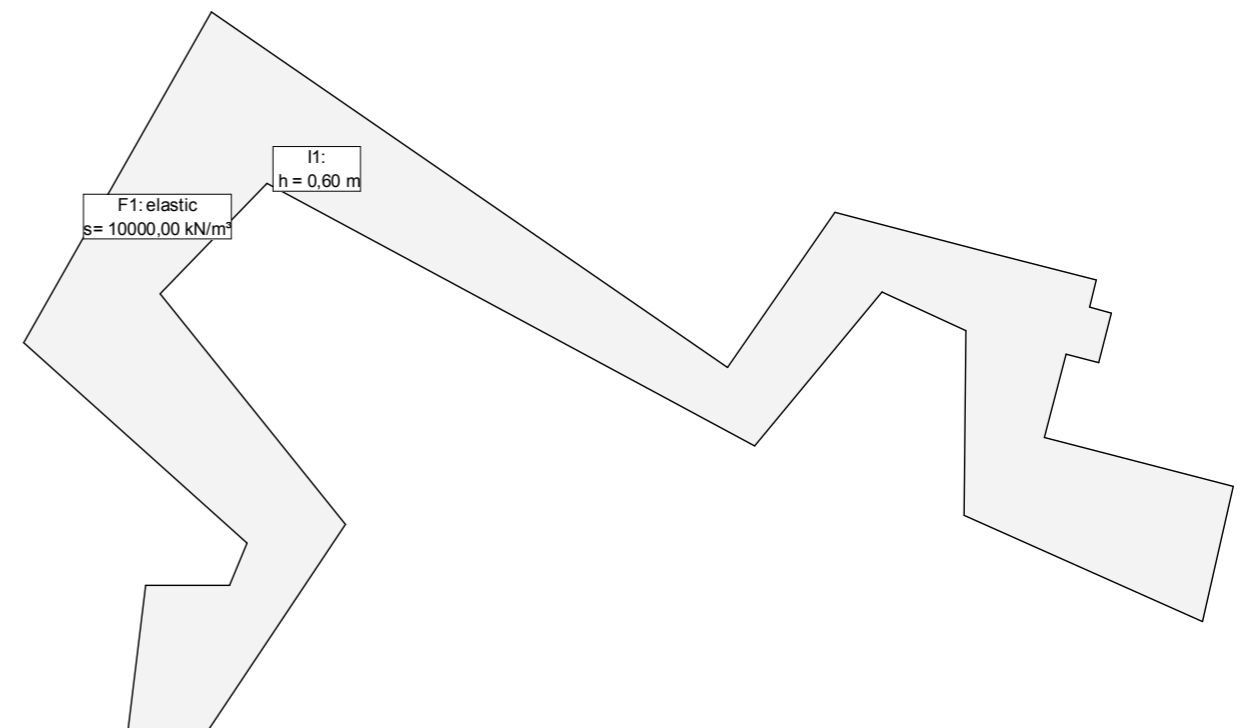
Respecto al método de armado de los elementos estructurales cabe hacer las siguientes indicaciones: Para el dimensionado de secciones de hormigón se utiliza el Método de Wood-Armer, teniendo en cuenta las cuantías mínimas exigidas por la Instrucción EHE.

COMPROBACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA:

Losa cimentación:

- Se diseña íntegramente con el CEDRUS.
- Recibe las cargas de los demás elementos.
- Se supone que se hormigona contra el terreno, por lo que no debe soportar su propio peso
- Cargas que recibe:

PP+CM:	142	kN/m
SCU:	37	kN/m



**STRUCTURE DATA**

**THICKNESS AND MATERIAL**

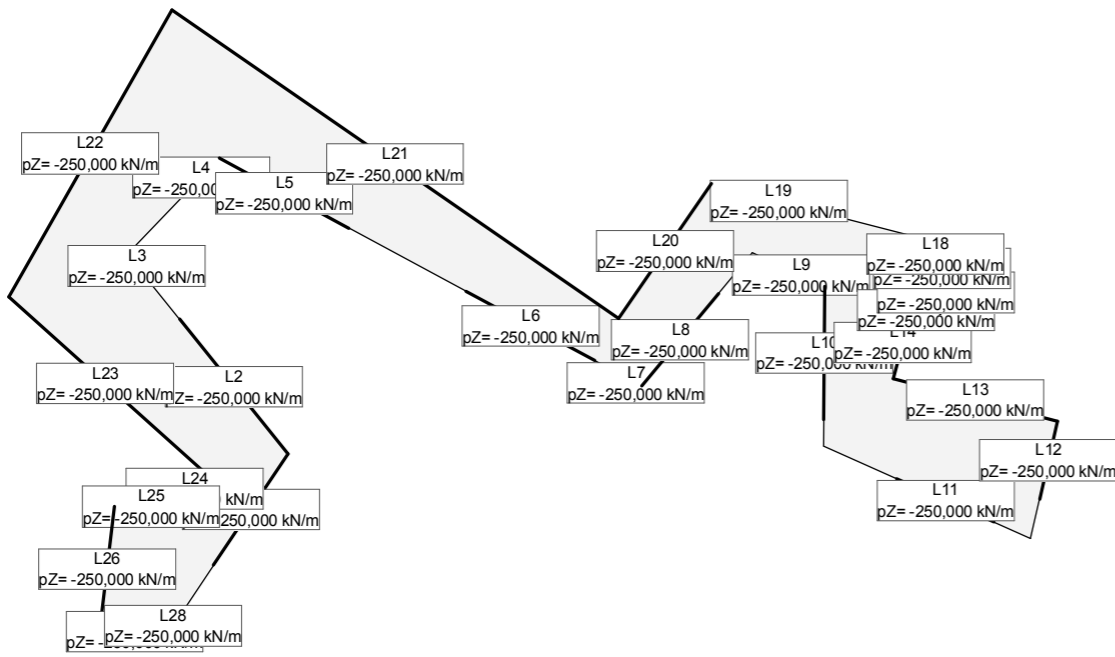
Isotropic	Young [kN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$	Thickness [m]	Top surface level [m]
I1	2,8E+7	0,200	0,60	0.

**AREA SUPPORT**

Id	comp. only	ks [kN/m <sup>3</sup> ]
F1		10000,00

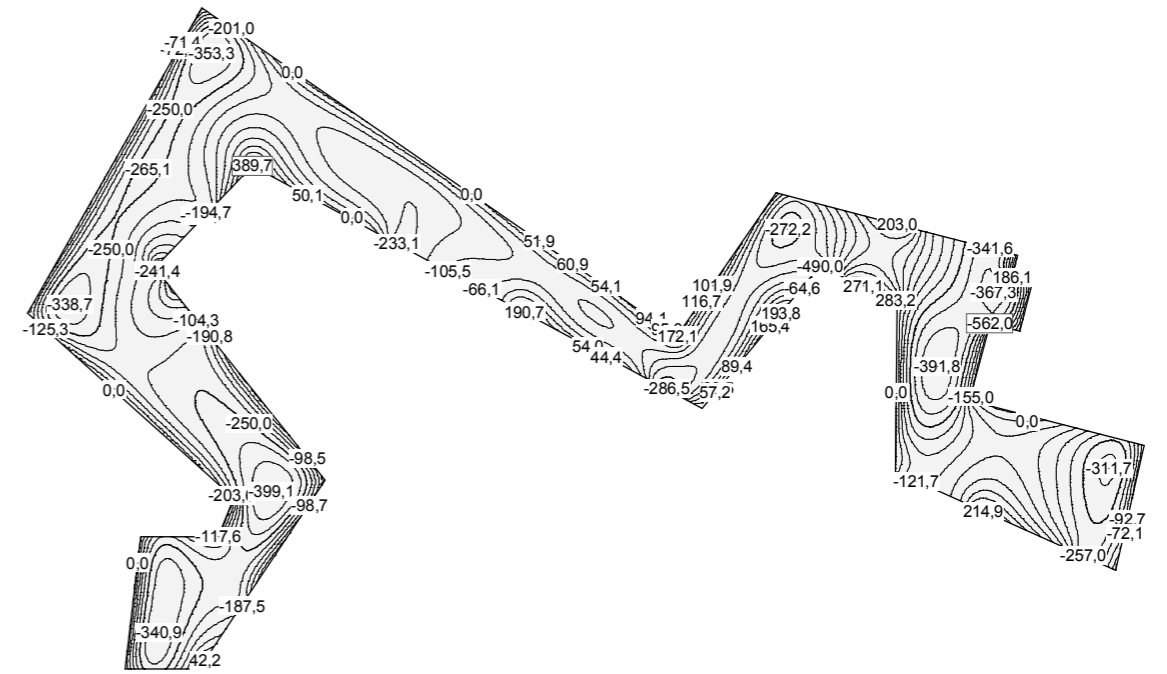
Load case 2: Concarga

Scale 1:734,5



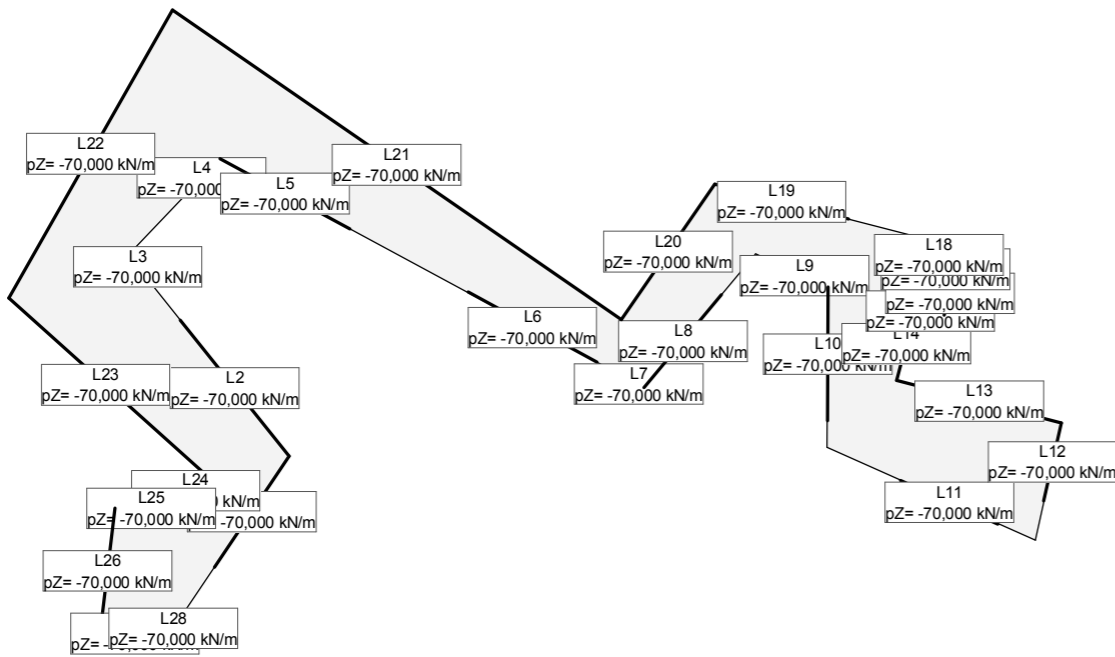
Sectional forces Mx: Load case 2, Equidistance: 50,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:699,4



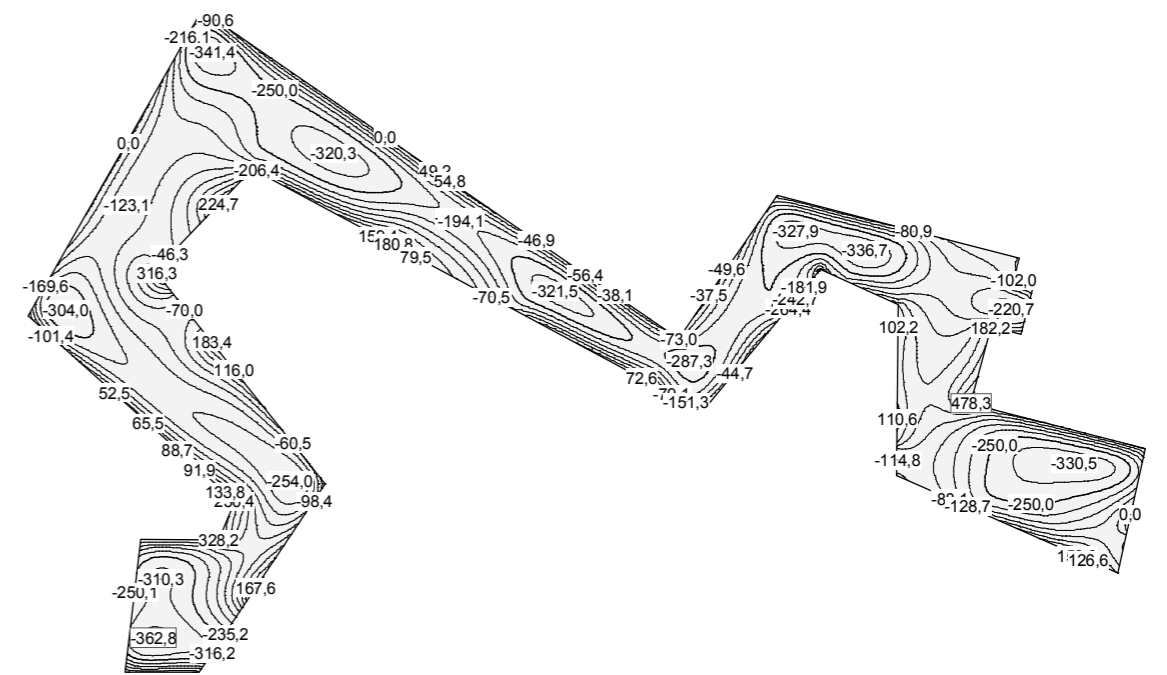
Load case 3: Scu

Scale 1:731,5



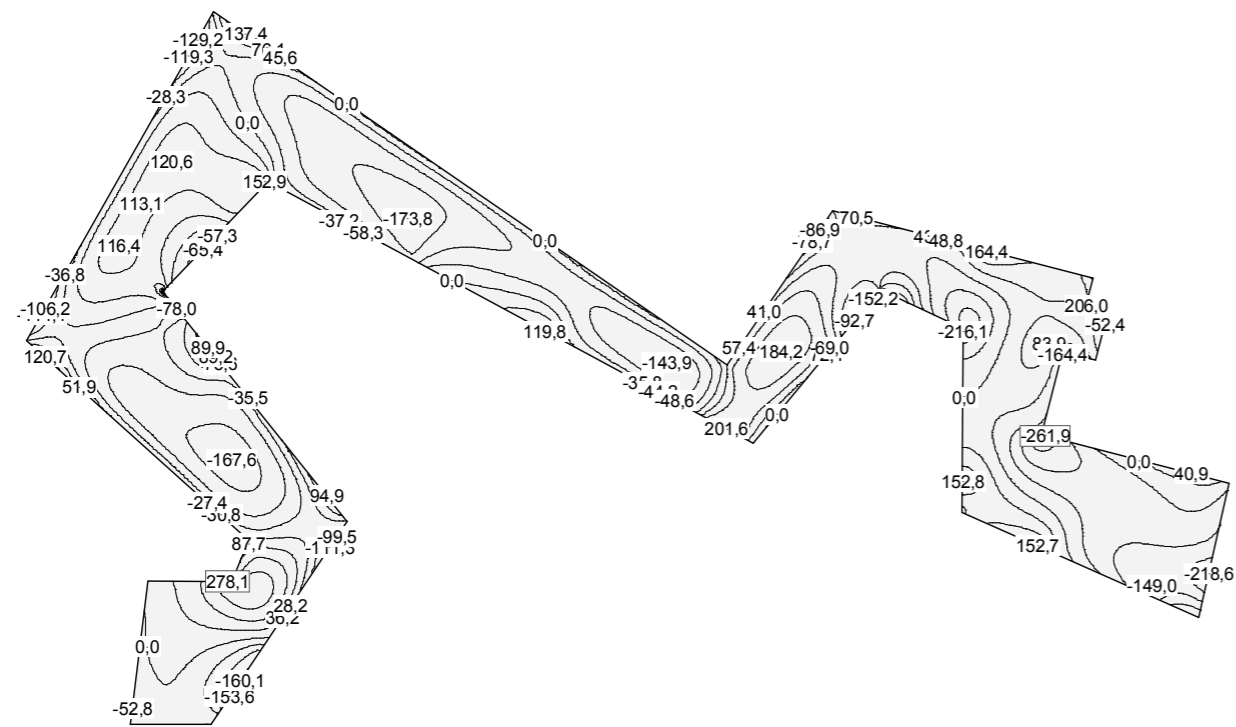
Sectional forces My: Load case 2, Equidistance: 50,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:698,5



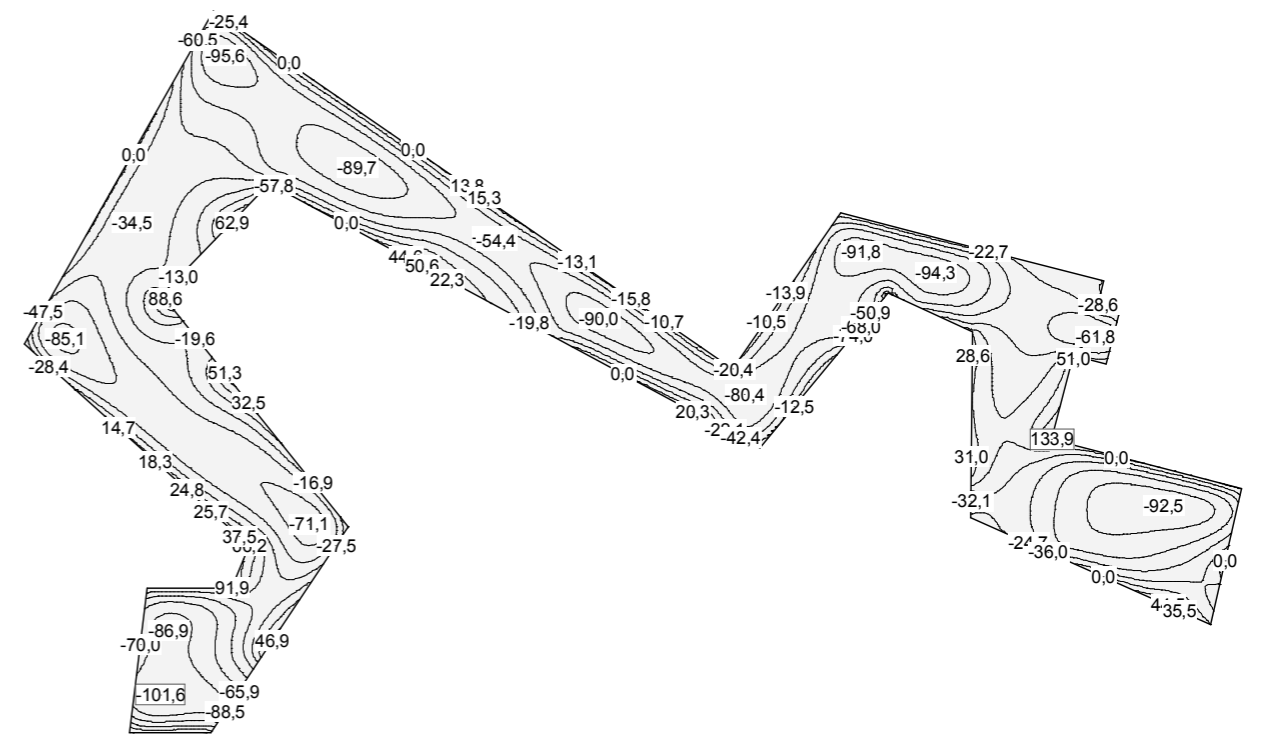
Sectional forces Mxy: Load case 2, Equidistance: 50,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:703,1



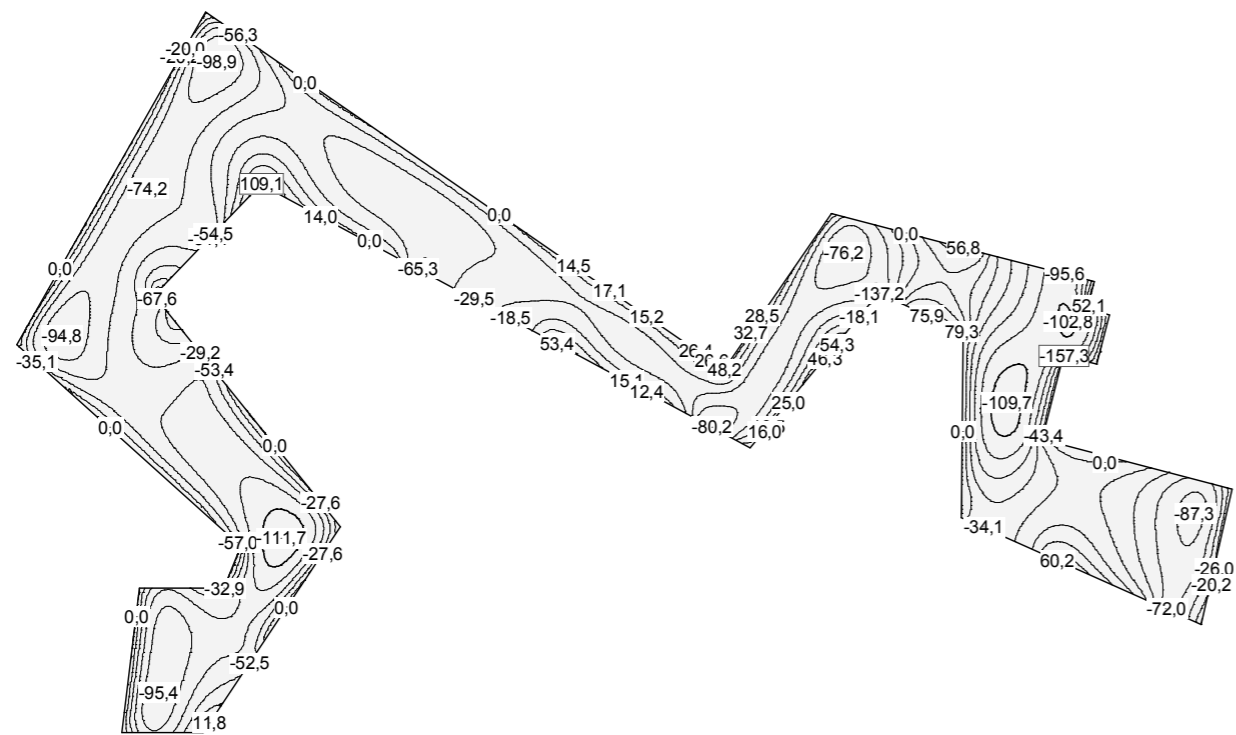
Sectional forces My: Load case 3, Equidistance: 20,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:694,9



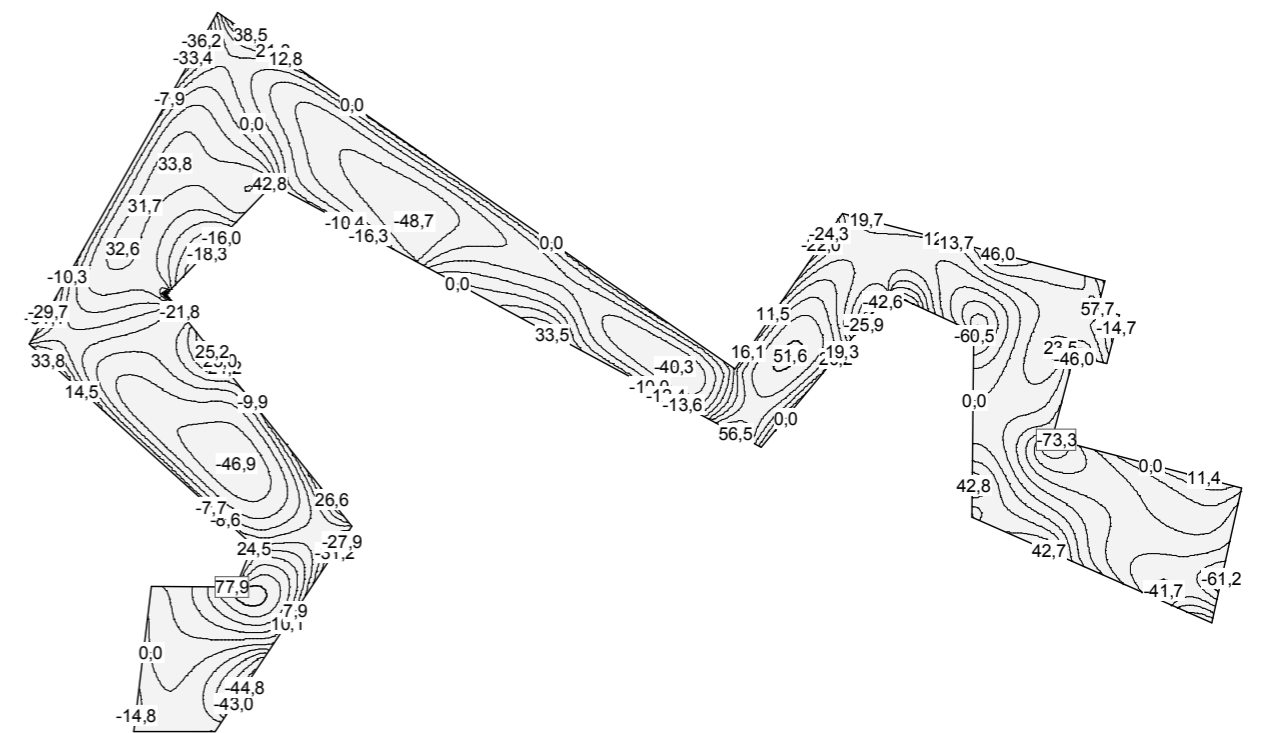
Sectional forces Mx: Load case 3, Equidistance: 20,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:695,8



Sectional forces Mxy: Load case 3, Equidistance: 10,0 kN, Reference line: 0,0 kN

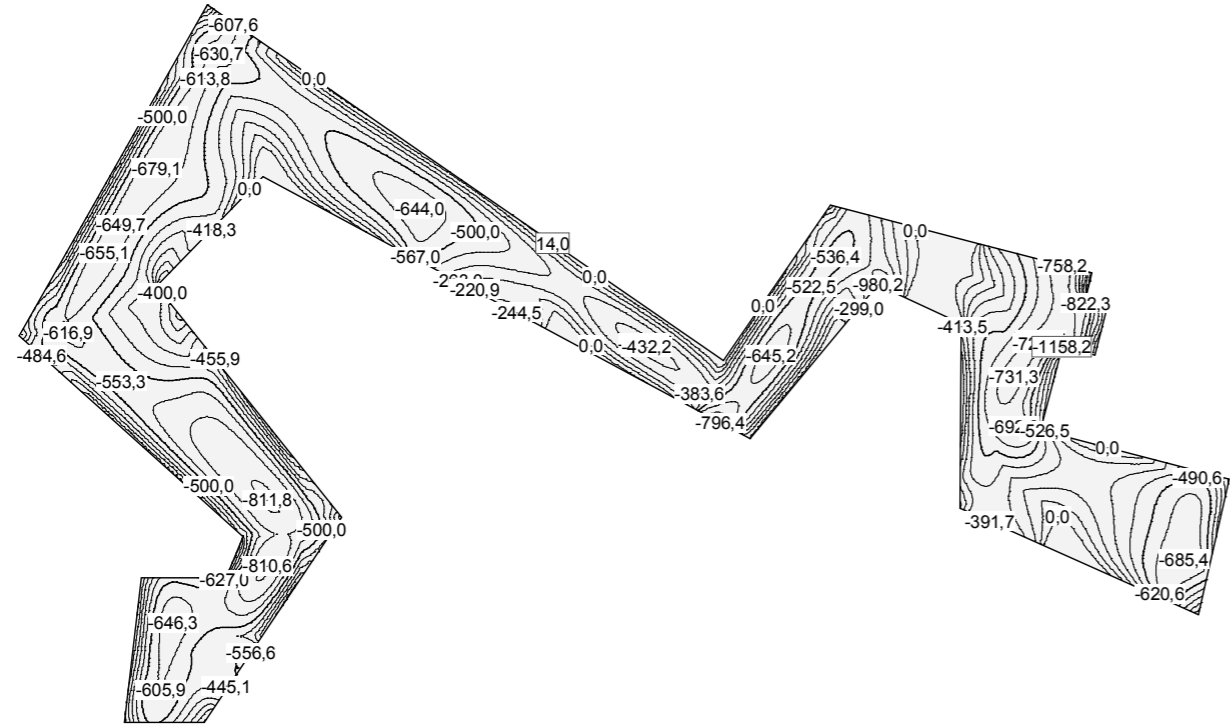
Scale 1:697,7





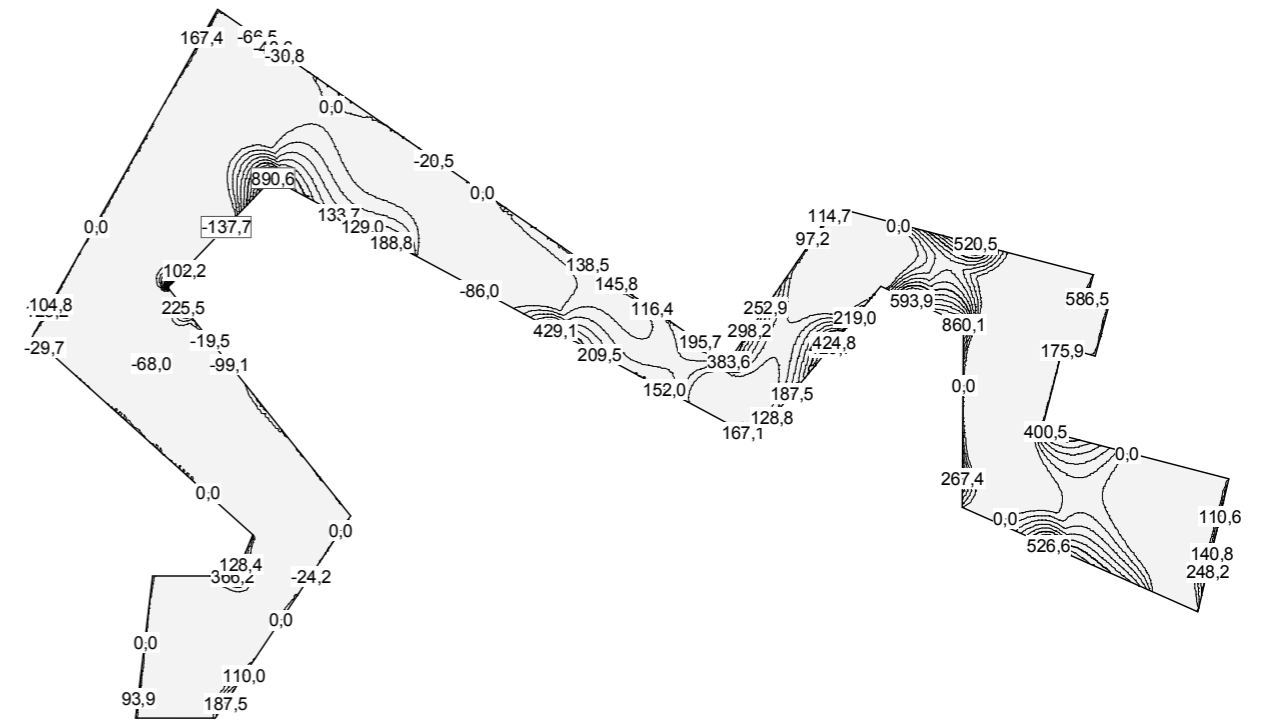
Reinforcement moments mbx-: !Ultimate (ULS), Equidistance: 100,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1 :696,5



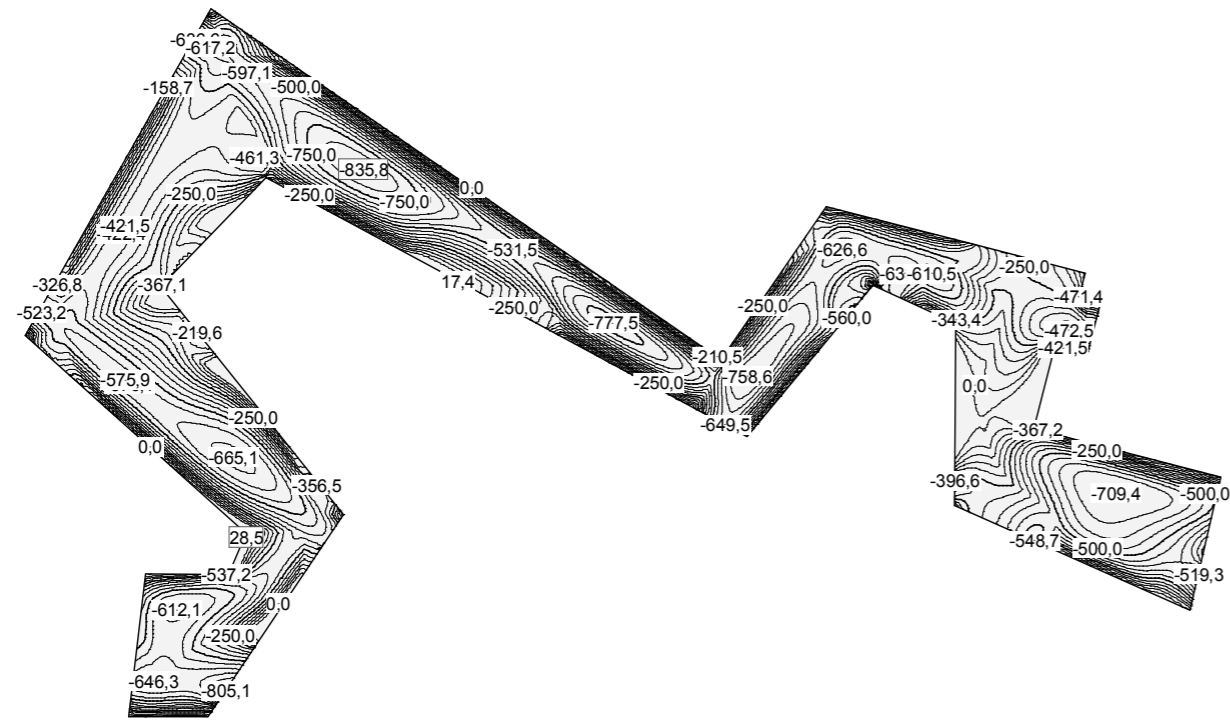
Reinforcement moments mbx+: !Ultimate (ULS), Equidistance: 50,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1 :707,2



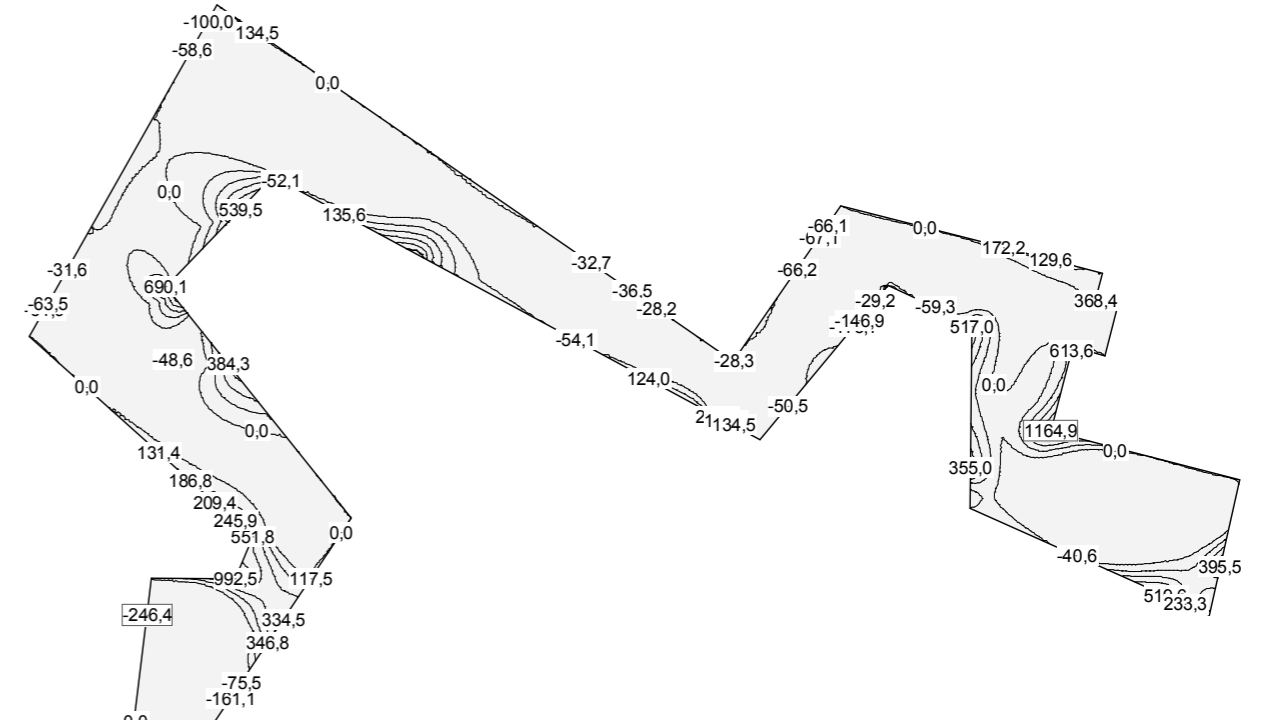
Reinforcement moments mby-: !Ultimate (ULS), Equidistance: 50,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1 :705,2



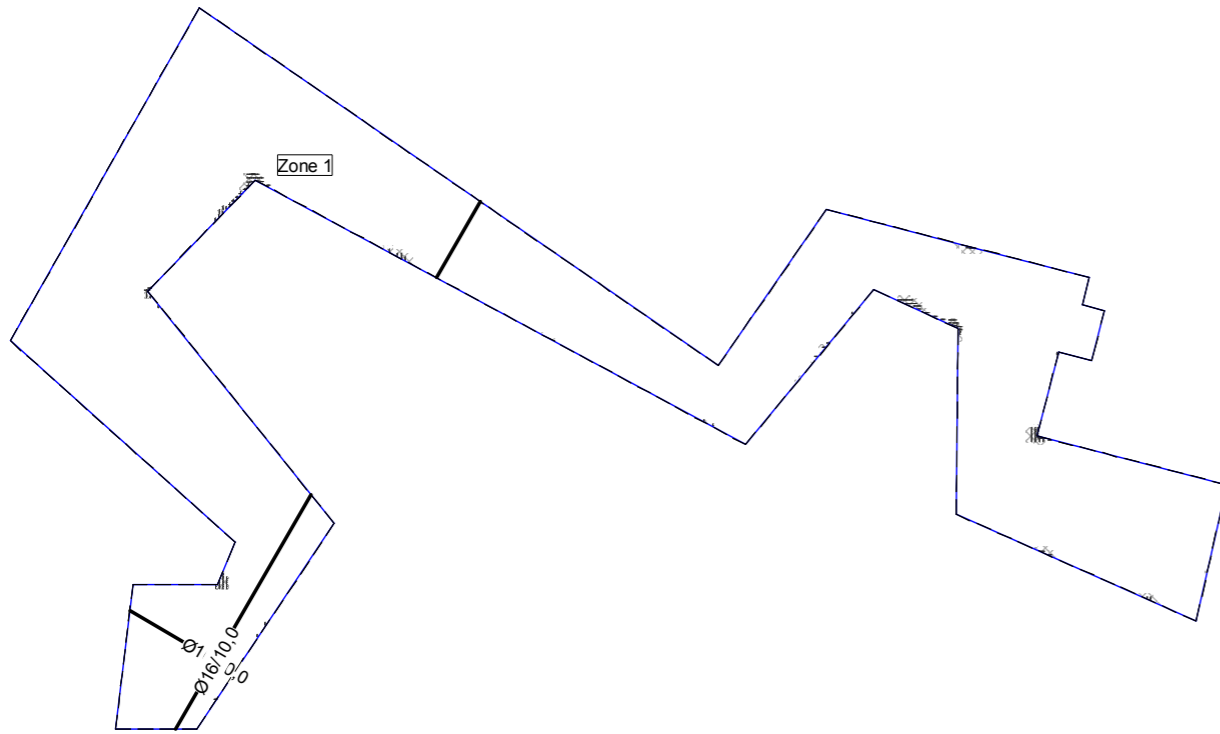
Reinforcement moments mby+: !Ultimate (ULS), Equidistance: 100,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1 :698,9



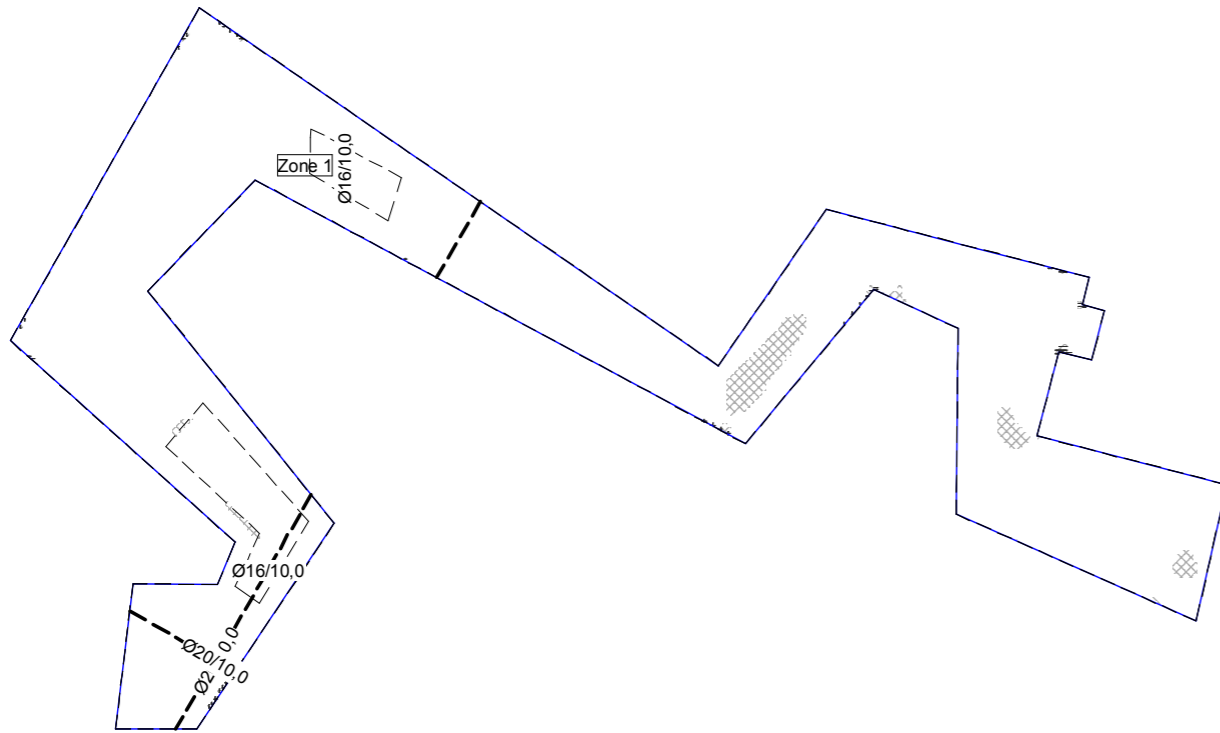
Armado - Reinforcement requirement, Bottom : !Ultimate (ULS), Elastic envelopes

Scale 1:694,9



Armado - Reinforcement requirement, Top : !Ultimate (ULS), Elastic envelopes

Scale 1:694,9



**FORJADO**

Con el programa CEDRUS se ha encajado la losa de hormigón armado  
Canto necesario de 50 cm, es necesario colocar un dintel en la abertura mayor y colocar una junta de dilatación Con esto limitamos las deformaciones a 7.6 mm, flecha activa: 3 mm

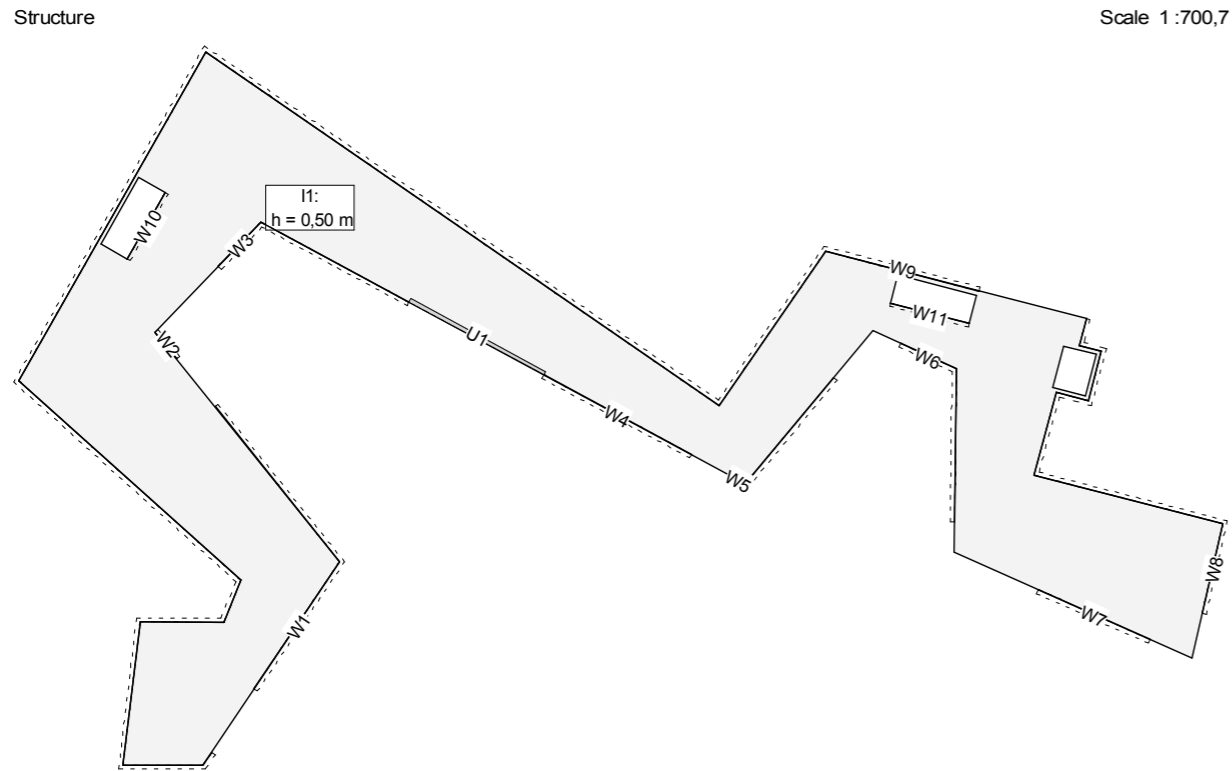
**Armado:**

- Armado inferior : fi 20/10, por criterios de fisuración y para rigidizar la losa
- Armado superior: Base: fi16/20 + refuerzos de fi16/10 en los contornos uniendo a los muros.

Reacciones muros (sirve también para el cortante y los pasadores)

Muro	Longitud	Reacciones totales			Reacciones por metro			ELU
		PP	CM	SCU	PP	CM	SCU	
1	15	817	65	327	54,5	4,3	21,8	112
2	19,5	1435	115	575	73,6	5,9	29,5	152
3	3,35	1105	88	441	329,9	26,3	131,6	678
4	6	717	57	287	119,5	9,5	47,8	246
5	16,5	1845	145	725	111,8	8,8	43,9	229
6	16,5	1205	95	470	73,0	5,8	28,5	149
7	1,5	82,4	6,6	33	54,9	4,4	22,0	113
8	13,5	807	65	323	59,8	4,8	23,9	123
9	6	156	12,5	62	26,0	2,1	10,3	53
10	15	1210	97	485	80,7	6,5	32,3	166
11	12	1230	98	491	102,5	8,2	40,9	211
12	9	530	42	210	58,9	4,7	23,3	121
13	19	1216	97	486	64,0	5,1	25,6	132
14	8,4	756	60,5	302	90,0	7,2	36,0	185
15	2,75	366	29,3	146,5	133,1	10,7	53,3	274
16	15,5	292	23	117	18,8	1,5	7,5	39
17	18,4	800	64	320	43,5	3,5	17,4	89
18	62	2850	228	1140	46,0	3,7	18,4	95
19	37	980	80	395	26,5	2,2	10,7	55
20	29,3	1830	146	735	62,5	5,0	25,1	129
21	4,5	51	5	21	11,3	1,1	4,7	24
22	8,2	500	41	200	61,0	5,0	24,4	126
23	14,15	560	45	225	39,6	3,2	15,9	82
24	7,85	230	18,5	92	29,3	2,4	11,7	60
25	1,7	245	19,5	98	144,1	11,5	57,6	297
Esc. 1	7,5	1250	100	500	166,7	13,3	66,7	343
Esc. 2	8	780	65	312	97,5	8,1	39,0	201
	378,1	23845,4	1907,9	9518,5	80,7	6,5	32,2	
		63,1	5,0	25,2				

Con el prontuario se comprueba el forjado a cortante. Aunque no es necesario en todo el contorno, por seguridad se dispone una armadura de corte en el perímetro: 4fi10 por m2. Pasadores: fi16/20



**STRUCTURE DATA**

**THICKNESS AND MATERIAL**

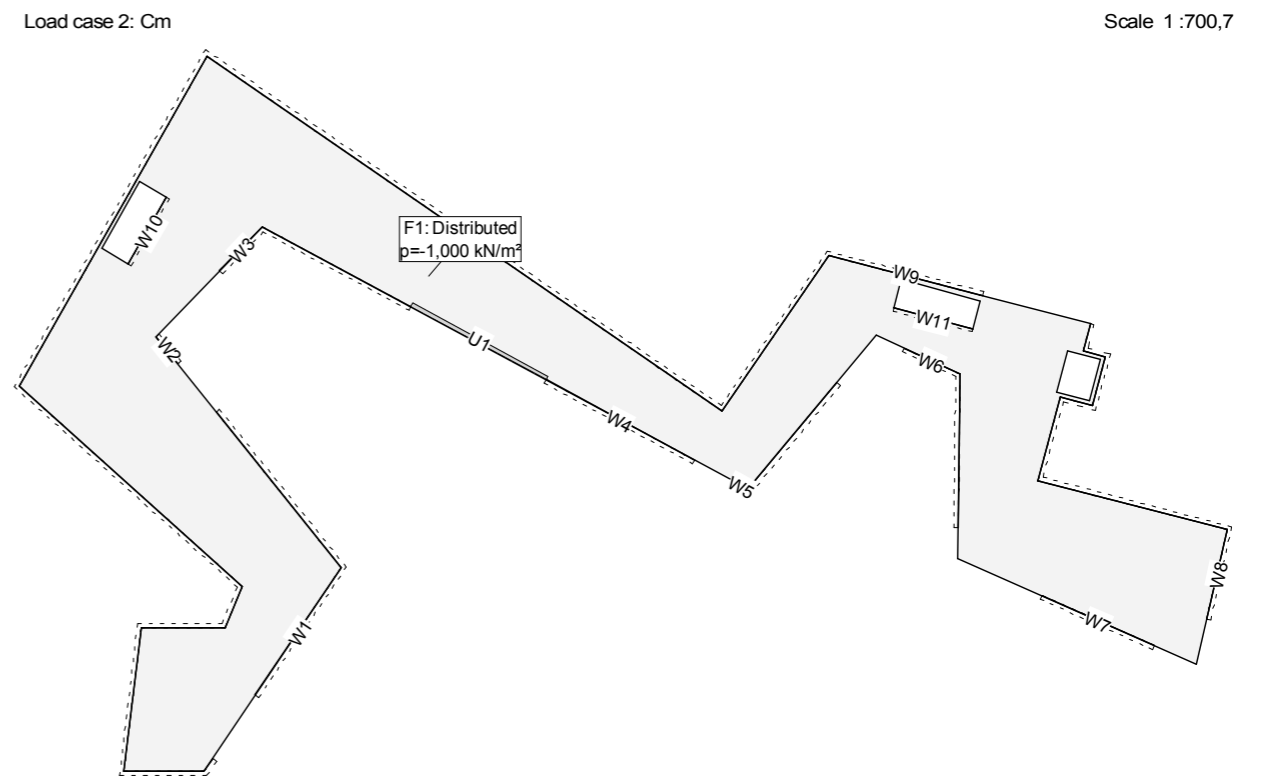
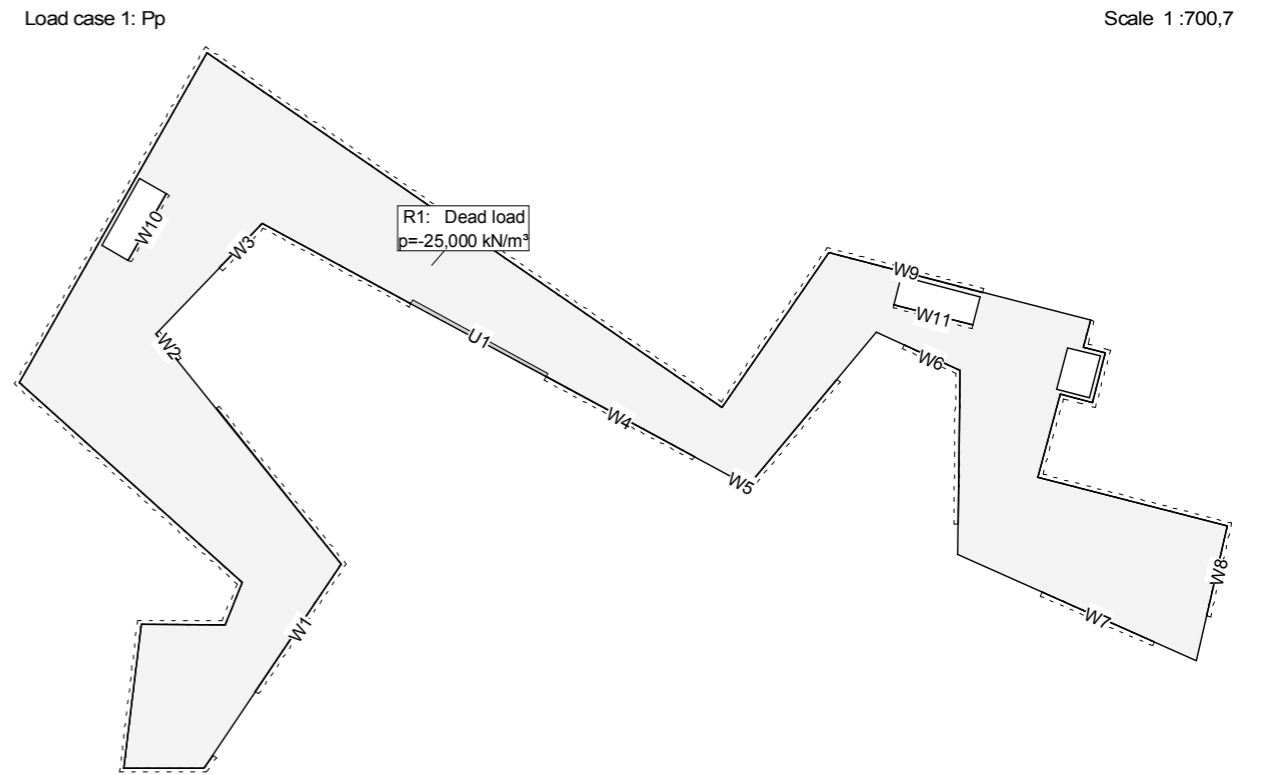
Isotropic	Young [kN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$	Thickness [m]	Top surface level [m]
I1	2,8E+7	0,200	0,50	0.

**DOWNSTANDING**

Id	Young [kN/m <sup>2</sup> ]	Total-height[m]	Top surface level[m]	Width [m]	Slab thickn.[m]	Slab top surf. level[m]
U1	2,8E+7	0,90	0.	0,40	0,50	0.

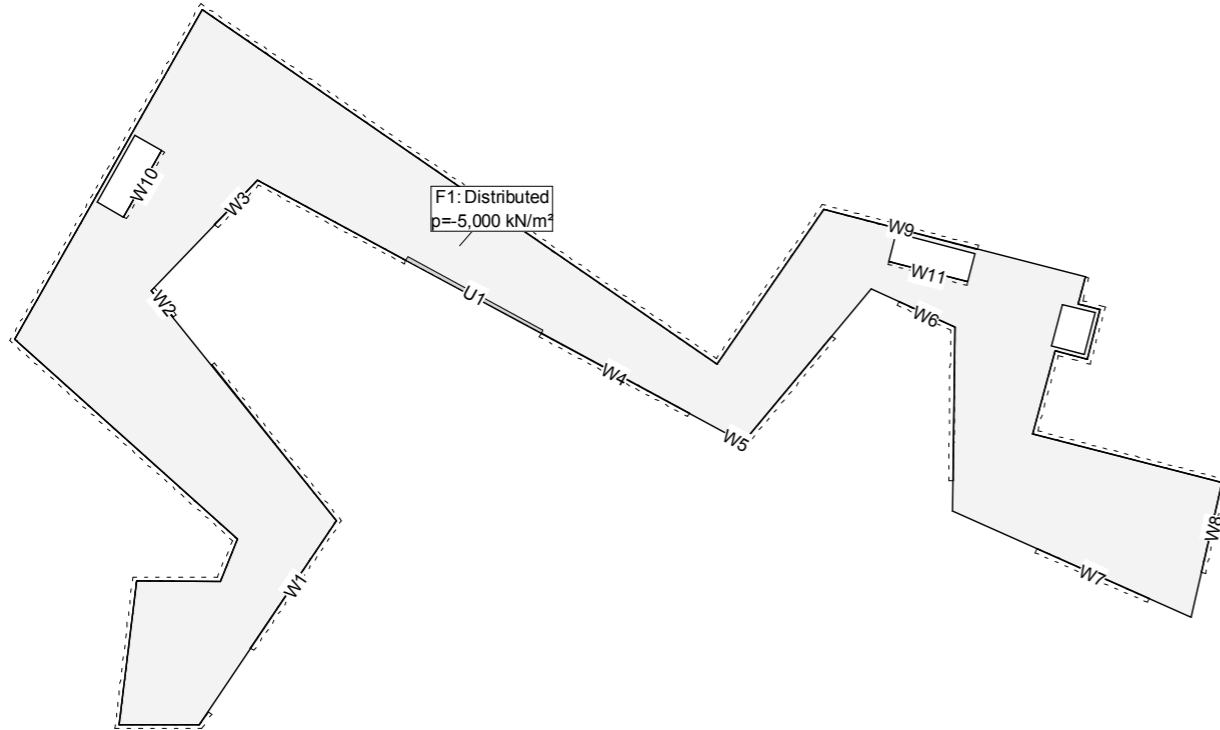
**WALLS**

Id	compr. Type only	sdz [kN/m <sup>2</sup> ]	srx [kN]	sry [kN]	Width [m]	Height [m]	Young [kN/m <sup>2</sup> ]
W1	general	blocked	(1,991E+5)	1,E+7	0,40	3,00	2,8E+7
W9	free rotation	blocked	free	free	0,40	3,00	2,1E+7
W10	general	blocked	free	free	0,30	3,00	2,8E+7
like W1: W2 .. W8							
like W10: W11							



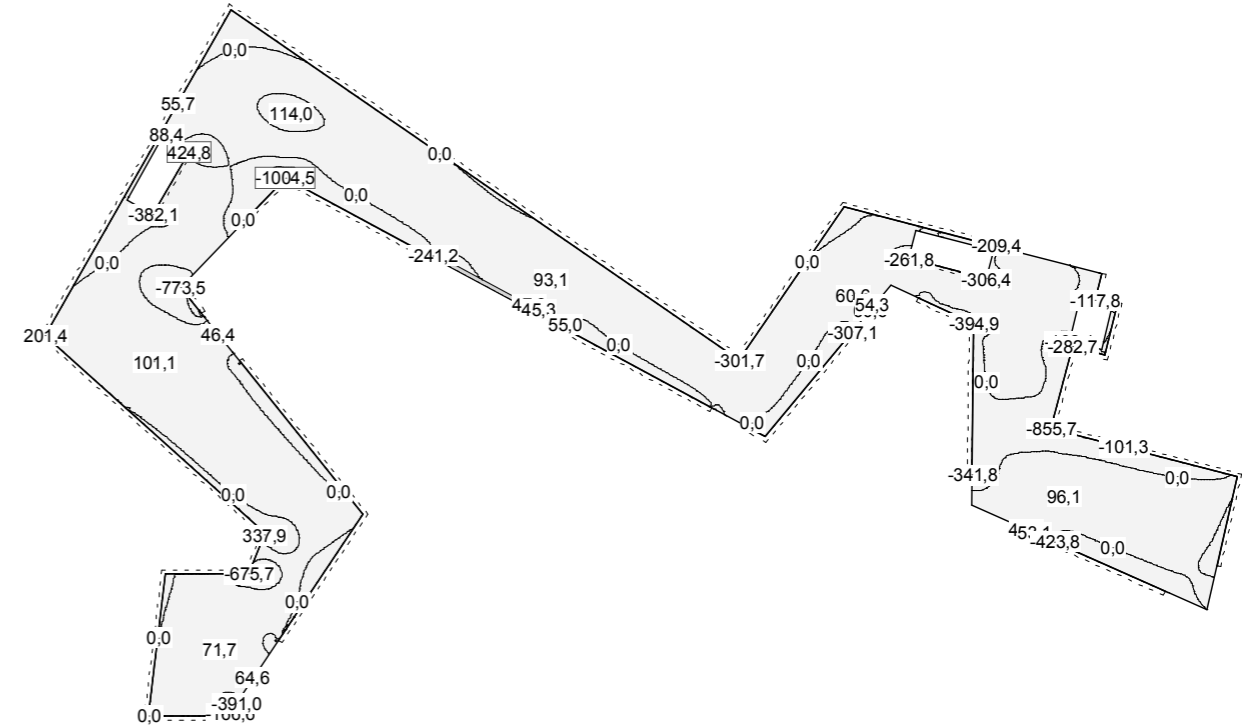
Load case 3: Scu

Scale 1:700,7



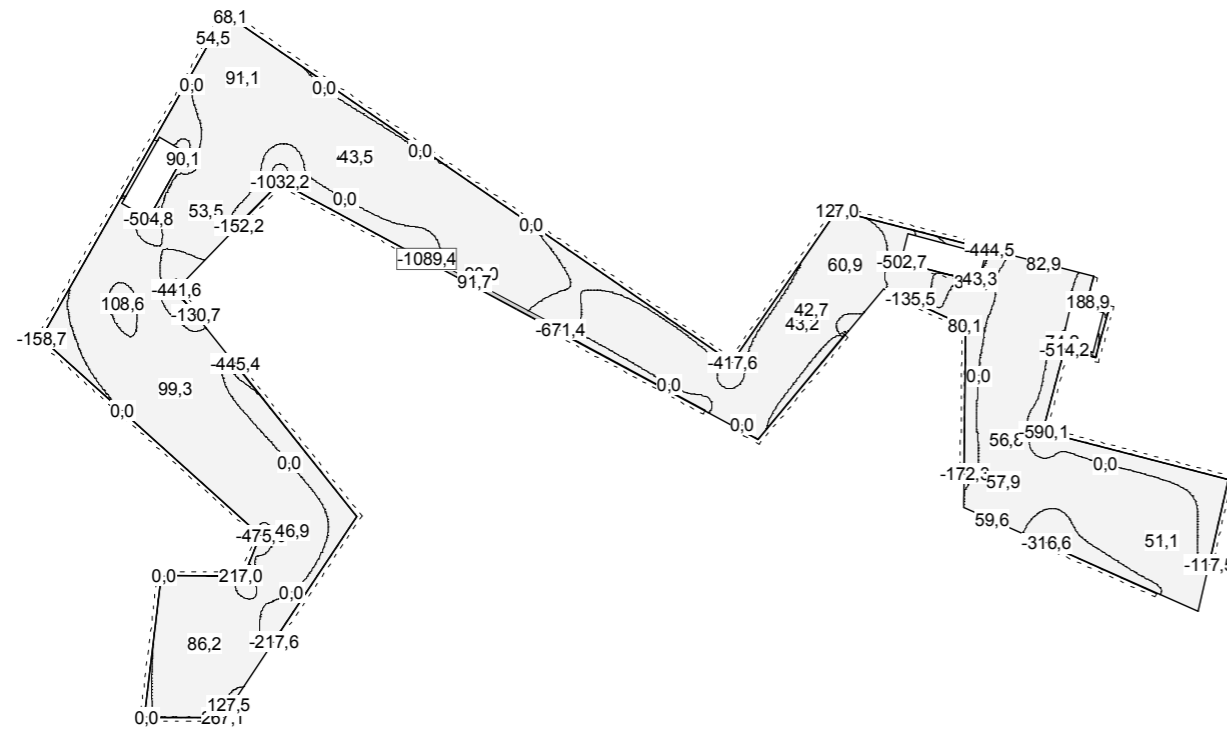
Sectional forces My: Load case 1, Equidistance: 100,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:710,5



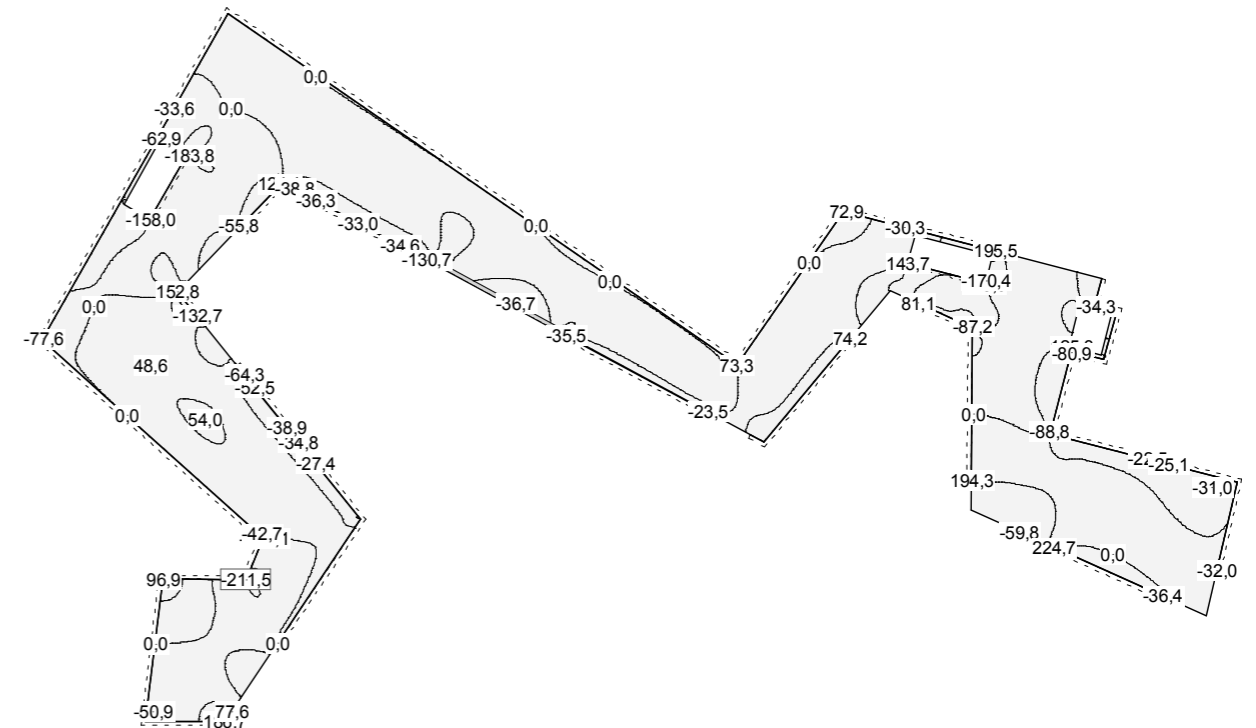
Sectional forces Mx: Load case 1, Equidistance: 100,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:712,5



Sectional forces Mxy: Load case 1, Equidistance: 50,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:708,6

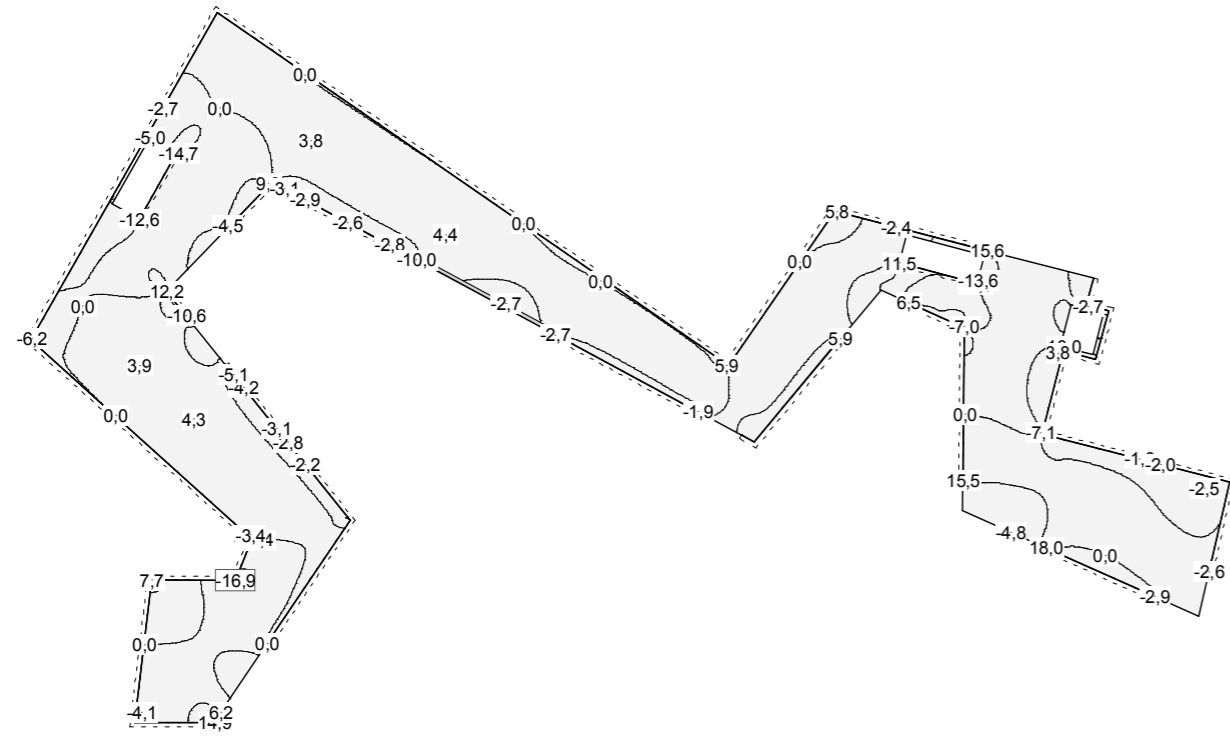






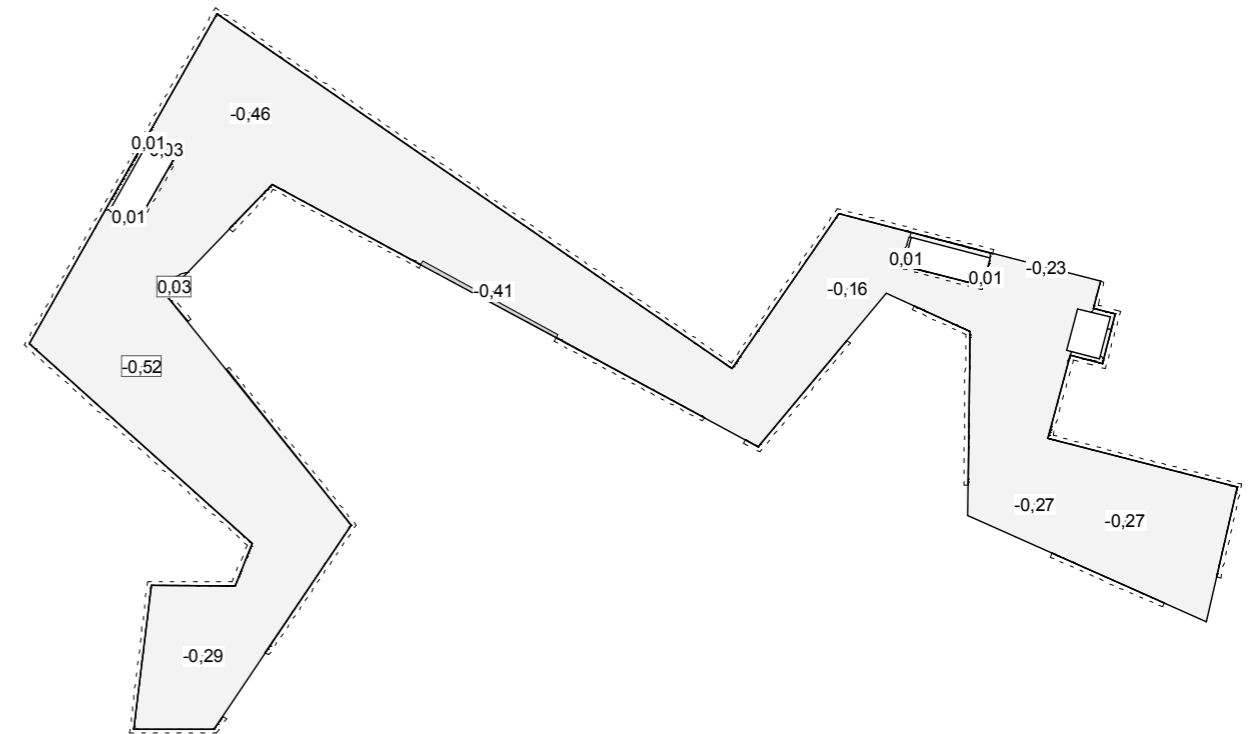
Sectional forces Mxy: Load case 2, Equidistance: 5,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1 :705,9



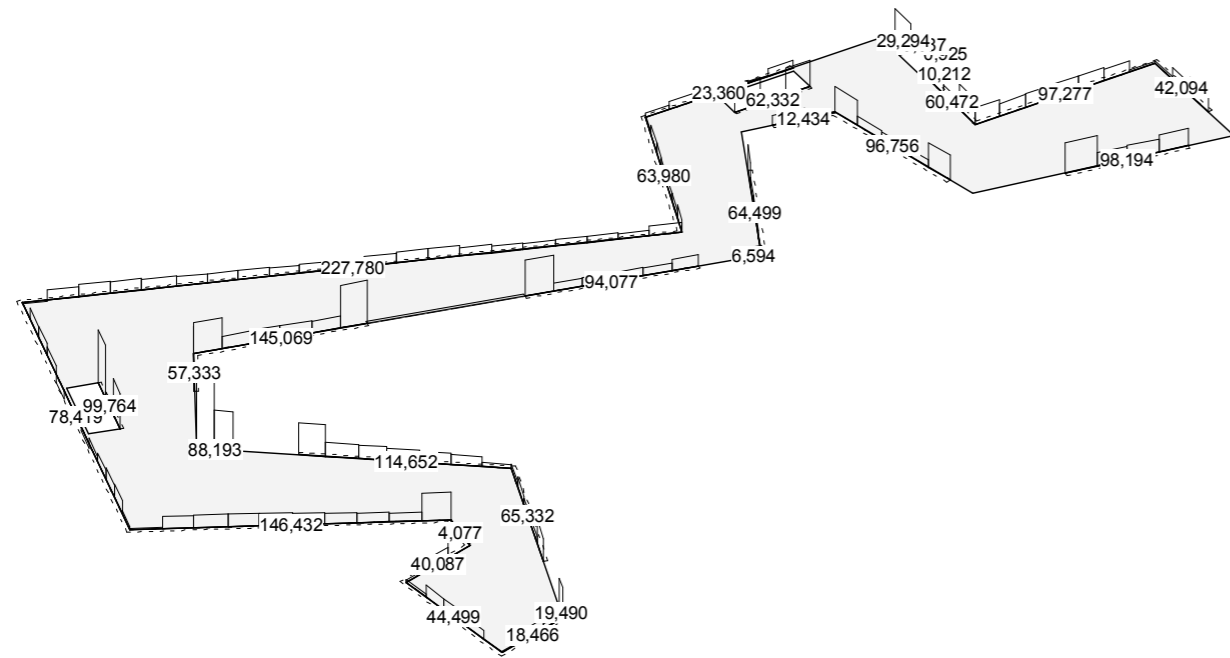
Bending deflection: Load case 2, Equidistance: 1,00 mm, Reference line: 1,00 mm

Scale 1 :700,7



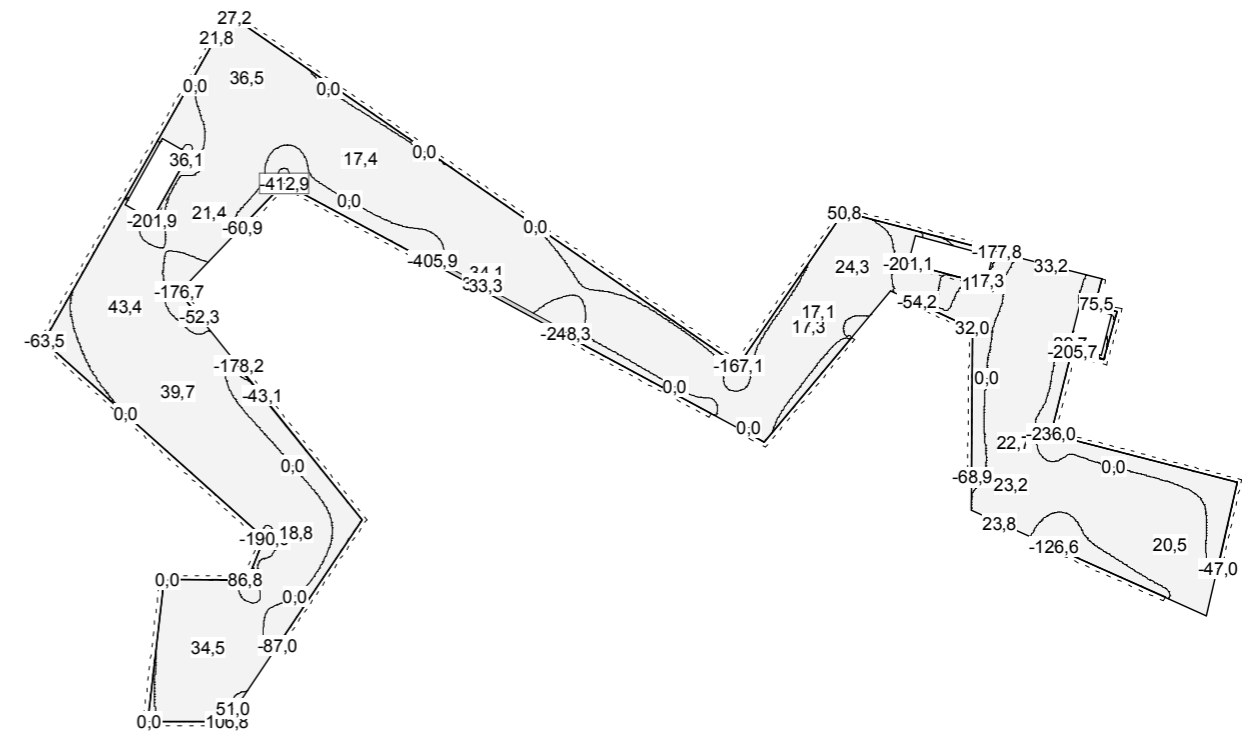
Reaction forces Columns: Load case 2  
Wall reactions constant over stretches, Label: Walls: [kN]  
Sum of reactions FZ = 1907,003[kN]

Scale 1 :652,9



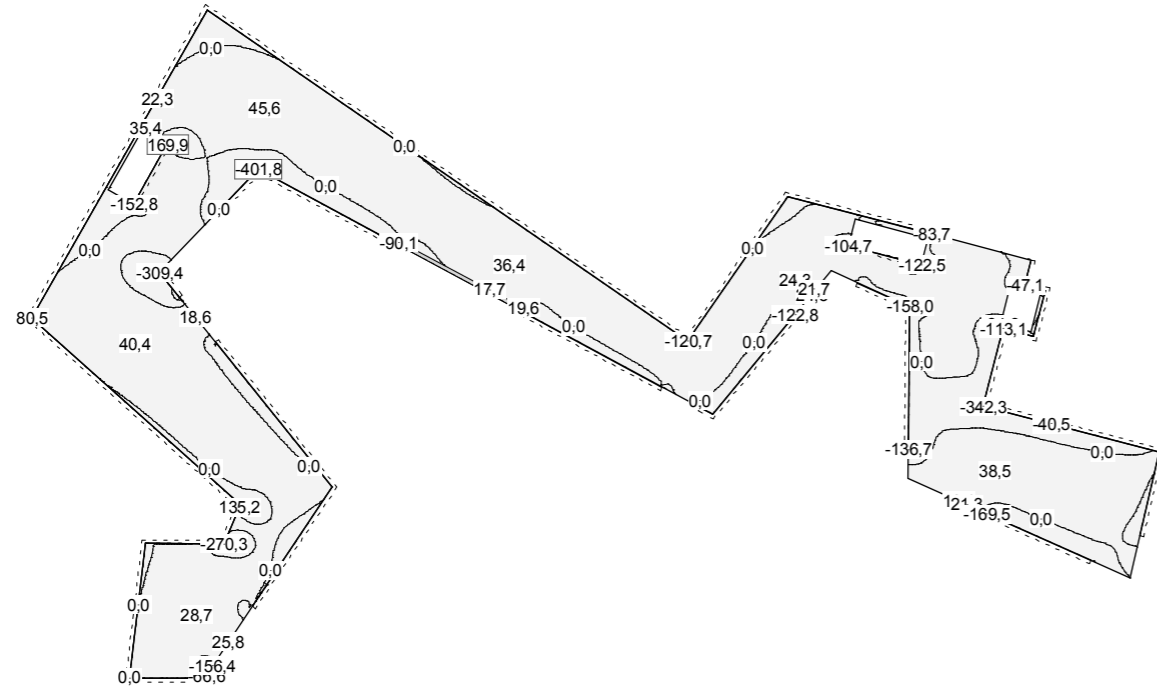
Sectional forces Mx: Load case 3, Equidistance: 50,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1 :709,2



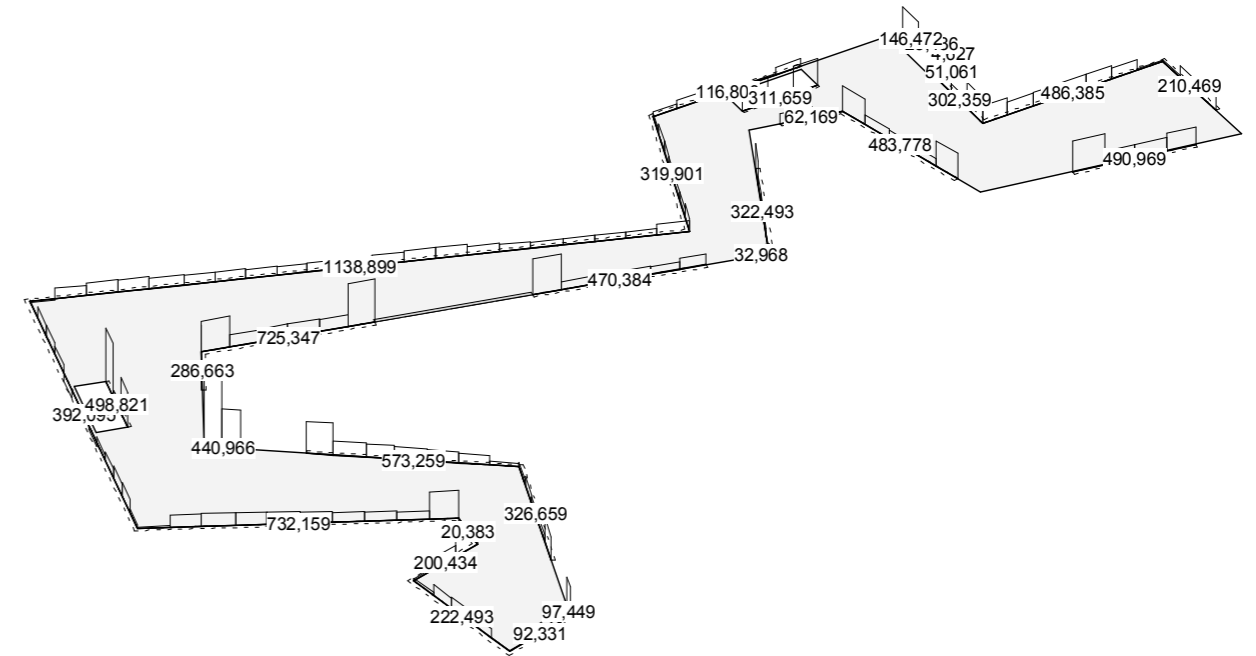
Sectional forces My: Load case 3, Equidistance: 50,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:707,5



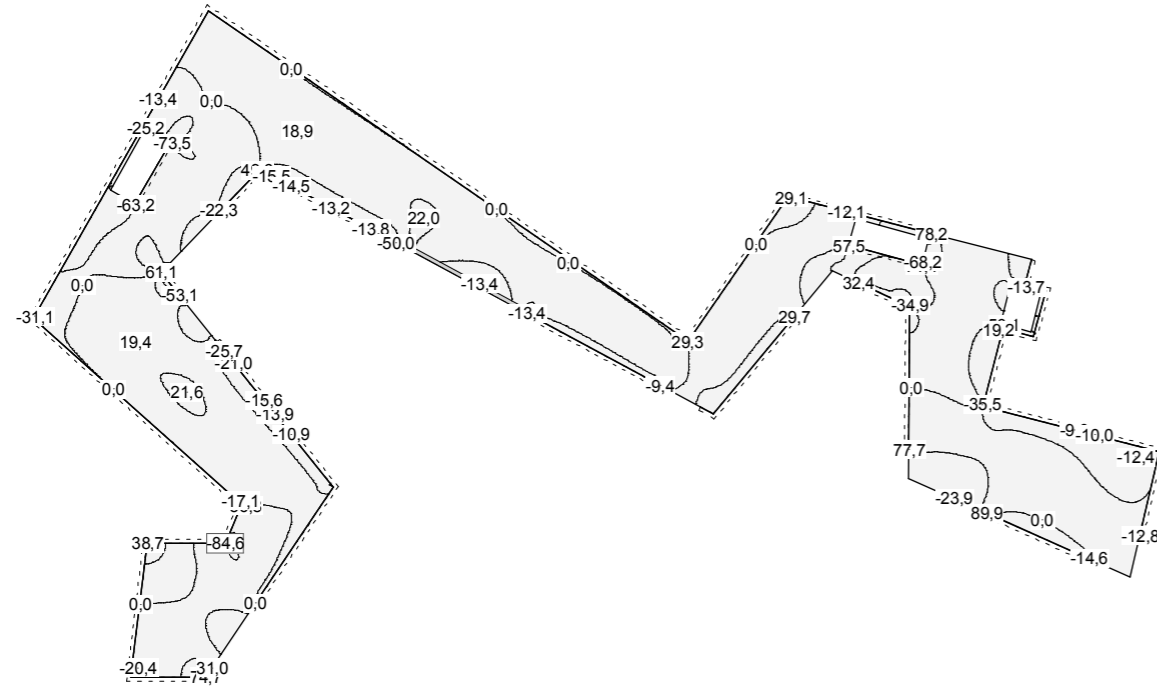
Reaction forces Columns: Load case 3  
Wall reactions constant over stretches, Label: Walls: [kN]  
Sum of reactions FZ = 9535,017[kN]

Scale 1:652,9



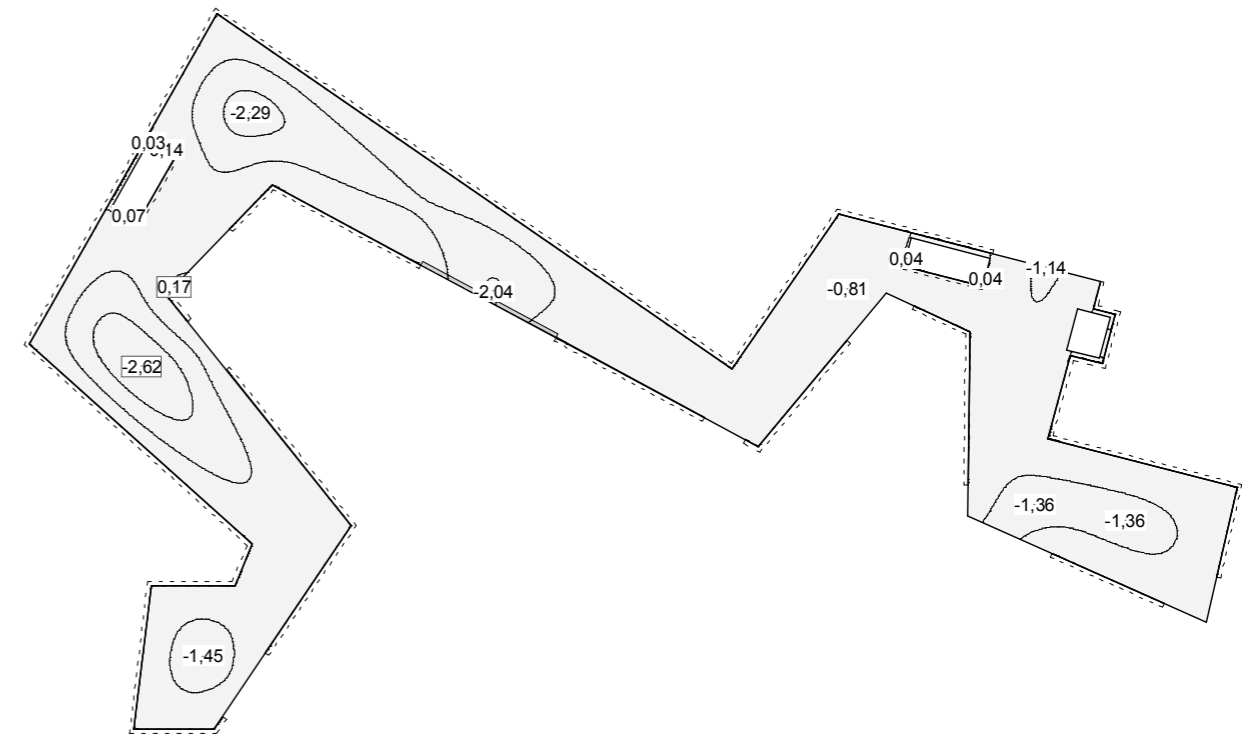
Sectional forces Mxy: Load case 3, Equidistance: 20,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:708,6



Bending deflection: Load case 3, Equidistance: 1,00 mm, Reference line: 1,00 mm

Scale 1:700,7









Reacciones muros (sirve también para el cortante)

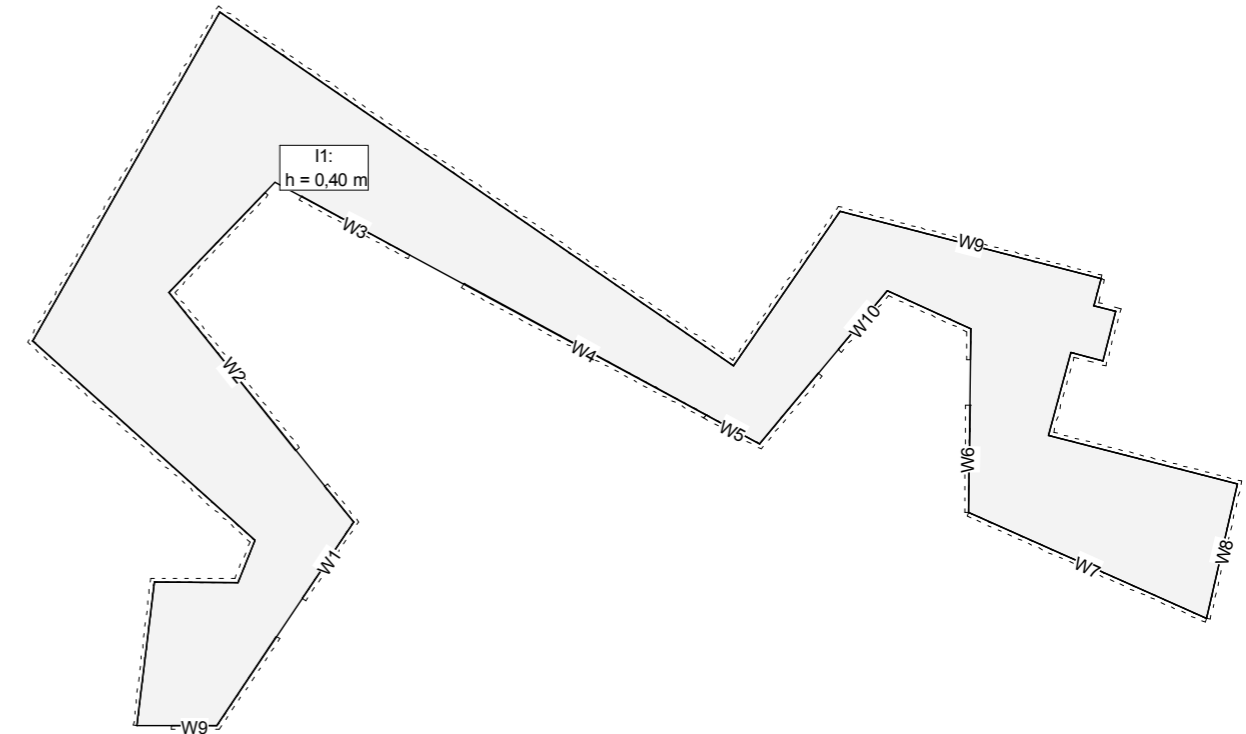
Muro	Longitud	Reacciones totales			Reacciones por metro			ELU
		PP	CM	SCU	PP	CM	SCU	
1	4,5	170	17	17	37,8	3,8	3,8	62
2	10,5	503	51	51	47,9	4,9	4,9	79
3	9	325	32,5	32,5	36,1	3,6	3,6	59
4	4,5	208	21	21	46,2	4,7	4,7	76
5	19,85	1285	130	130	64,7	6,5	6,5	106
6	13,5	1145	115	115	84,8	8,5	8,5	139
7	12,1	820	81,2	81,2	67,8	6,7	6,7	111
8	33	1185	120	120	35,9	3,6	3,6	59
9	9	310	31	31	34,4	3,4	3,4	56
10	7,5	410	41	41	54,7	5,5	5,5	89
11	9	455	45	45	50,6	5,0	5,0	83
12	3	276	28	28	92,0	9,3	9,3	151
13	10,5	460	46	46	43,8	4,4	4,4	72
14	25,5	1122	115	115	44,0	4,5	4,5	72
15	13,5	419	42	42	31,0	3,1	3,1	51
16	19	1001	100	100	52,7	5,3	5,3	86
17	8,4	570	57	57	67,9	6,8	6,8	111
18	26,4	881	88	88	33,4	3,3	3,3	55
19	18,4	707	71	71	38,4	3,9	3,9	63
20	61	2685	269	269	44,0	4,4	4,4	72
21	37,1	1805	181	181	48,7	4,9	4,9	80
22	29,3	1520	152	152	51,9	5,2	5,2	85
23	4,4	256	26	26	58,2	5,9	5,9	95
24	8,2	351	35	35	42,8	4,3	4,3	70
25	14,15	476	48	48	33,6	3,4	3,4	55
	411,3	19345	1942,7	1942,7	49,7	5,0	5,0	
		47,0	4,7	4,7				

Con el prontuario se comprueba el forjado a cortante. En la cubierta no es necesario armado a cortante

Se une con los muros grifando la armadura vertical

Structure

Scale 1 :700,7



**STRUCTURE DATA**

**THICKNESS AND MATERIAL**

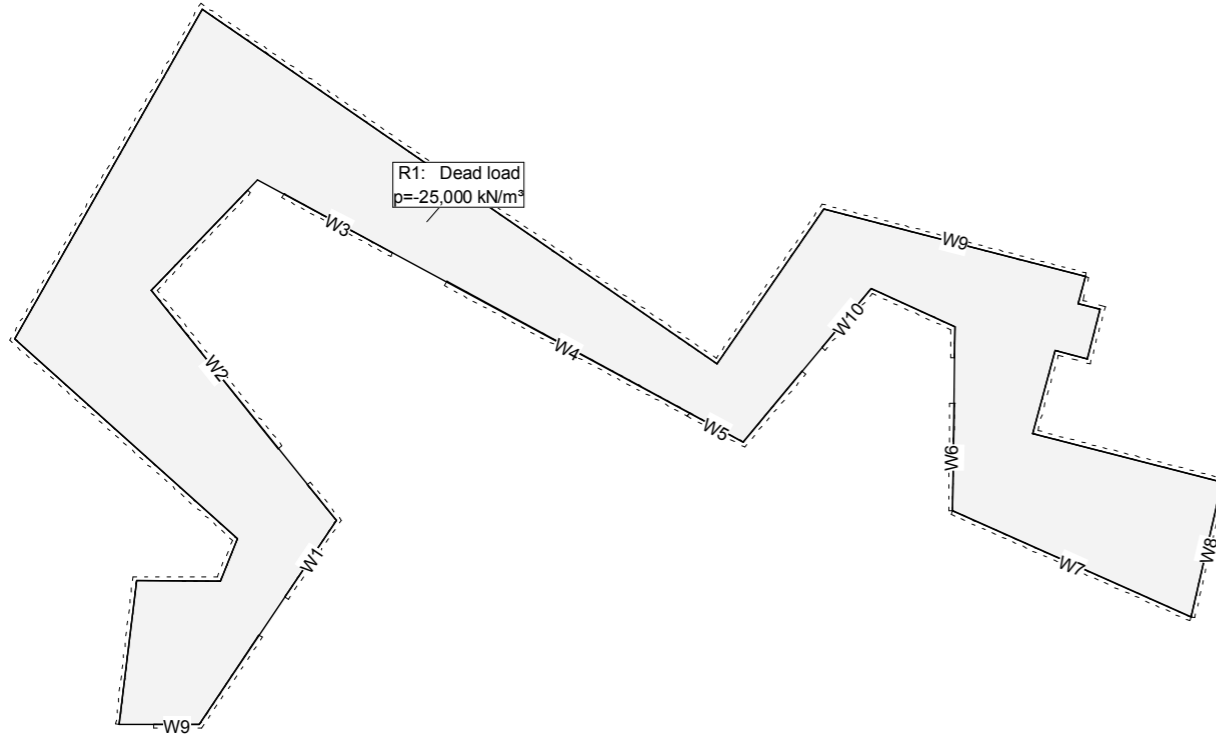
Isotropic	Young [kN/m <sup>2</sup> ]	v	Thickness [m]	Top surface level [m]
I1	2,8E+7	0,200	0,40	0.

**WALLS**

Id	compr. Type only	sdz [kN/m <sup>2</sup> ]	srx [kN]	sry [kN]	Width [m]	Height [m]	Young [kN/m <sup>2</sup> ]
W1	general	(3,733E+6)	(1,991E+5)	blocked	0,40	3,00	2,8E+7
like W1:	W2 .. W10						

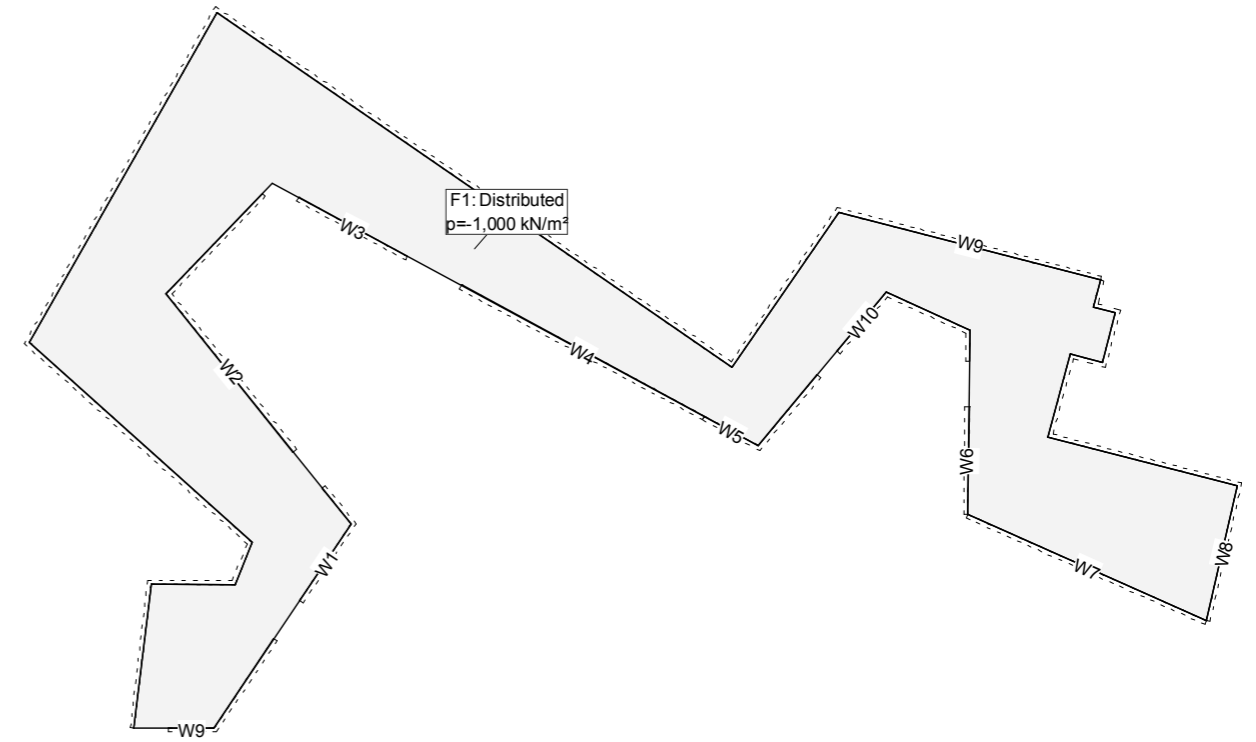
Load case 1: Pp

Scale 1:700,7



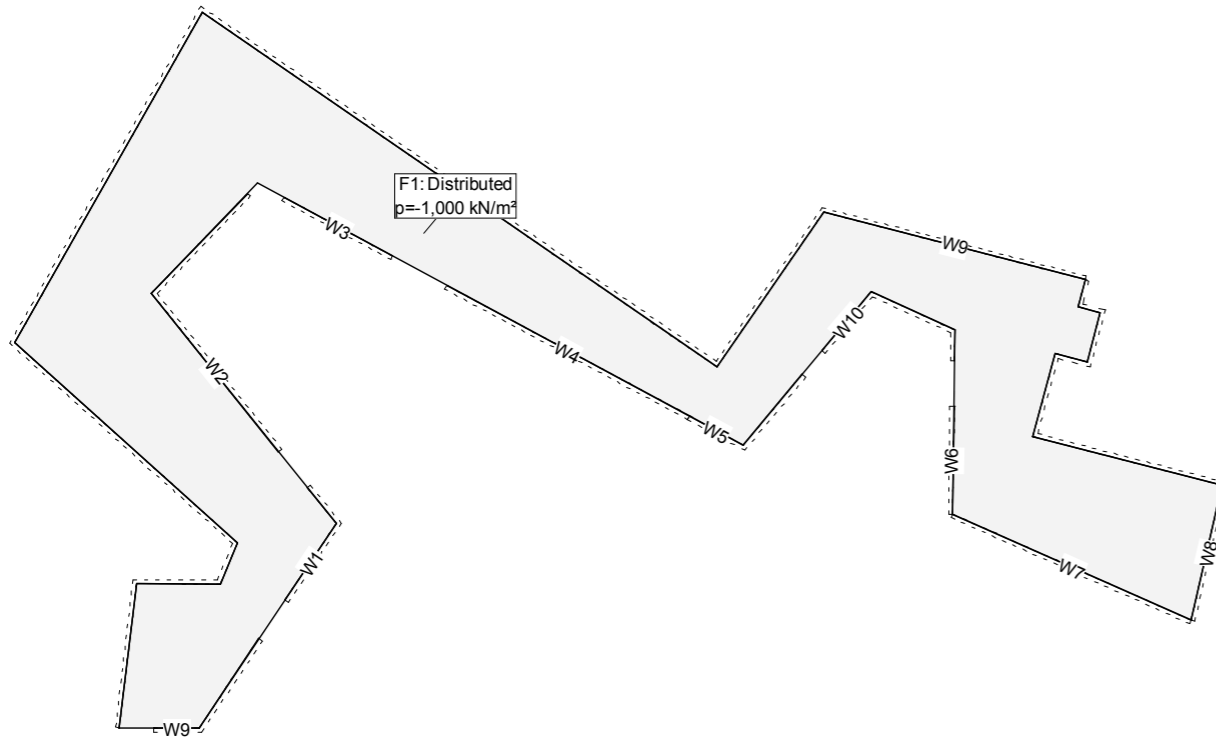
Load case 3: Scu

Scale 1:700,7



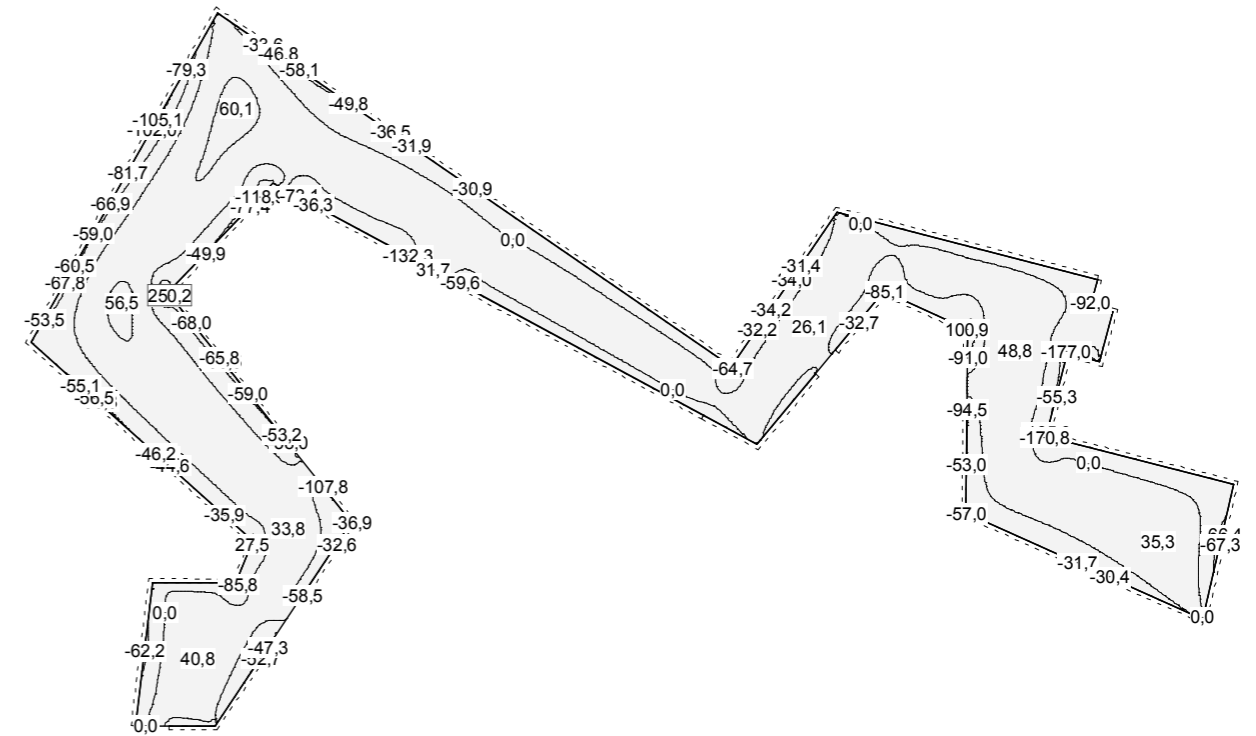
Load case 2: Cm

Scale 1:700,7



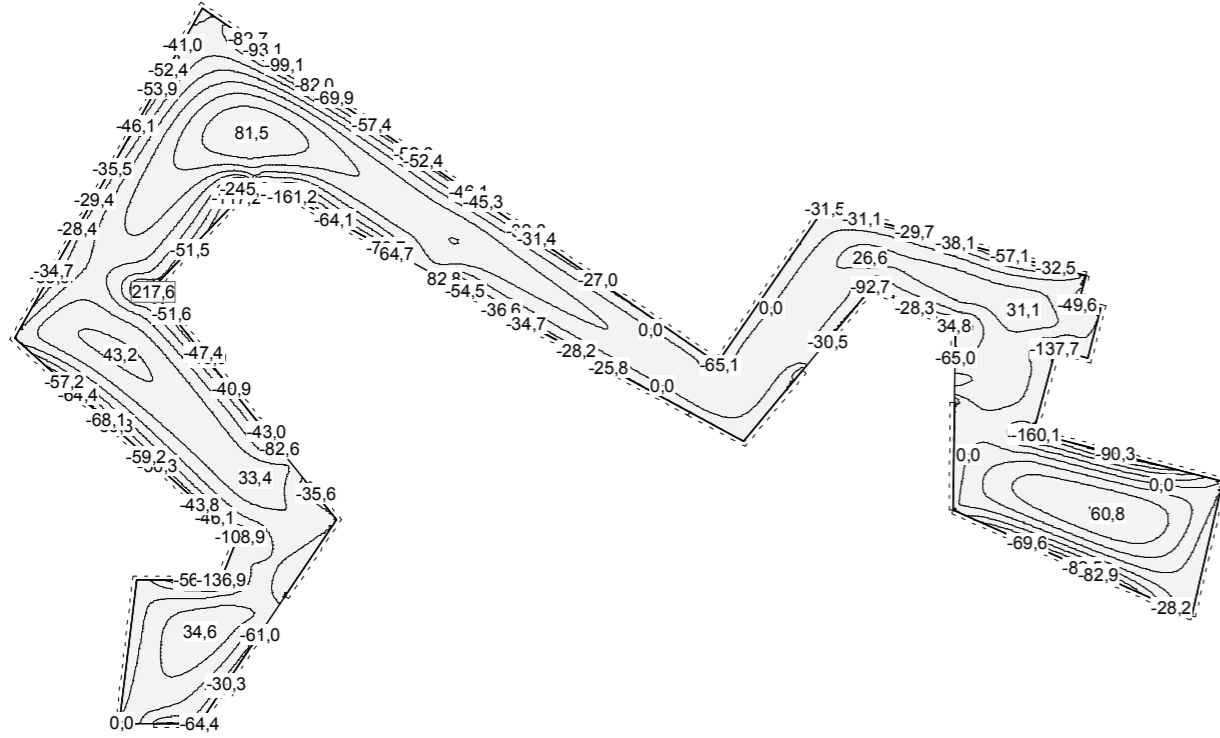
Sectional forces Mx: Load case 1, Equidistance: 50,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:703,7



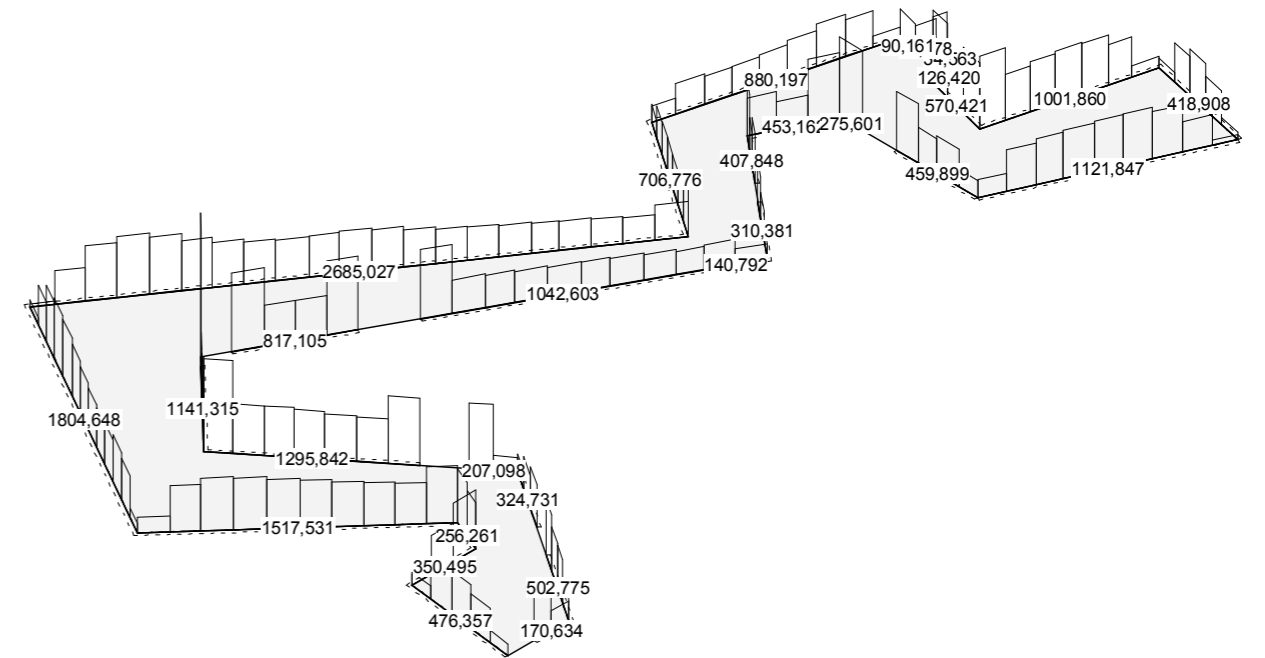
Sectional forces My: Load case 1, Equidistance: 20,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:700,7



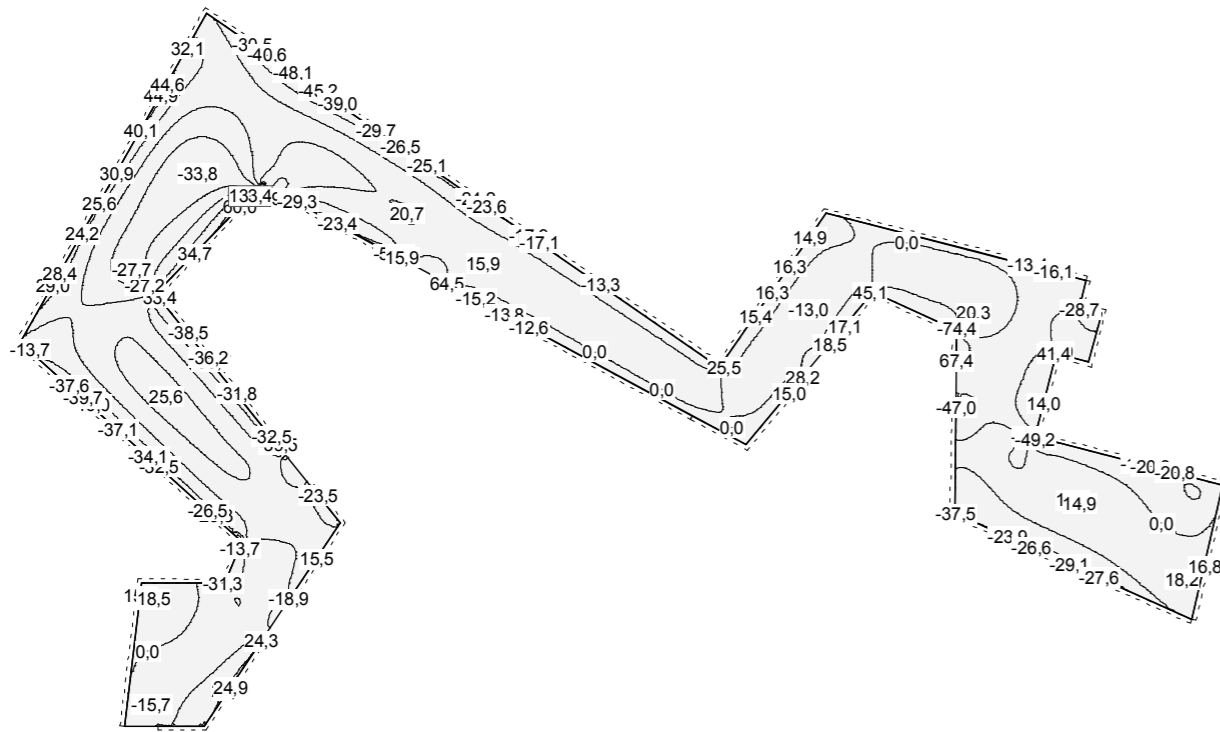
Reaction forces Columns: Load case 1  
Wall reactions constant over stretches, Label: Walls: [kN]  
Sum of reactions FZ = 19661,238[kN]

Scale 1:654,9



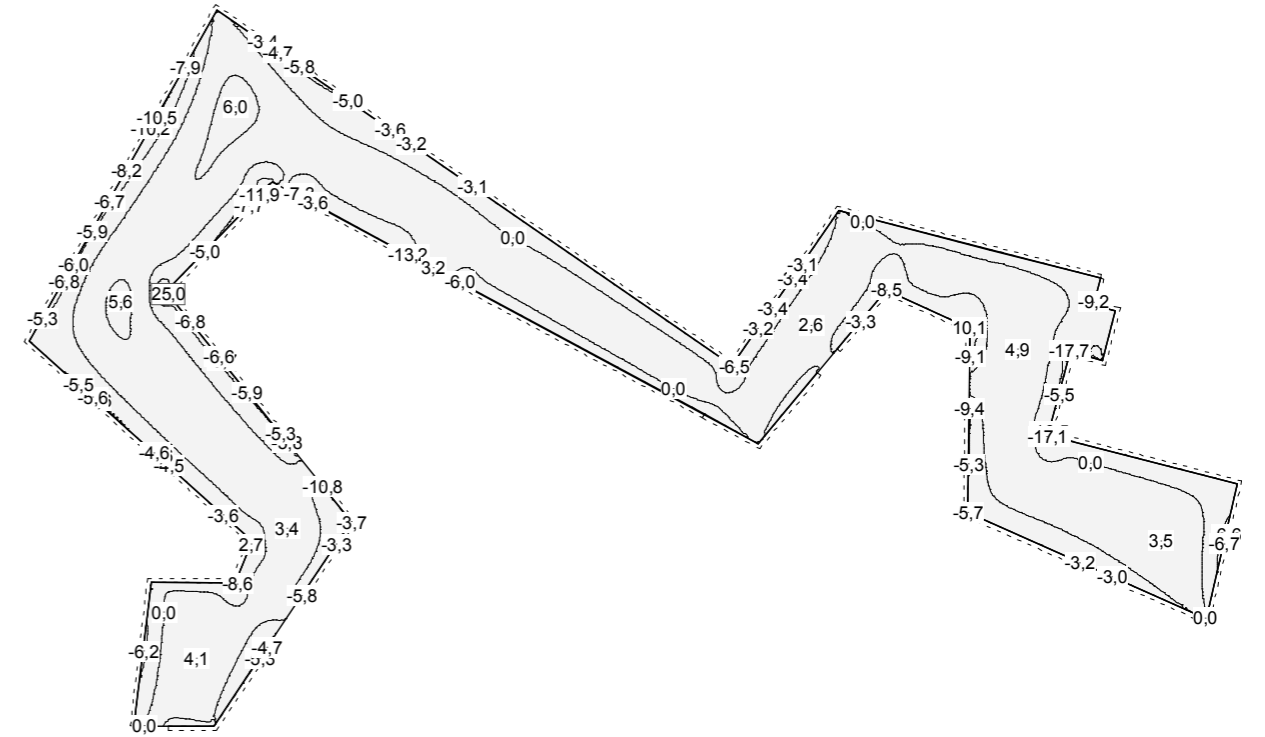
Sectional forces Mxy: Load case 1, Equidistance: 20,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:703,8



Sectional forces Mx: Load case 2, Equidistance: 5,0 kN, Reference line: 0,0 kN

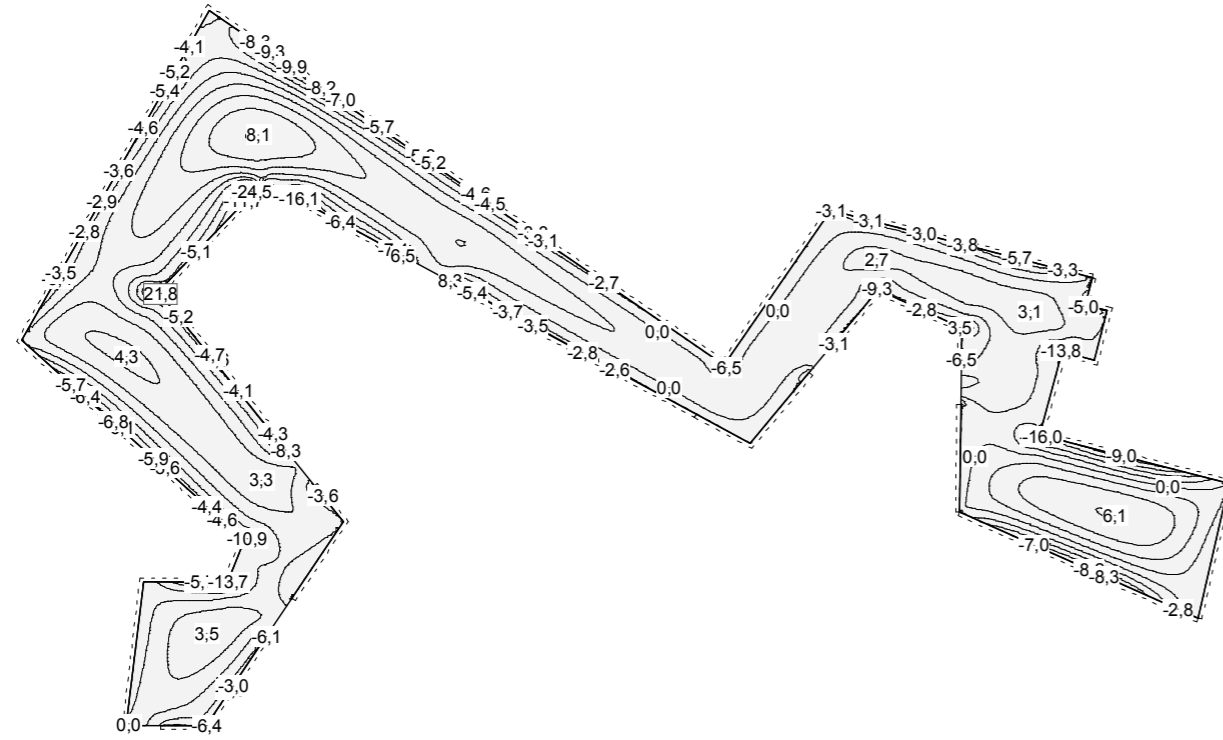
Scale 1:700,7





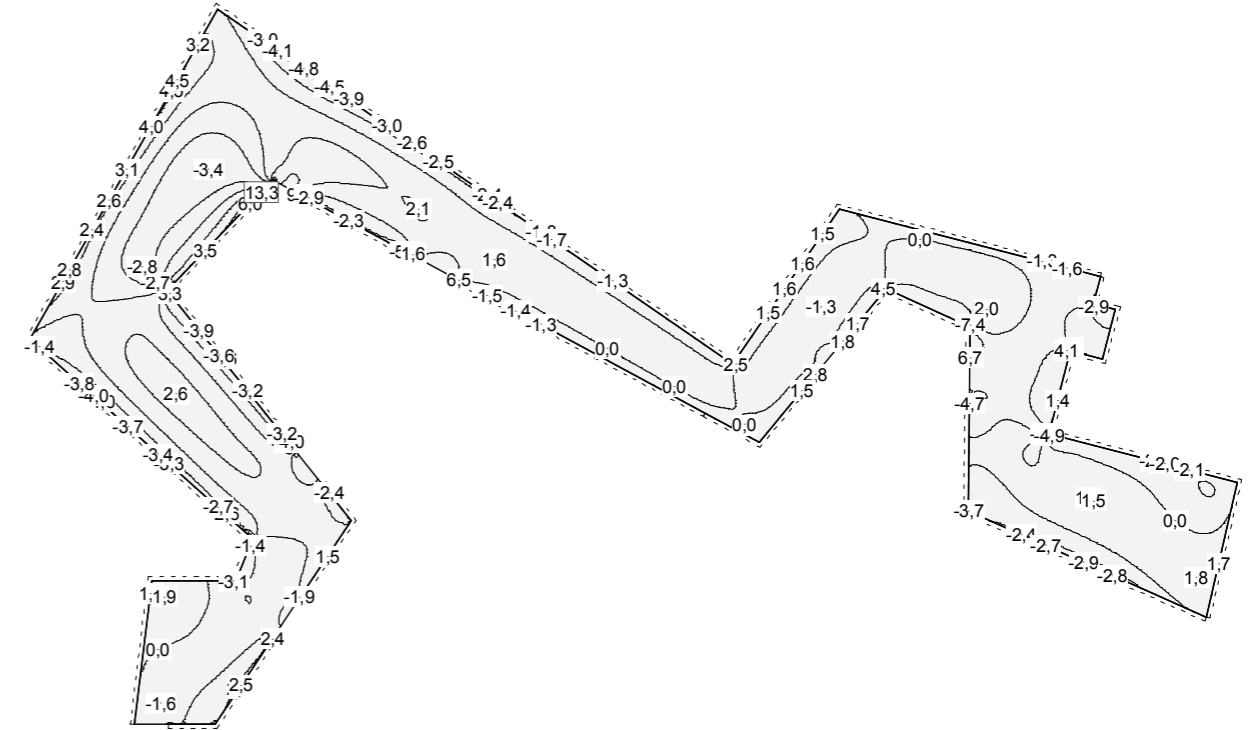
Sectional forces My: Load case 2, Equidistance: 2,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:700,7



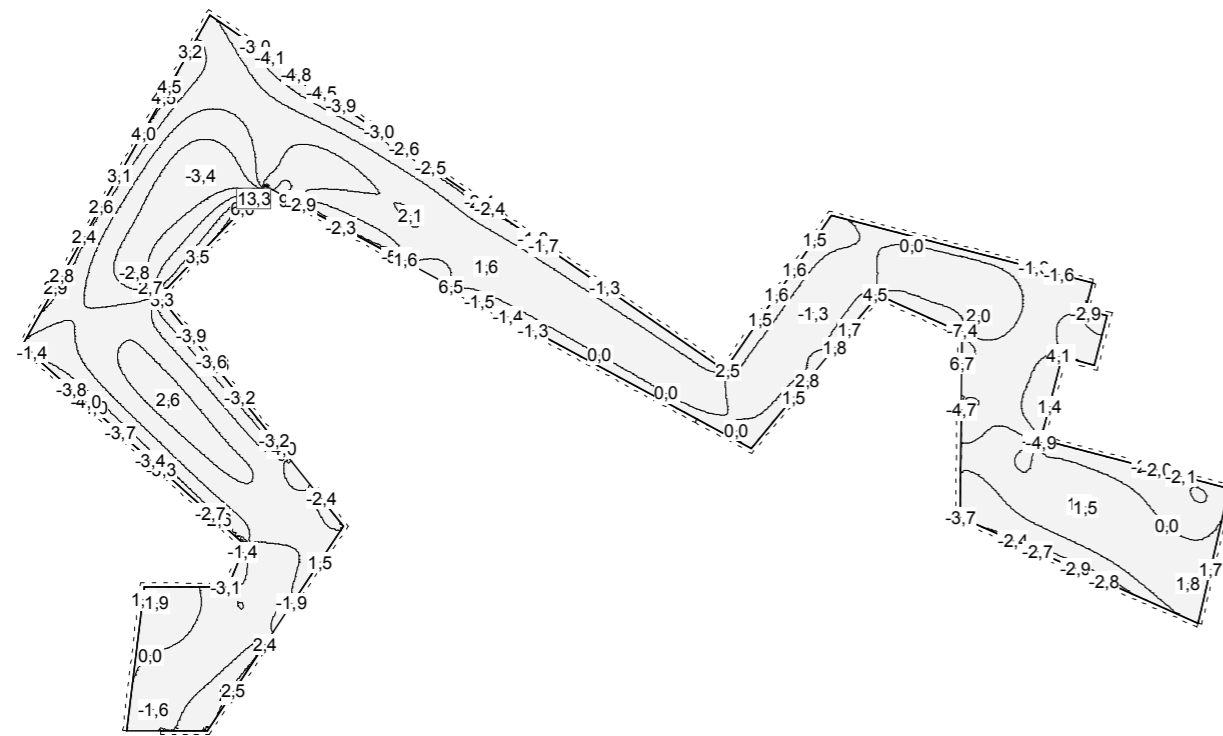
Sectional forces Mxy: Load case 2, Equidistance: 2,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:701,0



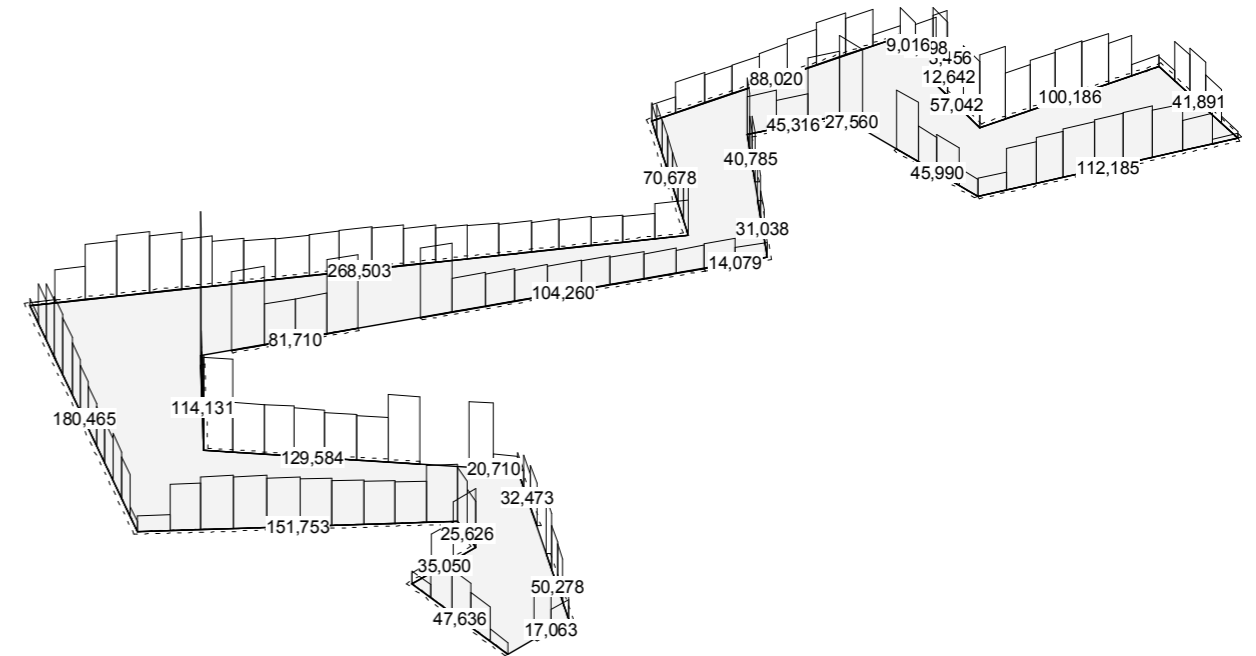
Sectional forces Mxy: Load case 2, Equidistance: 2,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:701,0



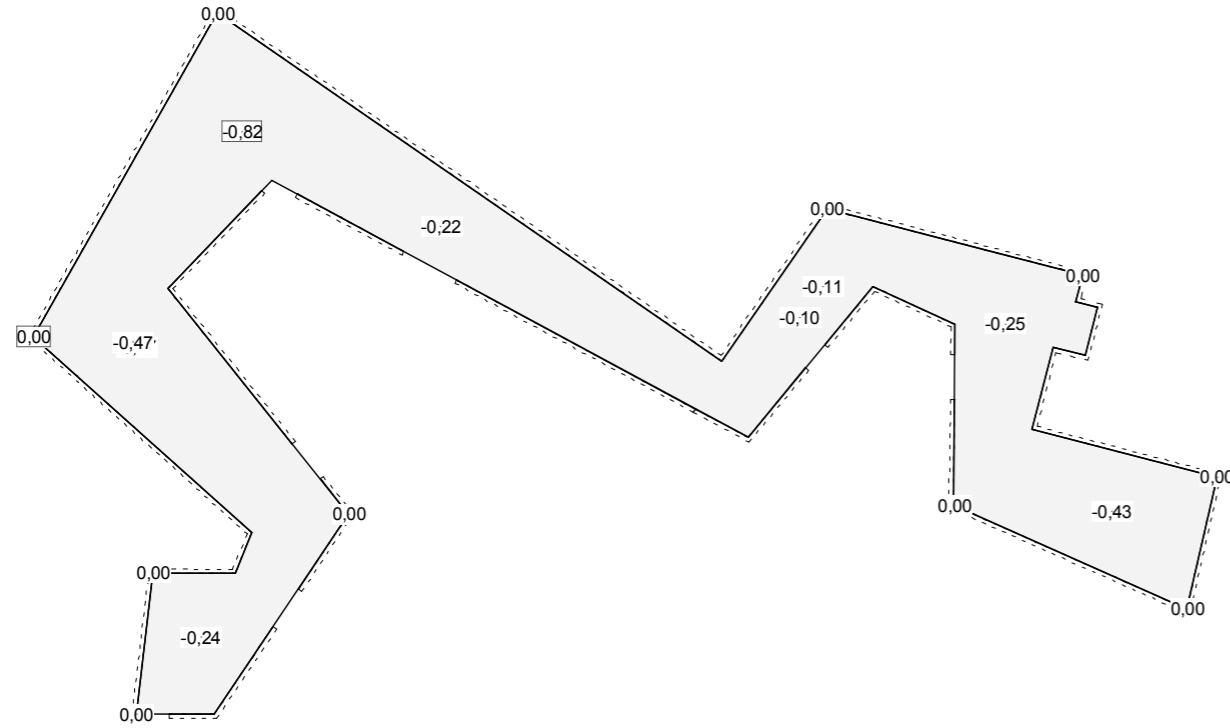
Reaction forces Columns: Load case 2  
Wall reactions constant over stretches, Label: Walls: [kN]  
Sum of reactions FZ = 1966,124[kN]

Scale 1:654,9



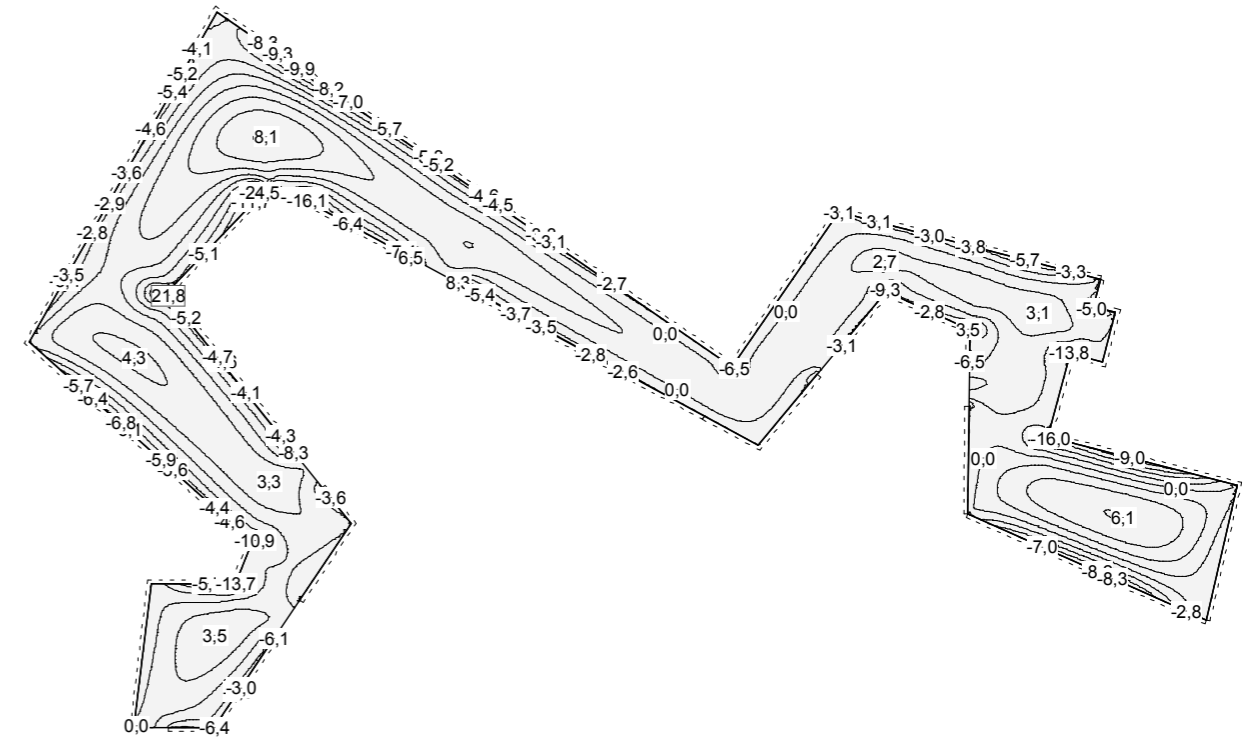
Bending deflection: Load case 2, Equidistance: 1,00 mm, Reference line: 1,00 mm

Scale 1:714,7



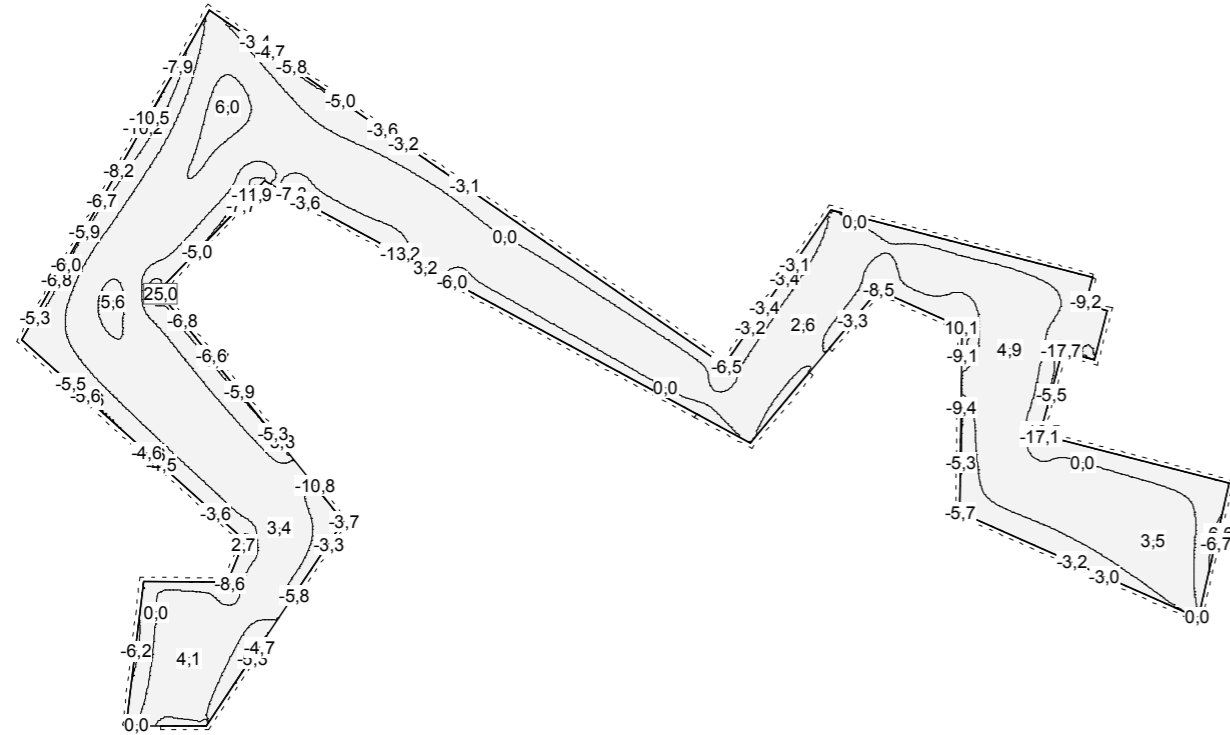
Sectional forces My: Load case 3, Equidistance: 2,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:700,7



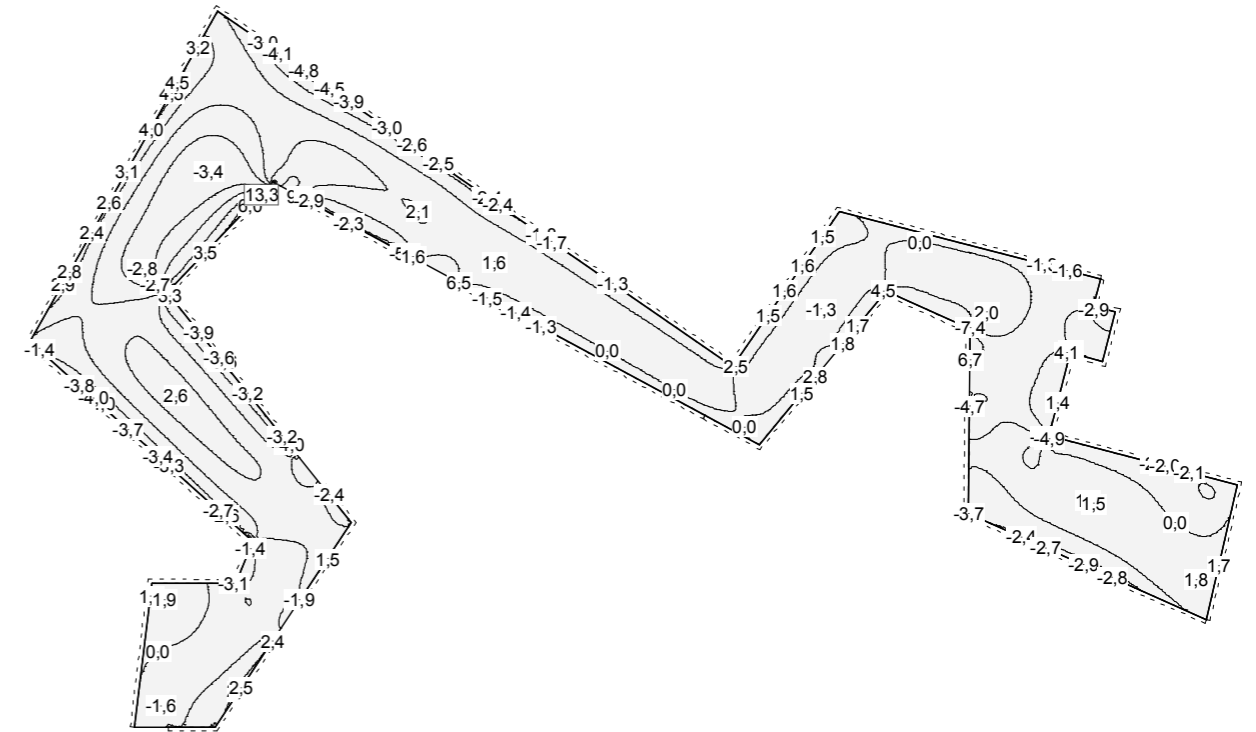
Sectional forces Mx: Load case 3, Equidistance: 5,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:700,7



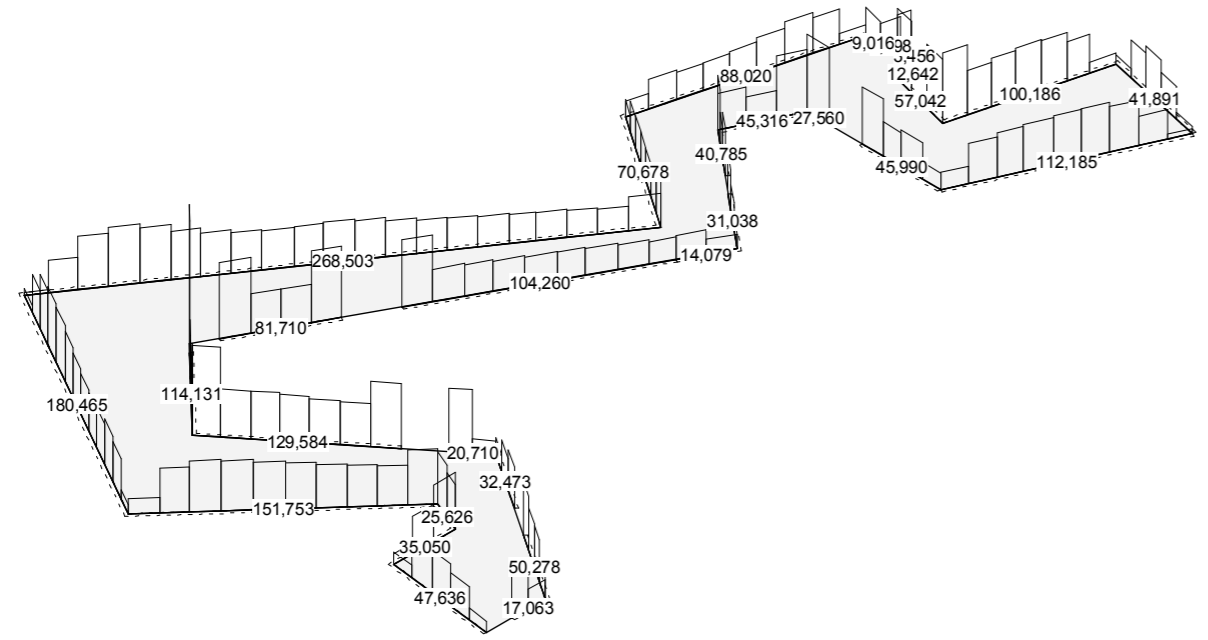
Sectional forces Mxy: Load case 3, Equidistance: 2,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:701,0



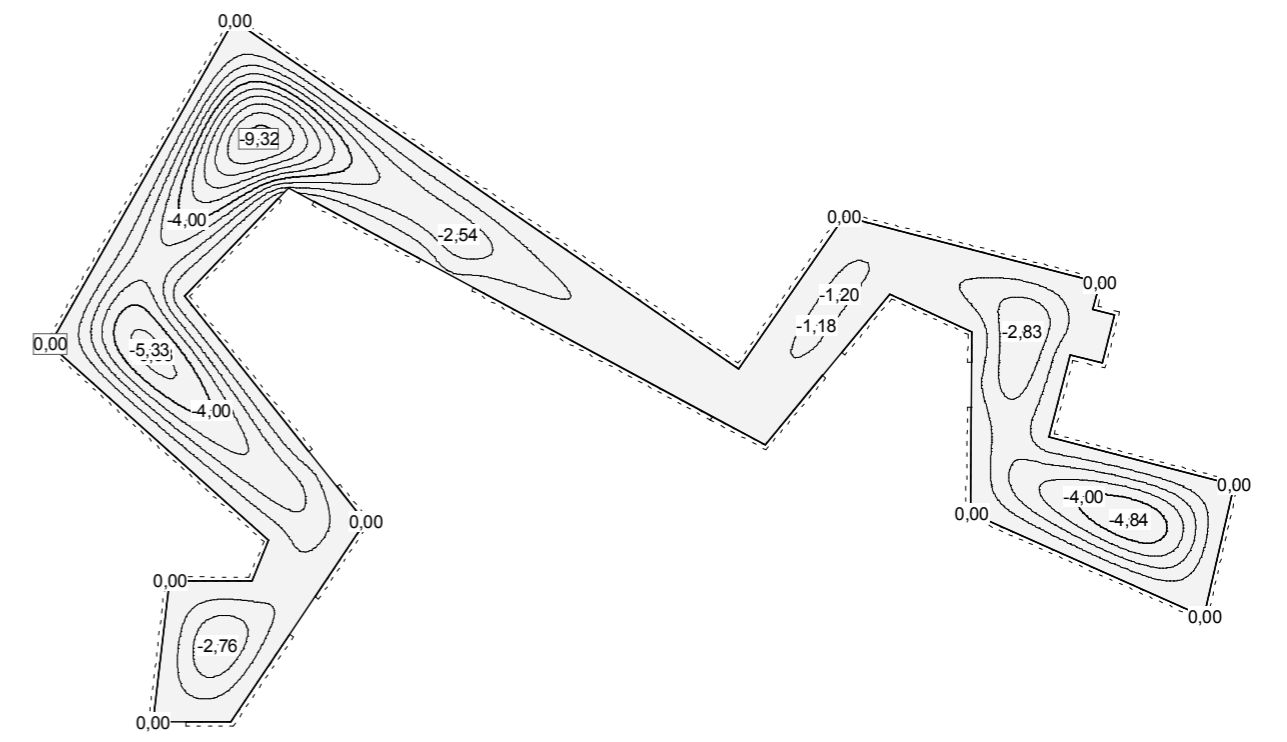
Reaction forces Columns: Load case 3  
 Wall reactions constant over stretches, Label: Walls: [kN]  
 Sum of reactions FZ = 1966,124[kN]

Scale 1:654,9



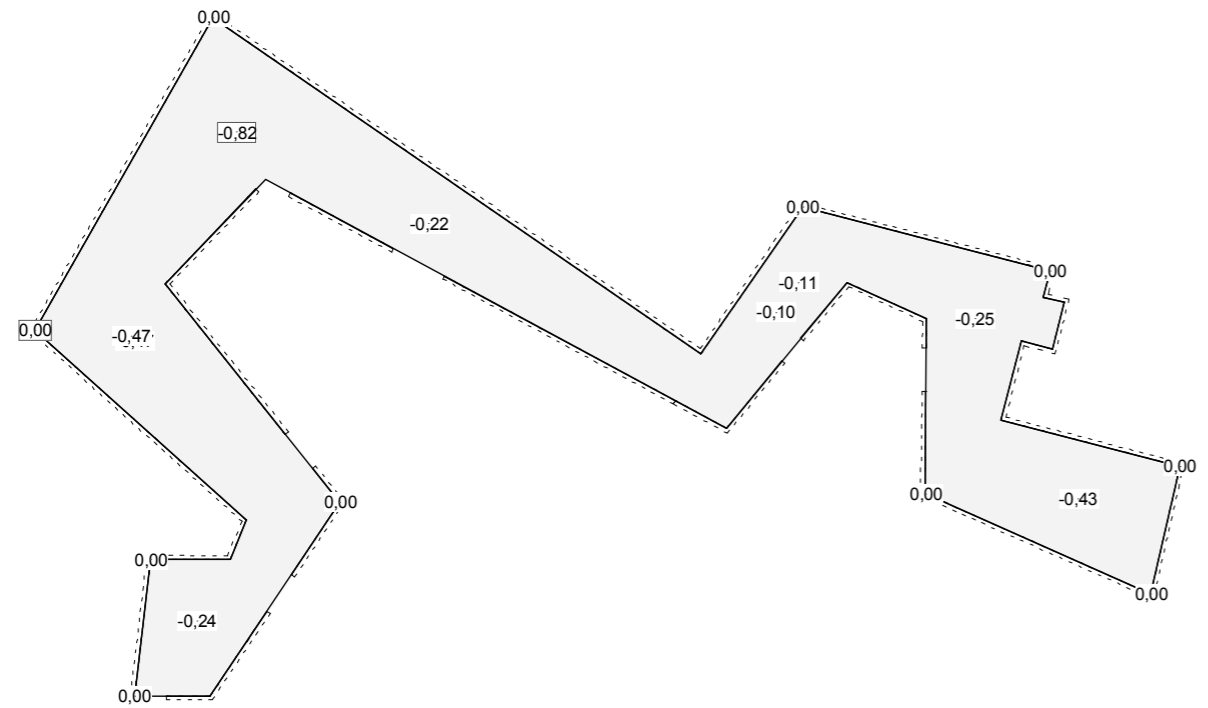
Envelope of deflections: Minima: !Serviceability (SLS)\_Q, Equidistance: 1,00 mm, Reference line: 1,00 mm

Scale 1:714,7



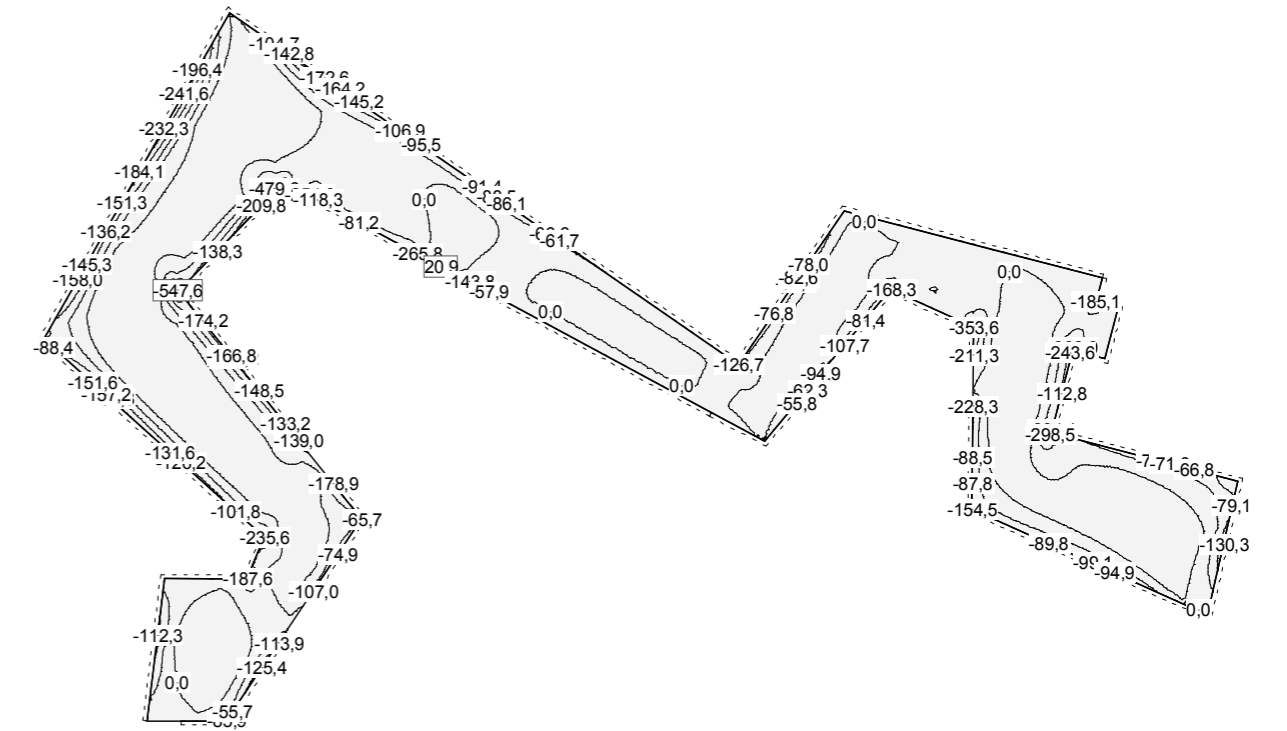
Bending deflection: Load case 3, Equidistance: 1,00 mm, Reference line: 1,00 mm

Scale 1:714,7



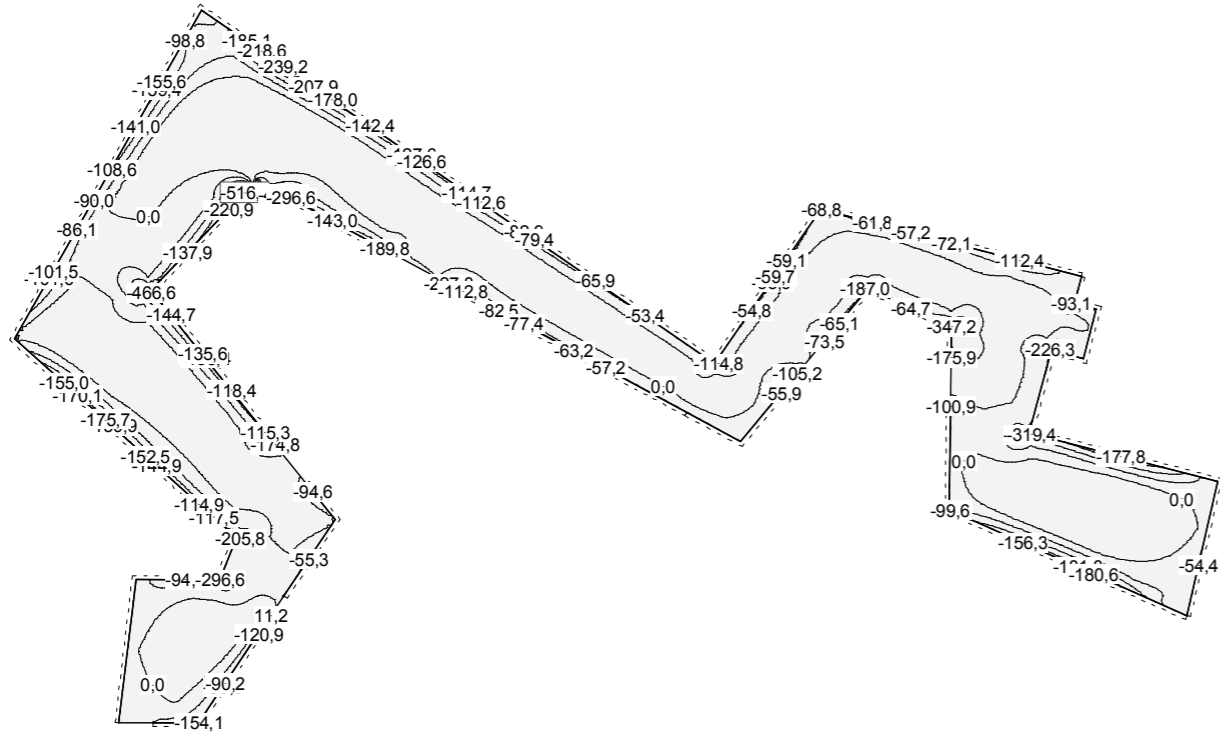
Reinforcement moments mbx-: !Ultimate (ULS), Equidistance: 50,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:708,6



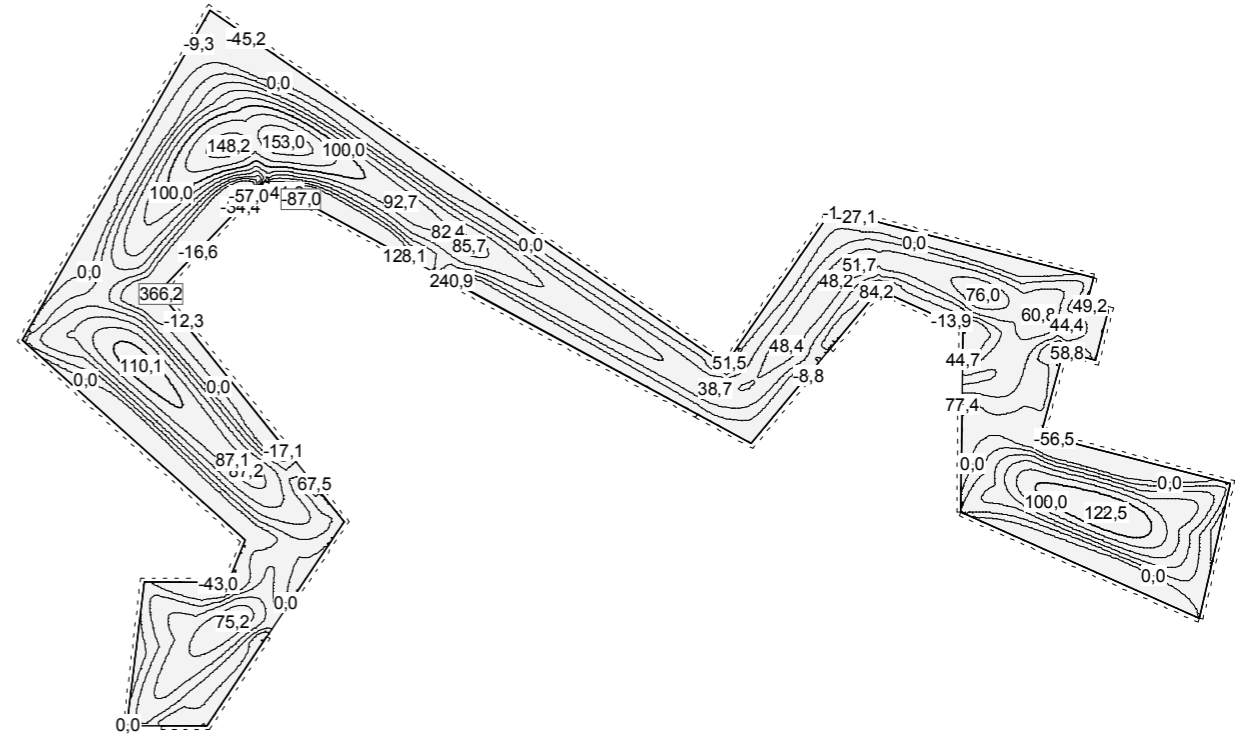
Reinforcement moments mby-: !Ultimate (ULS), Equidistance: 50,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:700,7



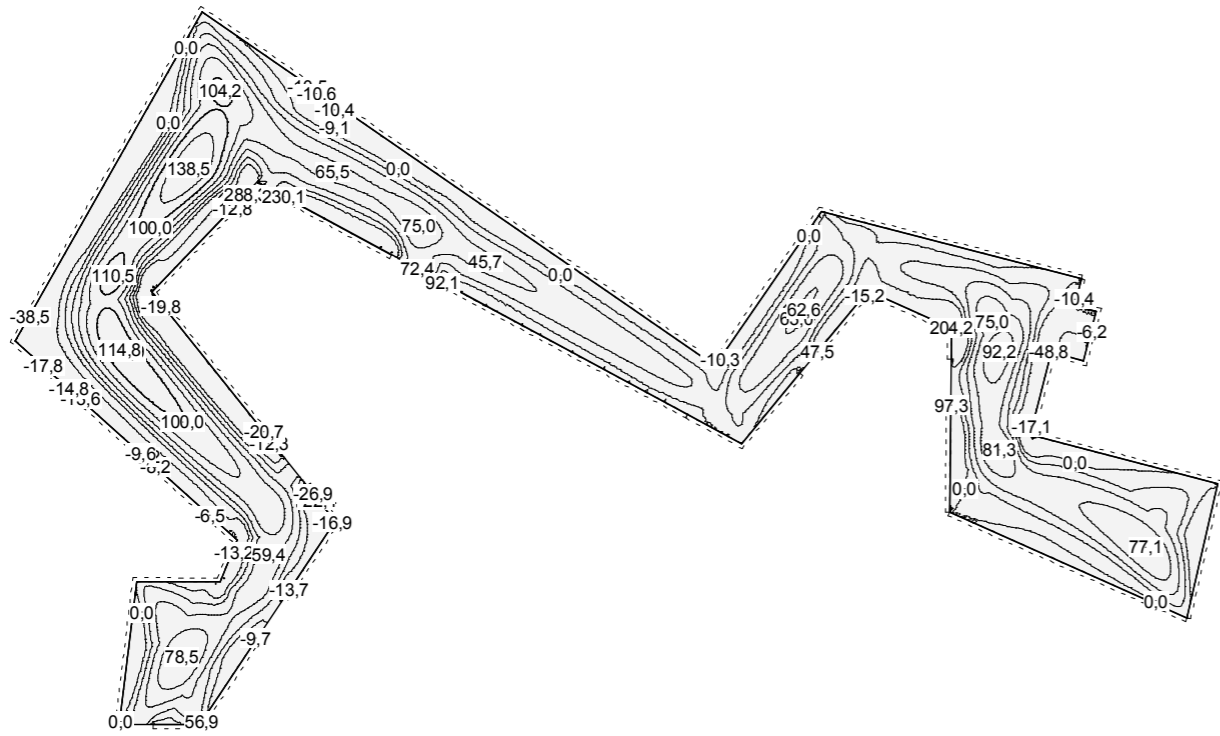
Reinforcement moments mby+: !Ultimate (ULS), Equidistance: 20,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:700,7



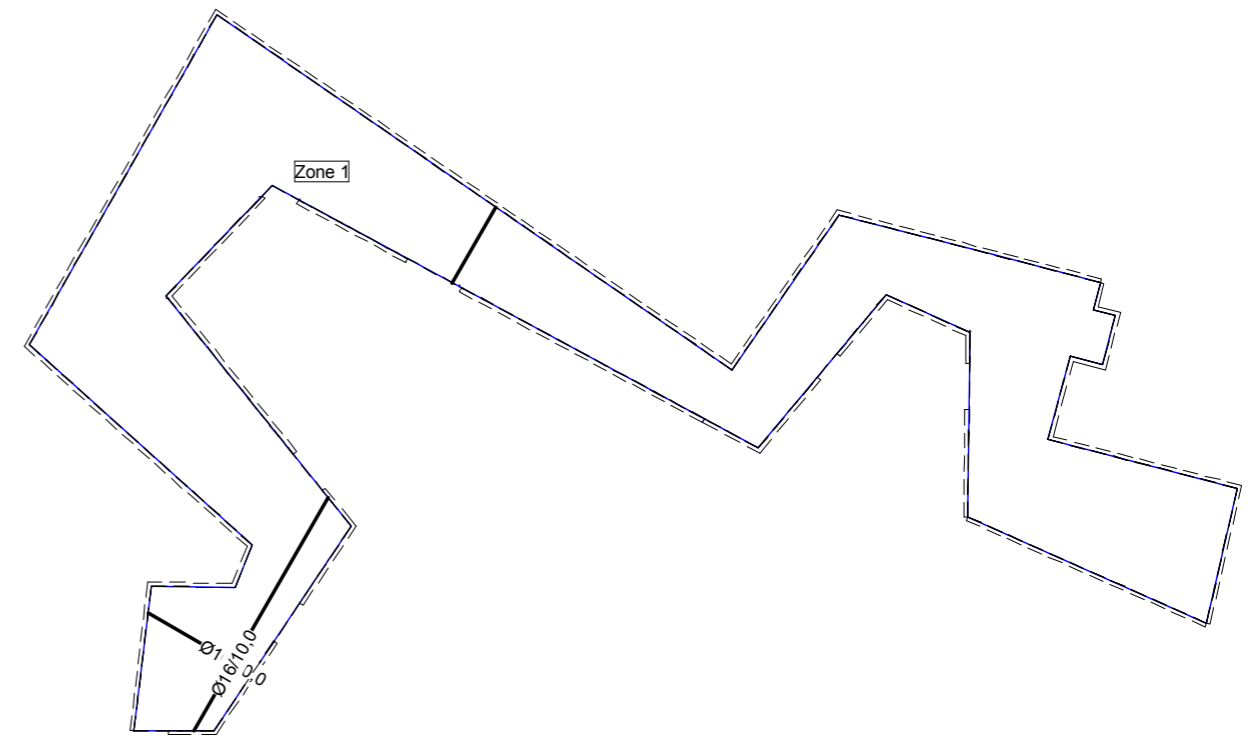
Reinforcement moments mby+: !Ultimate (ULS), Equidistance: 20,0 kN, Reference line: 0,0 kN

Scale 1:701,1

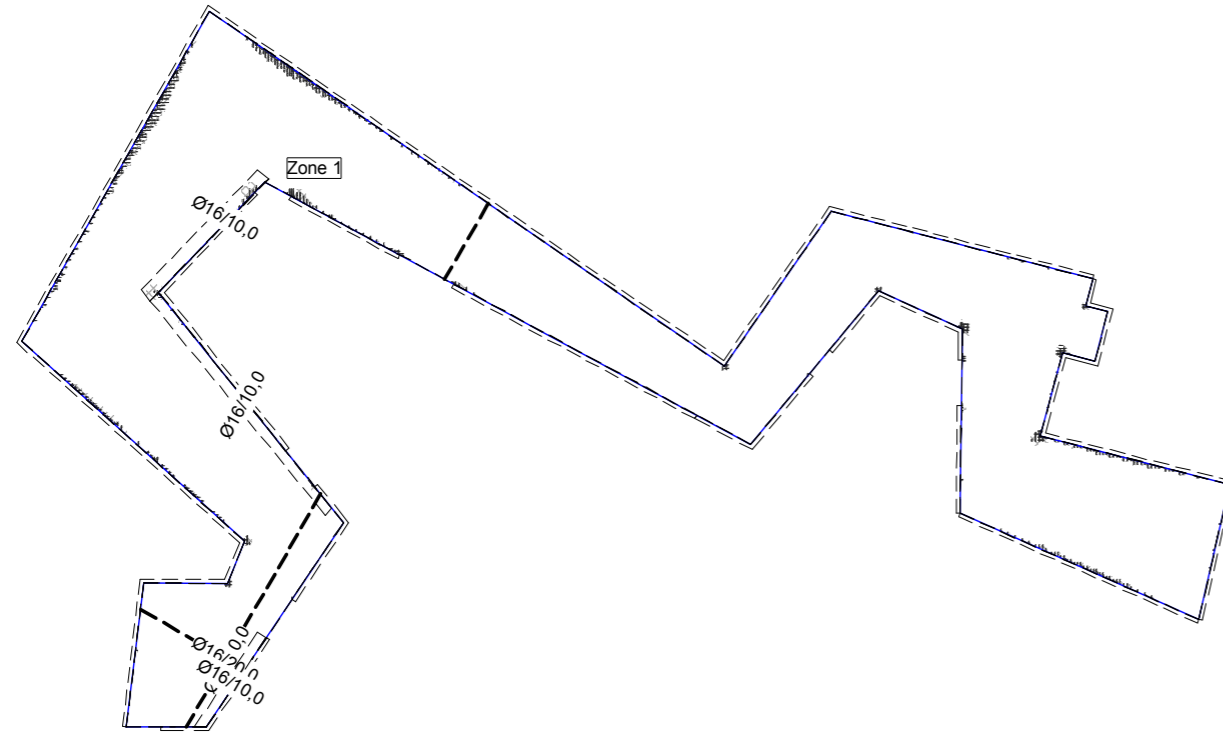


Armado - Reinforcement requirement, Bottom: !Ultimate (ULS), Elastic envelopes

Scale 1:700,7







MUROS

Para el muro simplemente es necesaria una comprobación seccional.  
Se comprueba con el prontuario como un soporte a pandeo

Peso muros: 70 kN/m

Nd: 829kN

Como resultado da armado mínimo. Se propone una armado exterior de fi16 a 10 e interior de fi12 a 10  
Armado horizontal a mínimos

Cálculo de soportes a pandeo

1\_Datos:

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30

Tipo de acero : B-500-S

fck [MPa] = 30.00

fyk [MPa] = 500.00

γc = 1.50

γs = 1.15

- Sección

Sección : MUROSOPORTE

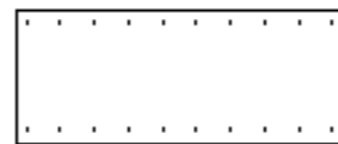
b [m] = 1.00

h [m] = 0.40

r [m] = 0.040

nº barras horizontales = 10

nº barras verticales = 2



- Estructura

Tipo : Intraslacional

L [m] = 3

Vinculación de los extremos del soporte :

Vinculación extremo superior de pilar : Apoyo

Vinculación extremo inferior de pilar : Apoyo

2\_Dimensionamiento

Nd [kN] = 890

Md,sup [kN•m] = 17.8

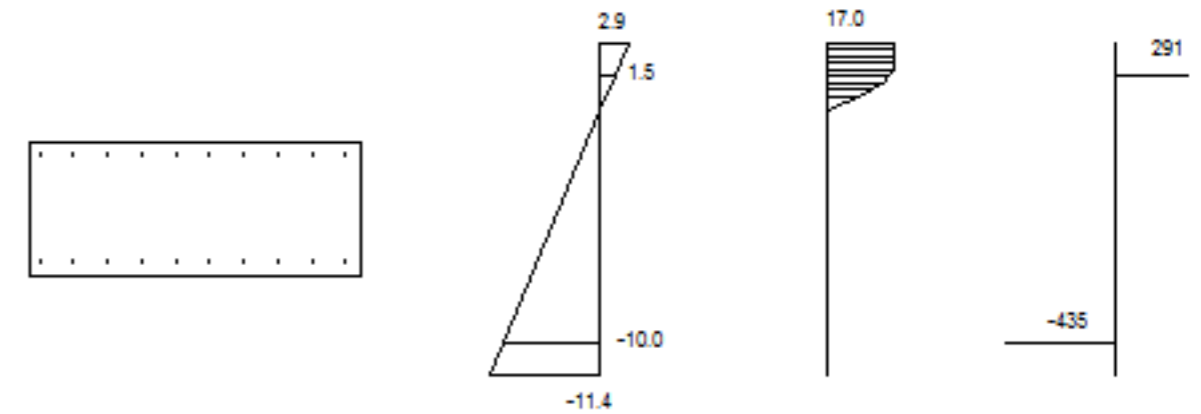
Md,inf [kN•m] = 17.8

- Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.08

1/r [1/m]•1.E-3 = 35.8

εs •1.E-3 = 2.9



Deformación y tensión de armaduras superior e inferior

Profundidad	Deformación	Tensión
[m]	•1.E-3	[MPa]
0.04	1.5	291
0.36	-10.0	435

- Esbelteces y esfuerzos de diseño:

Esbeltez = 26

Nd [kN] = 890

Nd•etot [kN•m] = 29.7

- Propuesta armadura dimensionamiento

Aest	Oest	A	O
[cm <sup>2</sup> ]	[mm]	[cm <sup>2</sup> ]	[mm]
18.4*	10.8	22.6	12.0

\* Cuantía mínima

- Parámetros de esbeltez

Longitud de pandeo  $l_0$  [m] = 3.00

Esbeltez mecánica  $\lambda = 26$

$\psi_A = \infty$

$\psi_B = \infty$

$\alpha = 1.00\epsilon$

- Parámetros de cálculo del método aproximado

$i_c$  [m] = 0.1155

$i_s$  [m] = 0.1600

$\epsilon = 0.0036$

$\epsilon_y = 0.0022$

$\beta = 1.00$

## AUDITORIO

La complejidad estructural del auditorio impedía abordar de una manera directa el análisis estructural; por ello, ha sido necesario realizar un estudio previo del funcionamiento de la estructura para su mayor comprensión antes de realizar su comprobación.

### Estudio previo. Predimensionamiento

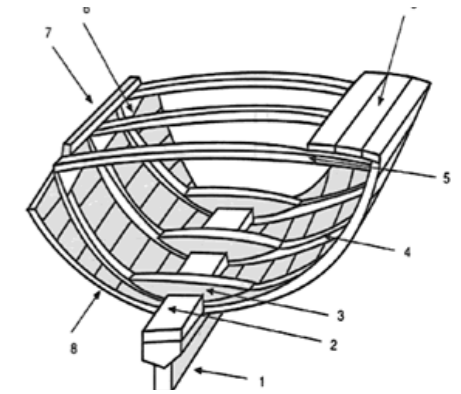
Antes de comenzar con el análisis numérico, se ha preferido entender el funcionamiento de la estructura, en concreto, la manera de ésta de transmitir las fuerzas gravitatorias a la cimentación, principio básico de toda edificación.

La parte rígida del sistema son los núcleos verticales, cuya responsabilidad estructural es soportar la compresión del total de las reacciones. La incógnita por tanto es cómo se comporta el sistema global forjados + piel estructural.

Los forjados transmiten con respuesta placa las cargas a los núcleos y a la piel, ya que desde el primer momento se observa que, dado el rango de luces impuesta por la funcionalidad, se requiere de su trabajo para el correcto funcionamiento. La incógnita real es que parte de la carga se transmite directamente a los núcleos y que parte se transmite, de manera secundaria (ya que en última instancia toda la carga acaba en los mismos puntos) a través de la piel. Las condiciones de sustentación reales de las placas de los forjados serán, por tanto, una relación de rigideces entre la piel trabajando como membrana y los núcleos; sin embargo la rigidez de la piel será función de la rigidez de los forjado a su vez, manifestándose así la complejidad de la respuesta real.

Con este razonamiento surge ya la idea-estructural horizonte: conseguir un volumen que trabaje como superficie activa utilizando tanto sus elementos interiores como exteriores, alcanzar un bloque de rigidez suficiente como para apoyar sobre los núcleos como elemento rígido.

El símil más próximo al funcionamiento estructural es el de un barco: la piel y los forjados superior e inferior actúan a modo de casco, rigidizado con cuadernas transversales, que en su interior alojan diversas cubiertas (los forjados) y que, en este caso, está sometido a unas condiciones de soporte particulares, las impuestas por la posición de los núcleos.



Antes de estudiar globalmente la estructura, se realiza un predimensionamiento, para lo que se han realizado una serie de hipótesis básicas del lado de la seguridad. Para esta labor se ha empleado el programa CEDRUS...En concreto, se ha estudiado forjado a forjado la transmisión de cargas, bloqueando el desplazamiento en la piel, para obtener la máxima reacción en ésta. Con éstas reacciones se ha estudiado tanto el forjado inferior como el de cubierta, esta vez introduciendo las condiciones de piel como elementos de sustentación de gran canto (indeformables a flexión). Se ha podido así obtener una primera aproximación de lo siguiente:

## AUDITORIO

La complejidad estructural del auditorio impedía abordar de una manera directa el análisis estructural; por ello, ha sido necesario realizar un estudio previo del funcionamiento de la estructura para su mayor comprensión antes de realizar su comprobación.

### ESTUDIO PREVIO. PREDIMENSIONAMIENTO

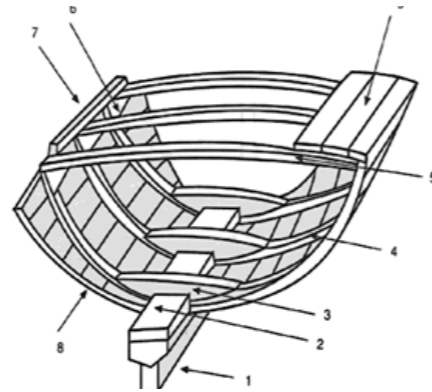
Antes de comenzar con el análisis numérico, se ha preferido entender el funcionamiento de la estructura, en concreto, la manera de ésta de transmitir las fuerzas gravitatorias a la cimentación, principio básico de toda edificación.

La parte rígida del sistema son los núcleos verticales, cuya responsabilidad estructural es soportar la compresión del total de las reacciones. La incógnita por tanto es cómo se comporta el sistema global forjados + piel estructural.

Los forjados transmiten con respuesta placa las cargas a los núcleos y a la piel, ya que desde el primer momento se observa que, dado el rango de luces impuesta por la funcionalidad, se requiere de su trabajo para el correcto funcionamiento. La incógnita real es que parte de la carga se transmite directamente a los núcleos y que parte se transmite, de manera secundaria (ya que en última instancia toda la carga acaba en los mismos puntos) a través de la piel. Las condiciones de sustentación reales de las placas de los forjados serán, por tanto, una relación de rigideces entre la piel trabajando como membrana y los núcleos; sin embargo la rigidez de la piel será función de la rigidez de los forjado a su vez, manifestándose así la complejidad de la respuesta real.

Con este razonamiento surge ya la idea-estructural horizonte: conseguir un volumen que trabaje como superficie activa utilizando tanto sus elementos interiores como exteriores, alcanzar un bloque de rigidez suficiente como para apoyar sobre los núcleos como elemento rígido.

El símil más próximo al funcionamiento estructural es el de un barco: la piel y los forjados superior e inferior actúan a modo de casco, rigidizado con cuadernas transversales, que en su interior alojan diversas cubiertas (los forjados) y que, en este caso, está sometido a unas condiciones de soporte particulares, las impuestas por la posición de los núcleos.



Antes de estudiar globalmente la estructura, se realiza un predimensionamiento, para lo que se han realizado una serie de hipótesis básicas del lado de la seguridad. Para esta labor se ha empleado el programa CEDRUS...En concreto, se ha estudiado forjado a forjado la transmisión de cargas, bloqueando el desplazamiento en la piel, para obtener la máxima reacción en ésta. Con éstas reacciones se ha estudiado tanto el forjado inferior como el de cubierta, esta vez introduciendo las condiciones de piel como elementos de sustentación de gran canto (indeformables a flexión). Se ha podido así obtener una primera aproximación de lo siguiente:

- Las reacciones sobre los núcleos, de manera que se ha visto si su posición, dimensión y calidad es suficiente.
- Se ha analizado la necesidad de rigidez global de la estructura. Se ha determinado así que la solución más eficaz es la disposición de vigas de rigidez colgadas (directa o inversamente) en el forjado inferior y en la cubierta.
- Se ha hecho una primera estimación de los esfuerzos locales de las losas y se ha comprobado la validez de las cuantías de armado.

Con toda esta información se enfrenta la construcción de un modelo global que refleje la respuesta final de la estructura.

## MODELO GLOBAL FINAL

La manera de reflejar de forma realista el comportamiento global de la estructura es la construcción de un modelo de elementos finitos tridimensional.

Se ha utilizado el programa SAP2000, que es un programa comercial ampliamente difundido; es de carácter generalista, permitiendo la utilización de elementos finitos de 1D, 2D (triangulares y cuadrangulares) y 3D (prismas).

El modelo construido es, desde el punto de vista numérico, un modelo de lámina plegada, en el que cada parte de la estructura se asimila a un elemento finito bidimensional. Concretamente, se ha realizado una discretización completa de toda la estructura con elementos en torno a 0.5x0.5 m, que recogen tanto la respuesta membrana como la respuesta placa.

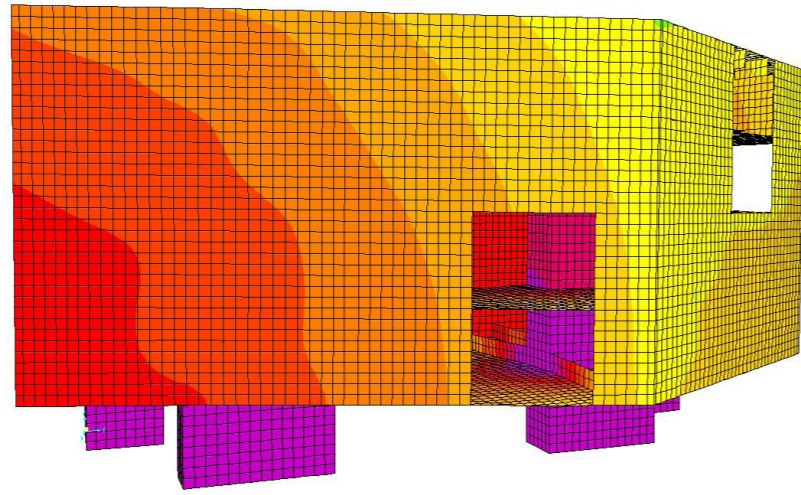
Con este modelo se ha comprobado la validez de las hipótesis realizadas en el predimensionamiento y los resultados previos, además de obtenerse los resultados generales.

### • Conclusiones

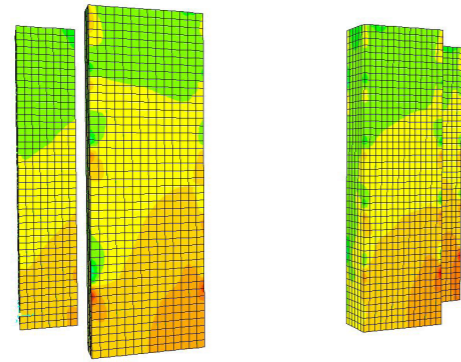
Se ha hecho un estudio del comportamiento global de la estructura, comprobando posteriormente la validez del esquema general planteado. Se ha conseguido un volumen suficientemente rígido colocando elementos transversales en cubierta y en el forjado inferior, transmitiendo directamente las cargas a los núcleos de apoyo.

Los principales resultados son:

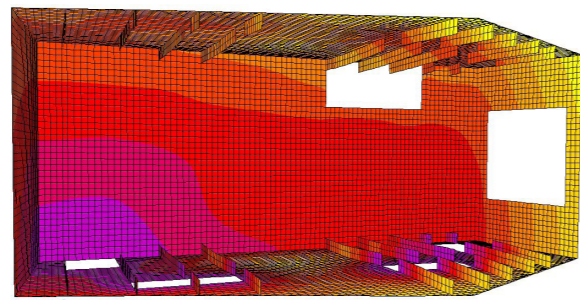




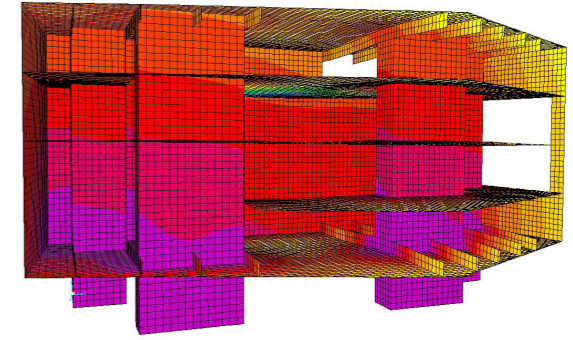
DEFORMACIONES DEL MODELO GENERAL



COMPRESIONES DE ESQUEMA RIGIDO PRIMARIO

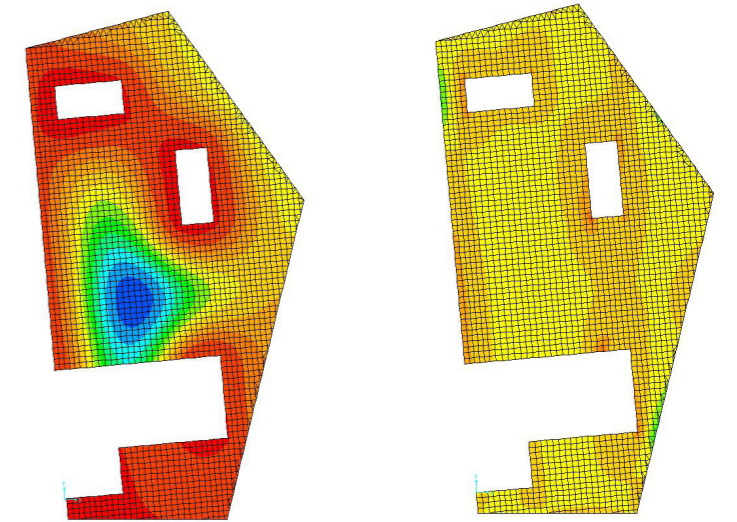


DEFORMACIONES DE LA PIEL RIGIDIZADORA

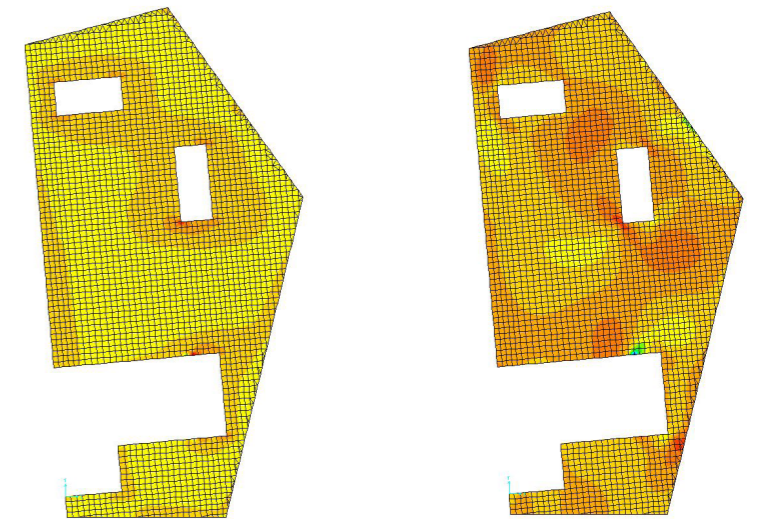


DEFORMACIONES DEL MODELO GENERAL

DEFORMACIONES DEL FORJADO 4



DEL FORJADO 4





## **MA.** MEMORIA ACUSTICA

- 01. Introducción
- 02. Implantación urbanística
- 03. Características generales de acústica de recintos singulares
- 04. Criterios aplicables
- 05. Aislamiento acústico
- 06. Acabados interiores
- 07. Acondicionamiento de la sala

## 01. INTRODUCCIÓN

Esta memoria tiene por objeto conseguir que las condiciones acústicas de las distintas dependencias Centro de Artes Escénicas y en particular de la Sala Principal y Áreas Complementarias, sean las adecuadas a las diferentes actividades que se desarrollarán en ellas.

Este objetivo se obtiene, por una parte, asegurando que los aislamientos acústicos que ofrecen los elementos constructivos, tanto verticales como horizontales, son los adecuados, de forma que los niveles de ruido de fondo existentes en el interior de los recintos y generados por fuentes sonoras exteriores a los mismos, no interfieran con las actividades normales que se desarrollarán en ellos.

Por otra parte, se deberán definir la geometría y materiales a emplear en aquellos recintos de acústica crítica, de forma que en el interior de los mismos exista un campo sonoro adecuado, con distribución uniforme del sonido, una absorción adecuada, ausencia de focalizaciones, etc.

## 02. IMPLANTACIÓN DE URBANÍSTICA

Los principales emisores de ruido ambiental son el tráfico, la industria, servicios y actividades lúdicas. Sin embargo, cerca del Centro de artes no existe ninguno de estos factores de gran importancia.

El proyecto se ubica en Almagro, una pequeña población donde la contaminación acústica es prácticamente nula. El solar esta inmerso en el centro histórico donde los viales son estrechos y tortuosos, por lo que no permite un gran volumen de tráfico y mucho menos el tránsito de grandes vehículos.

La industria del municipio se sitúa a las afueras de la población siendo nulo su afección acústica al proyecto.

## 03. CRITERIOS GENERALES DE ACÚSTICA DE RECINTOS SINGULARES

Los objetivos generales exigibles a un recinto para que posea una calidad acústica óptima, varían según el uso a que vaya a ser destinado; sin embargo dentro de esa variación existe un propósito general que puede definirse como buena comunicación, tanto en palabra como en música, entre la fuente sonora (orquesta, orador, etc.) y el observador (el director de la orquesta, la audiencia, etc.).

Las condiciones acústicas de la Sala se ven afectadas por consideraciones puramente arquitectónicas tales como forma y volumen del recinto, tratamiento de las superficies interiores, capacidad, etc.

Algunos de los factores exigibles a los grandes recintos son:

### ADECUADA SONORIDAD

La señal sonora que le llega a la audiencia de un recinto singular es la suma de las contribuciones del sonido directo y del reflejado por las distintas superficies que configuran el recinto. El sonido directo sufre una atenuación con la distancia al ser absorbido por la propia audiencia así como por las paredes y el mobiliario.

Con el fin de asegurar un nivel sonoro adecuado en todo el recinto, se debe diseñar éste de forma que la audiencia este lo más próxima posible a la fuente, reduciendo consecuentemente el camino que debe recorrer el sonido.

Por otra parte, la fuente sonora debe rodearse de superficies reflejantes a fin de aumentar por reflexión la energía sonora que recibe el oyente.

Igualmente se deberán proyectar convenientemente las superficies de la sala de forma que la onda reflejada por ellas alcance a la audiencia eficazmente.

En consecuencia el área y el volumen de un recinto deben guardar una cierta relación, a fin de asegurar que la distancia que recorren los sonidos directos y reflejados es la óptima para una buena audición.

Existen unos ciertos valores para esta relación en función de la actividad principal a la que esta destinado el recinto; así para salas donde predomina la palabra, dicha relación varía entre 2.5 y 5.5 m<sup>3</sup>/persona; para salas de conciertos, entre 7.0 y 11.0 m<sup>3</sup>/persona y para recintos multiuso entre 5.0 y 8.0 m<sup>3</sup>/persona.

Las paredes paralelas deben evitarse a fin de eliminar ecos múltiples (flutter). Igualmente deben situarse superficies reflejantes en determinadas zonas del recinto, a fin de reforzar el sonido directo mediante reflexiones cortas (retrasos inferiores a 30 - 40 milisegundos) creando una mayor sensación de "intimidad".

### DIFUSIÓN DEL SONIDO

Una de las características fundamentales de las buenas Salas de audición es una buena difusión sonora.

La distribución del sonido en el interior de un recinto es función exclusivamente de su geometría y de los elementos decorativos que la configuran. Es difícil de medir y más aun de calcular.

En general grandes superficies planas o cóncavas no difunden bien el sonido. Por el contrario, irregularidades, superficies convexas, elementos decorativos, etc., con volúmenes suficientemente grandes, reflejan el sonido en diferentes direcciones siendo por tanto buenos difusores. Una buena difusión sonora asegura una buena distribución sonora.

### TIEMPO DE REVERBERACIÓN

El tiempo de reverberación de un recinto (lapso de tiempo que transcurre desde que cesa la señal sonora hasta que el nivel desciende 60 dB) es una medida de la permanencia de la energía sonora en este. Este parámetro es sin duda, el valor que mejor caracteriza la calidad acústica de un recinto.

A la vez el tiempo de reverberación es una medida de las propiedades absorbentes o reflejantes de las superficies interiores del recinto.

El tiempo de reverberación óptimo de un recinto destinado a una determinada actividad depende del volumen y de la frecuencia. Para un volumen determinado, el tiempo de reverberación óptimo se suele recomendar para las frecuencias medias (500 - 1000 Hz), ajustando su valor posteriormente a otras frecuencias.

Se presentan los tiempos óptimos recomendados para grandes salas para frecuencias medias (500 Hz y 1000 Hz) para distintos volúmenes y según estén destinadas a actividades musicales o para palabra. En general se pueden resumir esos márgenes de variación para los distintos recintos según la Tabla.

TIEMPOS DE REVERBERACIÓN OPTIMOS A FRECUENCIAS MEDIAS RECOMENDADOS	
AUDITORIOS DE MÚSICA SINFÓNICA	1.7 - 2.2 segundos
AUDITORIOS DE MÚSICA DE CÁMARA	1.4-1.7 segundos
TEATROS DE OPERA	1.1-1.4 segundos
TEATROS	0.8-1.4 segundos
SALAS DE CONGRESOS Y CONFERENCIAS	0.8-1.4 segundos
SALAS DE ENSAYO	1.0-1.5 segundos
AULAS ENSEÑANZA MUSICAL	0.6-1.0 segundos.
AULAS DE ENSEÑANZA	0.5 - 0.9 segundos
VESTÍBULOS	0.9 -1.0 segundos
BIBLIOTECAS	0.5 - 0.8 segundos
OFICINAS	0.6 segundos

Esos márgenes indicados muestran la variación adecuada en cada caso para distintos volúmenes y los T60 son los tiempos de reverberación medios correspondientes a las frecuencias de 500 y 1000 Hz. con las salas ocupadas.

El tiempo de reverberación óptimo de un recinto de audición musical varía ligeramente con la frecuencia, mayor a frecuencias bajas y menor a las altas, respecto a las frecuencias medias, como indica la Figura 3. Un tiempo de reverberación que varíe con la frecuencia según esa curva asegura un equilibrio tonal de la Sala y un sonido cálido.

Para la palabra podía ser uniforme para las distintas frecuencias, aunque no es excesivamente crítico si hay algo más de reverberación dado que la palabra se centra en las frecuencias medias.

Aquellos recintos que poseen un tiempo de reverberación muy corto, se dice que suenan “secos” o “muertos”; por el contrario aquellos que tienen un tiempo largo, se dice que suenan “vivos”.

Un recinto con tiempos de reverberación largos a bajas frecuencias suena “cálido”; si bien es deseable que el tiempo de reverberación sea el adecuado para todas las frecuencias a fin de que sea “rico entonos”.

Si el recinto tiene un tiempo de reverberación corto y el oyente está próximo a la fuente sonora y existen reflexiones cortas, se dice que el recinto posee “claridad” o “definición”.

#### REFLEXIONES

El proceso de la reverberación no es otra cosa que una serie casi continua de reflexiones del sonido en las paredes del recinto, provenientes de casi todas las direcciones. El proceso se especifica a través del tiempo de reverberación, como un resumen de todo lo que ocurre en esas reflexiones y durante el tiempo indicado.

La formación de esas reflexiones tanto como su resumen, es importante para su buena acústica.

En un recinto bien diseñado, los oyentes ignoran las muchas reflexiones que reciben aún cuando en algunos casos su nivel pueda ser más alto que el del propio sonido.

El oído integra el sonido directo y aquellas primeras reflexiones que llegan con pequeños retrasos (inferiores a 30 milisegundos); esa integración se traduce en un aumento de la sensación sonora producida por el sonido directo y por tanto la inteligibilidad aumenta sobre la que existiría en ausencia de esas reflexiones.

Si el retraso de las reflexiones respecto al sonido directo es superior a 90 milisegundos, aún cuando la intensidad de las mismas sea inferior a la del sonido directo, se producen superposiciones de los sonidos y en consecuencia un enmascaramiento de las señales. Un eco claro se produce cuando el retraso con que llega esta reflexión es igual o superior a 90 milisegundos aunque pueden ser detectados para retrasos inferiores.

Para mayor seguridad, retrasos con niveles cercanos al nivel directo superiores a 50 - 60 milisegundos deben ser evitados. Esas reflexiones singulares presentes en un recinto dependen completamente de su forma, así como de las propiedades absorbentes de las superficies interiores.

En recintos regulares de pequeñas dimensiones, las diferencias de caminos no son grandes y en caso de superficies reflejantes, la sensación es de un recinto reverberante pero sin distinguir claramente reflexiones singulares o ecos.

Por el contrario grandes recintos ofrecen la posibilidad de grandes diferencias de caminos y si las superficies no son absorbentes, los sonidos reflejados pueden tener intensidades similares a los sonidos directos y llegar con largos retrasos, favoreciendo la formación de ecos.

#### NIVEL DE RUIDO DE FONDO

Se entiende como nivel de ruido de fondo de un determinado recinto, el nivel de ruido que existe en él en ausencia de la actividad para la que fue diseñado. Este ruido es transmitido al interior del recinto por las actividades que se desarrollan en los ambientes vecinos (otras dependencias, tráfico, etc.)

El efecto del ruido de fondo existente en un recinto es el de elevar el umbral de audición, ejerciendo consecuentemente un enmascaramiento de los sonidos deseados, al ser desfigurados y deformados.

Es evidente que el óptimo nivel de ruido de fondo permisible en un determinado recinto depende de las actividades que se desarrollan en su interior. Aquellas actividades que sean perturbadas con mayor facilidad, requerirán en consecuencia un menor nivel de ruido de fondo.

Existen diferentes criterios internacionales aceptados que establecen los niveles máximos adecuados al uso de los distintos recintos, todos ellos definidos en base a que el ruido de fondo no interfiera con la normal actividad que se desarrolla en su interior.

El criterio utilizado más asiduamente para especificar niveles de ruido de fondo adecuados es el conocido como Criterio NC o Curvas NC. Se refieren a ruido de naturaleza constante y especifican, en cada banda de frecuencia, el nivel máximo permitido.

Desde otro punto de vista, una curva NC puede escogerse para identificar el nivel de ruido máximo exigido en un recinto generado por una o varias fuentes. En el diseño de nuevos recintos, se recomiendan distintas curvas NC según el tipo de construcción y el uso a que van destinadas.

Varios autores han recomendado distintos criterios NC para distintos usos de los recintos.

La Tabla presenta un resumen de esos criterios recomendados, aceptados internacionalmente.

Un criterio semejante al NC, exige un nivel de ruido de fondo máximo en términos del nivel sonoro en dB(A). Es la mencionada Tabla se incluye los valores equivalentes a los NC en términos de ese nivel sonoro.

NIVEL DE RUIDO DE FONDO RECOMENDADO		
Recinto	Curva NC	Nivel Sonoro dB(A)
Auditorios, Teatro Opera (con posibilidad de grabación) Estudios de grabación	15	23
Auditorios, Teatros Opera (sin grabaciones)	20	28
Salas ensayo musical, Estudios de radio y TV., Teatros, Camerinos individuales, Teatros aire libre (sin refuerzo electrónico)	25	33
Salas de conferencias, Iglesias, pequeños Auditorios, Aulas de enseñanza musical, Sala de reuniones, Cabinas de control	25	33
Cines, Camerinos múltiples, Salas de exposiciones, Museos	27	35
Dormitorios, Hospitales-Clínicas, Hoteles, Residencia de ancianos	27	35
Aulas de enseñanza, Bibliotecas, Despachos, Aulas de diseño	30	38
Vestíbulos, Oficinas múltiples, Accesos, Salas de estar, Laboratorios, Restaurantes, Vestuarios	35	43
Bares, Cafeterías, Oficinas bancarias, Centros comerciales, Estaciones, Polideportivos, Piscinas, Gimnasios	40	48
Aseos, Locales técnicos, Almacenes, Talleres ligeros	45	53

#### PARÁMETROS DE AJUSTE FINO

Tiempo de reverberación primario (TIO o EDT):

Es el calculado a partir del comienzo del descenso sonoro hasta los primeros 10 dB de caída. Es representativo de la sensación de reverberación durante la mayor parte de los pasajes de una obra musical, mientras que el tiempo de reverberación clásico es representativo de la sensación después de un acorde musical.

Idealmente deberían ser iguales, pero el TIO depende más de la geometría de la sala y la situación del receptor que el T60.

#### DEFINICIÓN O CLARIDAD

La energía primaria, considerada como la resultante del sonido directo más la procedente de las reflexiones primarias es un parámetro importante que determina, cuando se compara con la energía total recibida, la claridad de la sala.

Esa claridad puede determinarse estableciendo varios límites temporales a la hora de definir la palabra primaria o a la hora de considerar las reflexiones como primeras. Por ejemplo el límite puede establecerse en los primeros 36 milisegundos, 50 milisegundos u 80 milisegundos.

Los primeros límites se refieren más a claridad para la palabra y están relacionados con la inteligibilidad de la misma. Para la música se acostumbra a utilizar la cifra 80 milisegundos como separación de energía primaria o tardía.

De esa forma se define la claridad  $C_{80}$  como:

$$C_{80} = 10 \log \frac{\int_0^{0.08} P^2(t) dt}{\int_{0.08}^{\infty} P^2(t) dt}$$

Sus valores óptimos se encuentran entre - 2 y + 2 para C80 y - 5 y -1 para C50.

Una sala con poca claridad es confusa, domina excesivamente la reverberación; por el contrario en una sala muy clara le falta cuerpo a la música y se suelen oír 90 instrumentos en vez de 1 orquesta. Como en tantas cosas el adecuado equilibrio entre la energía primaria y la reverberante permite optimizar la audición.

#### ENERGÍA LATERAL. IMPRESIÓN ESPACIAL (EL O LEF)

Las grandes salas, grandes desde el punto de vista acústico, tienen una mayoría de butacas con importantes reflexiones cortas laterales.

Estos sonidos reflejados al ser integrados por el oído aumentan la sensación sonora producida por el sonido directo por lo que ayudan a incrementar la Definición de la música o la claridad de la misma.

En una sala reverberante ( $T_{60}$  entre 1.7 y 2.2 segundos) si no se ayuda al sonido directo con esas reflexiones cortas, el campo reverberante en la zona más alejada del escenario domina claramente, por lo que se puede perder claridad o definición musical.

La importancia de las primeras reflexiones es igualmente grande para dar esa impresión de intimidad; esta intimidad se consigue con reflexiones de corto retraso particularmente en las butacas centrales, más alejadas de las paredes. En esta zona el techo o reflectores colgantes o los petos de anfiteatros o palcos pueden ser los encargados de ofrecerlas.

Normalmente la impresión de intimidad es excelente con media docena de reflexiones dentro de los primeros 30 milisegundos después del sonido directo.

Reflexiones con retrasos superiores a 50 - 60 milisegundos ya no son tan útiles de cara a esa sensación de intimidad o impresión espacial, pero siguen siendo bienvenidas.

En términos energéticos se expresa como el cociente entre la energía primaria de origen lateral (sin el sonido directo) y la energía primaria total.

$$EL = \frac{\int_{0.005}^{0.08} P_L^2(t) \cos^2 \theta dt}{\int_0^{0.08} P^2(t) dt}$$

El valor óptimo debería estar entre 0.2 y 0.35.

#### INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA.

En el exterior, el nivel de presión sonora en el oído del receptor es función inicialmente de la potencia sonora del emisor y de la distancia entre ambos.

Ahora bien, la presencia de un ruido de fondo enmascara la palabra y hace que un determinado número de sílabas dejen de entenderse, dependiendo este número, además de los dos factores anteriormente citados, del nivel de ruido ambiental o de fondo.

En la Tabla se muestran los niveles de ruido que permiten una conversación marginalmente aceptable a distancia y niveles de voz indicados.



NIVELES DE RUIDO QUE PERMITEN UNA CONVERSACIÓN ACEPTABLE A LA DISTANCIA Y NIVELES DE VOZ INDICADOS				
Distancia interlocutores (m)	NIVEL DE INTERFERENCIA DE LA PALABRA (dB)			
	Voz normal	Voz alta	Voz muy alta	Gritando
0.15	76	82	88	94
0.3	70	76	82	88
0.6	64	70	76	82
0.9	60	66	72	78
1.2	58	64	70	76
1.5	56	62	68	74
1.8	54	60	66	72
3.6	48	54	60	66

En el exterior existe solo, en general, el sonido directo procedente del orador. En un recinto cerrado existen además reflexiones del sonido procedentes de las paredes y techos, que llegan al oído con distintos retrasos respecto al sonido directo.

Esas reflexiones se multiplican con el tiempo de forma que en un recinto con paredes lisas y reflejantes llegan cientos de esas reflexiones en unas décimas de segundo. Aquellas que llegan con poco retraso (inferior a 30 milisegundos) son integradas por el oído y ayudan a la inteligibilidad al incrementar el nivel del sonido directo. Las más retrasadas pueden causar sin embargo interferencias que reduzcan la inteligibilidad.

La reverberación mencionada anteriormente, no es más que un resumen de todas esas reflexiones procedentes de las superficies de un recinto. Por tanto si es muy alta (T60 largo), a la sílaba recibida directamente se le puede unir la anterior, mantenida en el recinto por esa reverberación, con lo que se crea una confusión.

De ahí la importancia de adecuar los valores tanto del ruido de fondo como del tiempo de reverberación para optimizar la inteligibilidad de la palabra. Esta es crítica en aquellos recintos donde la palabra es el objetivo primordial como es el caso de las salas de congresos, aulas, etc..

Como resumen, se presentan los valores óptimos para estos parámetros de ajuste fino.

VALORES OPTIMOS	
EDT	El óptimo se ajusta al T60 clásico
C80/C50	Entre - 2 y + 2 para música / Entre - 5 y - 1 para palabra
EX.	Entre 0.2 y 0.35%
SPL	La variación del nivel de presión sonora en la sala debería aproximarse a 0 dB, aunque esto es físicamente imposible. Variaciones no superiores a 6 dB aseguren una excelente sonoridad en la Sala.
Inteligibilidad de la palabra	Superior al 90 %

#### 04. CRITERIOS APLICABLES

##### DEFINICIÓN DE USOS

Para un planteamiento óptimo y una adecuada definición de las necesidades y exigencias acústicas de un recinto, es de capital importancia conocer con mayor la exactitud posible las diversas actividades que se desarrollan en su interior.

En el presente caso y tal y como se indica en el Centro de Artes Escénicas en Almagro, las actividades que se celebrarán en la Sala Principal pueden ser muy variadas, incluyendo tanto las actividades donde predomina la palabra (Teatro, Conferencias, etc.), como en aquellas otras donde la música es predominante (Conciertos Sinfónicos, Recitales, Operas, Zarzuela, etc.).

En cuanto a los recintos complementarios (Vestíbulos, Camerinos, Oficinas, etc.) el uso predominante desde el punto de vista acústico son las actividades en donde la palabra es el medio de comunicación.

##### TIEMPOS DE REVERBERACIÓN

Teniendo en cuenta las distintas actividades que se desarrollarán en las diferentes áreas y zonas del Edificio proyectado, los tiempos de reverberación óptimos a frecuencias medias (500 Hz y 1000 Hz) son:

Recintos	T60, seg.
Vestíbulo Personal	≤1.0
Vestuario Personal	0.9
Aseo Personal	0.9
Camerinos	0.8
Aseos Generales	0.9
Distribuidor Personal	0.9
Almacenes	Sin exigencia
Área Administración	0.8
Vestíbulo Principal	≤1.2 seg.
Vestíbulos Menores	≤ 0.9 seg.
Aseos Público	0.9
Salas (Cabinas)	0.6
Instalaciones Técnicas	Sin exigencia
Sala Principal: Música	1.8/1.9
Palabra	1.3/1.4

## NIVELES DE RUIDO DE FONDO RECOMENDADOS

Los niveles de ruido de fondo óptimos que se establecen para cada uno de los recintos del edificio son:

RECINTOS	CURVA NC	NIVEL SONORO, DB(A)
Vestíbulo personal	35	43
Vestuario personal	27	35
Aseo Personal	45	53
Camerinos	27	35
Aseos Generales	45	53
Distribuidores	35	43
Almacenes	45	53
Área Administración	30	38
Vestíbulo Principal	35	43
Vestíbulos Menores	35	43
Aseos Público	45	53
Salas (Cabinas)	25	33
Sala Principal	20	28

Estos criterios se aplican a las instalaciones que generan niveles de ruido continuo (aire acondicionado, iluminación, etc.), así como el procedente del exterior (tráfico) u otros recintos adyacentes.

Para cumplir con esas exigencias, cada una de las principales contribuciones, como es el caso del ruido de tráfico y el sistema de aire acondicionado, han de generar 5 dB menos que los exigidos en dicha relación.

Se recomienda que el normal funcionamiento de la maquinaria escénica que se utilice durante las representaciones, no exceda el nivel de ruido de 40 dB(A) en la primera fila de espectadores (Telón de boca, movimiento de barras, puntos singulares, etc.).

## 05. AISLAMIENTO ACÚSTICO

### NIVELES SONOROS TÍPICOS

En el interior de un edificio de las características del proyectado Teatro Experimental, los niveles que se pueden generar en sus distintas dependencias son muy amplios y variados como consecuencia de las distintas actividades que se desarrollan en ellos; así:

- En la Sala Principal se podrán generar niveles sonoros comprendidos entre 100 y 110 dB(A), en particular en actuaciones musicales, bien en conciertos sinfónicos o en óperas.
- En Vestíbulos se pueden generar niveles sonoros entre 80 y 85 dB(A), estos mismos niveles se presentan en Pasillos y Circulaciones.
- Vestuarios, Camerinos y Cabinas, el nivel sonoro puede alcanzar 80 dB(A) e incluso niveles sonoros más altos en casos puntuales.
- En Aseos, el nivel sonoro puede alcanzar 75 dB(A) debido a conversaciones y 85-90 dB(A) generados por algunas instalaciones sanitarias (fluxómetro, descarga y carga de cisternas, secamanos, etc.).

- Cuartos de Instalaciones los niveles sonoros pueden generar niveles sonoros entre 75 y 90 dB(A) en función de la maquinaria que se instale.

### AISLAMIENTOS ACÚSTICOS NECESARIOS

Los aislamientos acústicos que deben cumplir los distintos elementos constructivos de separación entre recintos (paredes, tabiques, forjados, etc.) podrán establecerse en base a los niveles sonoros que generará la normal actividad en dichos recintos y los criterios de ruido de fondo establecidos.

El aislamiento acústico necesario para paredes y forjados es la r diferencia entre los niveles de ruido generados por un recinto y el criterio de ruido de fondo exigido en los recintos adyacentes (lateral, inferior o superior) respectivamente.

Los aislamientos acústicos necesarios para los distintos elementos constructivos horizontales y verticales de separación entre recintos son:

PAREDES, MUROS O TABIQUES	DB(A)
Entre Vestíbulo Personal y Exterior (parte ciega)	≥ 45
Entre Vestíbulo Personal y Camerinos	≥ 40
Entre Camerinos	≥ 40
Entre Camerinos y Pasillos	≥ 40
Entre Camerinos y Exterior (parte ciega)	≥ 45
Entre Aseos y Pasillos	≥ 35
Entre Aseos	≥ 35
Entre Almacén y Pasillos	≥ 40
Entre Almacén y Escenario	≥ 45
Entre Escenario y Exterior	≥ 55
Entre Sala Principal y Exterior	≥ 55
Entre Sala Principal y Aseos/Almacén	≥ 55
Entre Sala Principal y Vestíbulo	≥ 50
Entre Sala Principal y Cabinas (parte ciega)	≥ 50
Entre Sala Principal y Vestíbulo	≥ 50
Entre Sala Principal y Cabinas (parte ciega)	≥ 50
Entre Cabina	≥ 50
Entre Cabinas y Pasillos	≥ 40
Entre Almacenes	≥ 40
Entre Despachos (área administrativa)	≥ 40
Entre Despachos y Escenario	≥ 45
Entre Instalaciones y adyacentes	≥ 50

FORJADOS	DB(A)
Forjados Plantas	≥ 45
Cubierta Sala Principal y Escenario	≥ 50
Cubiertas resto Edificio	≥ 40

## ALTERNATIVAS CONSTRUCTIVAS

Con objeto de obtener los aislamientos exigidos; se indican una serie de alternativas constructivas en elementos hormigón armado o prefabricados que permiten alcanzar dichos aislamientos.

Hay que señalar que estas soluciones corresponden a particiones ciegas y su eficacia depende en gran manera de su adecuada y cuidada construcción. Igualmente la presencia de elementos acústicamente débiles como puertas y ventanas reducen la eficacia de la solución proyectada

ALTERNATIVAS DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS PARA TABIQUES			
Aisl. dB(A)	Cartón-yeso	Hormigón	
		Simple	Doble
30	1.3-5 fibra-1.3		
35	1.3/1.3-5 fibra-1.3/1.3		
40	1.3/1.3 -7 fibra-1.3/1.3		
45	1.5/1.5-7 fibra-1.5/1.5	10 cm	
50	1.3/1.3-9 fibra-1.3/1.3 pie trasdosado	18 cm	
55	1.5/1.5 -5 fibra -1.5 -5 fibra - 1.5/1.5 pies trasdosados - una hoja sobre flotante	20 cm	10 + 5 fibra +10
60	1.5/1.5/1.5-14 fibra-1.5/1.5/1.5 pies trasdosados - una hoja sobre flotante	24 cm	10-7 fibra-10
65			
independiente	18+ 10 fibra + 18-una hoja sobre flotante		
70			24 + 10 fibra + 18 - una hoja sobre flotante

## AISLAMIENTO ACÚSTICO DE PARTICIONES COMPUESTAS

En una construcción normal los muros y parámetros interiores suelen presentar superficies con distinto índice de aislamiento, así las ventanas y las puertas que se incorporan en esos paramentos suelen tener aislamientos menores que el resto de la partición. Esto implica que el aislamiento total de la partición es una combinación de los aislamientos propios de cada uno de los elementos que la componen.

El sonido se transmite a través de dichas superficies compuestas por aquellas partes más acústicamente débiles, del cerramiento y como consecuencia se puede presentar un aislamiento total distinto del correspondiente a cada uno de los elementos que la constituyen.

El aislamiento final depende de la relación de superficies de los distintos materiales y de los diferentes aislamientos particulares de cada uno de ellos.

Por esto es necesario considerar siempre las ventanas y las puertas como elementos importantes a la hora de conseguir los aislamientos necesarios especificados.

Si el elemento puerta o ventana es considerado como el más débil de la partición, la presencia de ranuras o grietas por mala construcción, mal montaje, o incluso mal diseño, hacen que esas pérdidas de aislamiento encontradas en los tabiques por la existencia de los mencionados elementos, se reduzca todavía más, dado que el aislamiento de una ranura es 0.

Si se supone el caso anterior en el que la puerta deja una ranura de 1 cm. en la parte inferior el aislamiento global del tabique se reduce a 29.6 dB(A) desde los 45 dB(A) que tendría sino hubiese puerta o desde los 33.5 dB(A) que tendría con la puerta sin la ranura.

De estos simples cálculos se deduce la importancia que tienen en estos elementos débiles los buenos ajustes y la hermeticidad. De nada sirve colocar dobles ventanas con vidrios gruesos si por algún motivo las ventanas no ajustan bien.

## AISLAMIENTO ACÚSTICO DE PUERTAS

Las puertas por tener que cumplir con un aislamiento óptimo, tienen que ser metálicas y normalmente su construcción y hermeticidad

Cuando el grado de aislamiento exigido a una puerta es elevado conviene siempre considerar la posibilidad de construir un sistema de dos puertas con una esclusa intermedia que permite en muchos casos casi sumar los aislamientos de ambas puertas. Ya que conseguir con una simple puerta un alto aislamiento implicaría tener que irse a puertas metálicas muy pesadas.

La ventaja del sistema de doble puerta con esclusa es que normalmente nunca existe una transmisión directa entre ambos recintos sino que siempre existe el aislamiento de una de las puertas. Si en la esclusa se coloca material absorbente incluso se pueden añadir algunos pocos decibeles más en el aislamiento del sistema.

## AISLAMIENTO ACÚSTICO DE VENTANAS

Lo comentado anteriormente sirve exactamente igual al caso de fachadas exteriores en las que las ventanas son los elementos más débiles. El ruido exterior es en la mayor parte de los casos generado por el tráfico que tiene una componente importante a frecuencias bajas. Esto quiere decir que es necesario, si se quieren conseguir los aislamientos adecuados, tener en cuenta el comportamiento sonoro del vidrio como material y de la ventana completa en términos de frecuencias y no simplemente en términos de los niveles globales en dB(A).

Los niveles de ruido de tráfico en nuestras calles son bajos ya que no suelen circular vehículos. El tránsito de los vehículos pesados bien sea autobuses o camiones se realiza en las vías alejadas del núcleo urbano.

Pese a ello, conseguir niveles interiores que no superen 35 dB(A) implica especificar unos cristales simples o combinación de dobles que permitan reducir las frecuencias bajas presentes en el exterior.

En términos generales se puede decir que con ventanas simples se pueden obtener aislamientos de 30 - 35 dB(A), pero debido al diseño de las carpinterías, y por motivos de seguridad se recurre a ventanas simples con doble vidrio que consiguen alcanzar un grado de aislamiento de 40 dB(A) o superior

Además, se utilizan vidrios laminares, compuestos por láminas de cristal unidas por capas de elementos elásticos como butiral que manteniendo las propiedades exigidas a una ventana elevan no solamente la resistencia de esa ventana sino también el aislamiento acústico frente a un cristal normal o incluso frente a combinaciones de cristales con cámara de separación.

Hay que recordar que una ventana está compuesta por una superficie de cristal, un aislamiento determinado y un marco sobre él que va montada con otro aislamiento distinto. De nada sirve especificar un aislamiento elevado en los cristales si después el aislamiento de la carpintería sobre la que van montados es muy bajo.

El buen sellado de las ventanas consigue mejoras importantes en el aislamiento y si los cristales van montados sobre juntas de neopreno o si en las ventanas dobles el espacio perimetral entre ventanas es absorbente se puede igualmente conseguir grados de aislamiento altos. La Tabla VII incluye algunos valores de aislamientos que se pueden conseguir con ventanas simples y dobles.

AISLAMIENTOS TÍPICOS DE VENTANAS CON BUENA CARPINTERÍA Y AJUSTE EN FUNCIÓN DEL ESPESOR DEL VIDRIO EN mm.				
Simple	Vidrio	Doble	Doble	Aislamiento
Sencillos	Laminar	Cristal	Carpintería	dB(A)
4	—	—	—	27
6	—	6-12-4	—	29
8	—	—	—	30
10	6/4	10/12/4	6-80-4	32
15	3/6/3 6/6/6 6/6/6/6	8-15-4  6/6-15-10	6-120-8	34
				36
				38
				40
				42
		6/6-120-8	44	
			48	
		8/8-135-6/6	50	

#### SOLUCIONES A ADOPTAR

- Puertas  
En particular, tanto en la Sala y Escenario se deberán instalar puertas dobles formando una esclusa, tal y como está previsto en el Proyecto, a fin de alcanzar el adecuado aislamiento acústico. En estas esclusas se deberá instalar absorción acústica en forma de moqueta en suelo y paredes; en techo y paredes, mantas de vidrio debidamente protegida por chapa metálica perforada, etc.  
El acceso al Escenario por el área de carga y descarga será con puerta **Tipo A** o de forma alternativa .

#### 06. ACABADOS INTERIORES

Los terminados interiores de los distintos recintos del Centro de Artes Escénicas pueden ser muy variados según conceptos, estéticos, funcionales, etc.

A continuación se indican de forma muy simple los terminados desde el punto de vista acústico y que se han tenido en cuenta en la redacción del proyecto:

##### Vestuarios de personal

- Techo: Falso techo suspendido a base de paneles absorbentes
- Paredes: Enlucidas y pintadas en la zona de maquillaje. Alicatadas en aseos y duchas
- Suelo: Terrazo o gres o similar.

##### Almacenes

- Techo: Enlucido y pintado .
- Paredes: Enlucido y pintado.
- Suelo: Terrazo o gres o similar.

##### Vestíbulos

- Techo: Falso techo trasdosado a base de paneles absorbentes .
- Paredes: panelados de madera.
- Suelo: Madera.

##### Aseos

- Techo: Falso techo de paneles absorbentes suspendidos del tipo Armstrong o similar.
- Paredes: Alicatadas o enlucidas y pintadas.
- Suelo: Terrazo o gres o similar.

##### Acceso a Escenario

- Techo: Falso techo suspendido a base de paneles absorbentes tipo Armstrong o Sonobel o similar.
- Paredes: Enlucidas y pintadas o revestimientos vinílicos.
- Suelo: Terrazo o gres o pavimento plástico o similar.

##### Cabinas

- Techo: Falso techo absorbente suspendido a base de paneles absorbente .
- Paredes: Forradas con moqueta fina.
- Suelo: Moqueta fina de 0.5 mm. de espesor o pavimento plástico.

##### Sala Principal

- Techo: Aglomerado de madera o DM de 19 mm. de espesor con terminado noble por su cara vista o pintado o escayola de 25 mm. de espesor o cartón-yeso de 25 mm. de espesor.
- Paredes: terminado en madera directamente a la pared.
- Suelo: tarima de madera.

##### Escenario

- Techo: enfoscado y pintado.
- Paredes: enfoscado y pintado.
- Suelo: Tarima de madera de 40 - 50 mm de espesor, sobre rastreles de madera.

En todas aquellas superficies de techo y paredes en las que sea posible, una vez equipada la torre de escena, se recomienda recubrirlas con paneles absorbentes tipo Heraclith o fibras de vidrio o lana de roca, estas últimas protegidas con un velo negro.

En todas las esclusas de accesos o salidas de emergencias de la Sala Principal deberá incorporar absorción sonora en techo y paredes. Una alternativa puede consistir en forrar dichas superficies con una moqueta de 10mm de espesor o bien forradas con una fibra de vidrio o lana de roca de 40 -50 mm de espesor protegida por una chapa perforada (metálica o de madera) con una perforación  $\geq 30\%$ .

Este tratamiento absorbente es recomendable en la superficie perimetral entre las carpinterías de doble ventana.

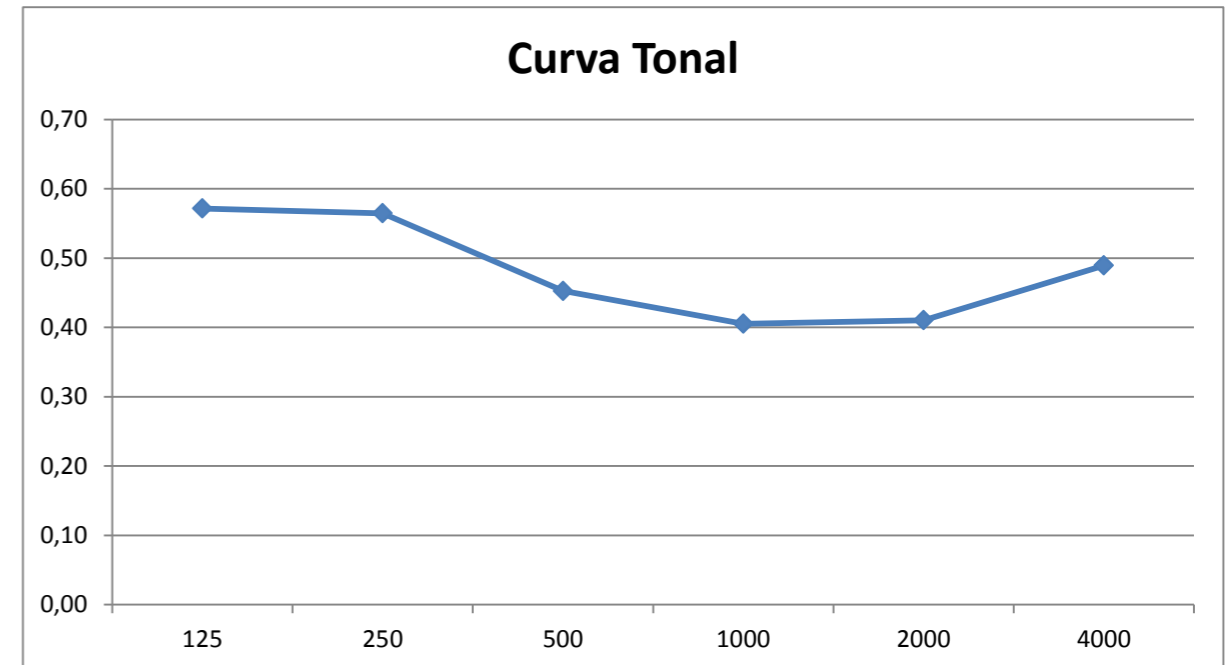


## 07. ACONDICIONAMIENTO DE LA SALA

Ya hemos descrito los acabados de las diferentes estancias para tener un óptimo aprovechamiento acústico del edificio del Auditorio. Ahora nos centramos en las características acústicas de la Sala de Teatro Experimental.

### CURVA TONAL

	125	250	500	1000	2000	4000
Butaca poco acolchada (U.A.)	0,09	0,11	0,28	0,4	0,47	0,42
Contrachapado de madera de 6 mm con 80 mm cavidad de aire	0,4	0,18	0,08	0,05	0,04	0,03
Topakustik 9/2 M perforación 6%+40 mm con lana de roca	0,33	0,77	0,90	0,88	0,74	0,59
Hormigón visto	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03



### SUPERFICIES

	a	b	a x b
Lateral ciego 1:			242 m2
Lateral ciego 2:			242,00 m2
Fondo1:	12	8,4	100,80 m2
Fondo2:	12	8	96,00 m2
Parte delantera:	12	3,5	42,00 m2
Techo:			346,00 m2
Lateral cuarto:	12	2,4	28,80 m2
			1097,60 m2

VOLUMEN	1105m3
---------	--------

### FRECUENCIAS

	125	250	500	1000	2000	4000
AT	272,504	275,40	332,14	363,70	359,98	311,14
ST	1097,60	1097,60	1097,60	1097,60	1097,60	1097,60
$\alpha$	0,25	0,25	0,30	0,33	0,33	0,28
TR	0,57	0,56	0,45	0,41	0,41	0,49

### FICHA DE PANEL ACÚSTICO DE LA SALA:

#### TOPAKUSTIC

##### Descripción y dimensiones

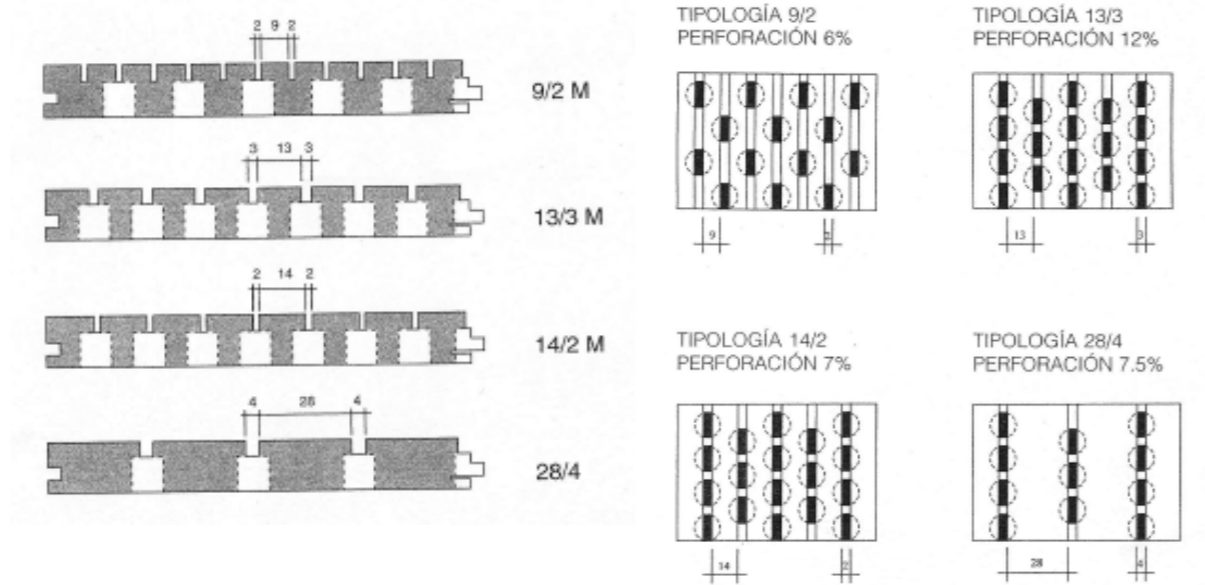
Material de soporte:	MDF 16 mm E1 (Clase 1, a petición)
Decoración:	Revestimiento melamínico Blanco 0118 – Haya 2018 – Arce 1681 Aluminio 6265
Capa fono-absorbente:	Negro, adherido al dorso.
Ancho de los paneles:	128 mm.
Largo de los paneles:	4061 mm.
Tolerancia:	Ancho = 0.1 mm / Largo = $\pm 2$ mm.
Lados largos:	Con unión a encastre macho-hembra.
Lados cortos:	Corte transversal a escuadra (90°)

##### Perfiles

Lamas fono-absorbentes TopAkustik. Lamas en MDF Clase 2 (Clase 1, a petición) obtenidos de paneles con peso específico de Kg 760/m<sup>3</sup>, dorso con tejido fono-absorbente sp. 0,25 mm de color negro y peso 65 gr./m<sup>2</sup>.



Tipos de perfiles

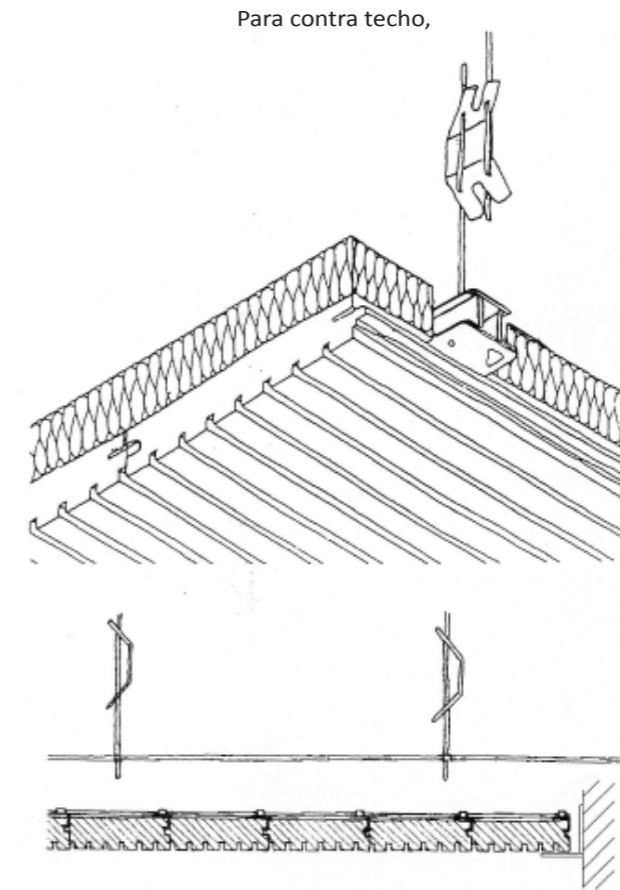


Revestimiento a pared

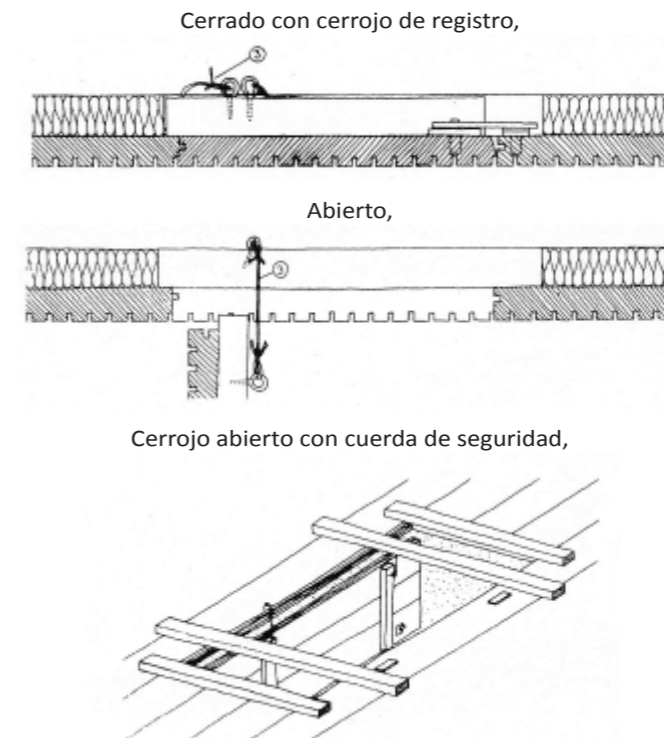
Estructura inferior. Perfil de metal (dimensiones 3000x18x26 mm), se monta con separación de aproximadamente 60 cm. Placa de enganche a encastre sobre 1.1 de metal perforado 45x38. Manta aislante de Lana de Roca, con espesor de 20 mm. Densidad de 60 kg/m<sup>3</sup> en piezas de 1200x600 mm.



MONTAJE CON ESTRUCTURA METÁLICA Y CLIP

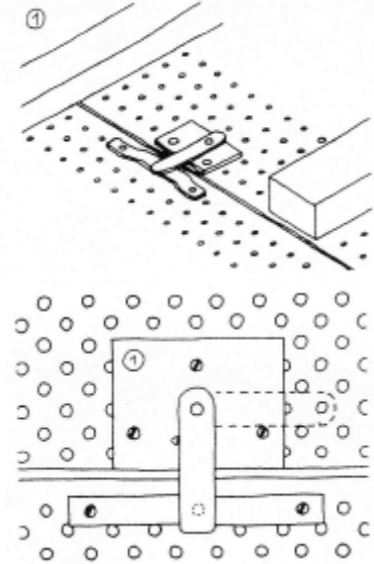


PUERTA O HUECO DE REGISTRO



## PUERTA O HUECO DE REGISTRO

Se pueden hacer durante el montaje donde se crea necesario.



Plancha de sujeción regulable en altura 2,5 mm aproximadamente.

## INSTRUCCIONES PARA LA COLOCACIÓN

### Revestimiento a pared

Fijar en la pared la estructura metálica con dirección perpendicular respecto al montaje del Topakustik.

El caso de Topakustik con juntas horizontales, colocar el primer panel a tierra, poniendo atención en que el lado hembra quede orientado hacia el pavimento; luego fijarlo con las relativas placas de ajuste.

Colocar los paneles sucesivos sobreponiéndolos al primero y fijándolos de la misma manera.

En caso de Topakustik con juntas verticales, comenzar por un lado comportándose de la misma manera.

### Atención

La distancia aconsejada entre los rastreles de soporte metálicos debe ser aproximadamente de 60 cm.

En caso de aproximación de lamas Topakustik a lo largo (superficie de medidas superiores a la plancha), dejar un espacio libre entre las planchas igual a las juntas de las lamas mismas (más o menos 3 mm).

## ACÚSTICA GEOMÉTRICA

A continuación se analizan gráficamente la geometría de la sala:

## **DG.** DOCUMENTACIÓN GRÁFICA



## **MI.** MEMORIA INSTALACIONES

- 01. electricidad
- 02. luminotécnia
- 03. climatización, renovación del aire y producción de  
A.C.S.
- 04. otros
- 05. equipamiento escénico

## **01. ELECTRICIDAD**

- 01. descripción general del sistema de suministro de energía eléctrica
- 02. potencia prevista.
- 03. instalaciones de enlace
- 04. descripción de la instalación interior

Este punto tiene por objeto señalar las condiciones técnicas para la realización de la instalación eléctrica en baja tensión, de acuerdo con el reglamento vigente.

El diseño y el cálculo de la instalación eléctrica se regirán por el Reglamento Electrónico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas complementarias. La instalación se diseña teniendo en cuenta las necesidades propias del uso del edificio.

### 01. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

La acometida general se llevará a cabo desde el Callejón de los Moros. Se llevará hasta el cuarto de instalaciones del edificio auditorio, situado en la planta sótano, y al edificio docente que se encuentra sobre la cafetería.

El cuadro general se instalará en el mismo cuarto de instalaciones. Desde el cuadro general saldrán las líneas que alimentarán directamente a los puntos principales y a los diferentes cuadros secundarios:

- Vestíbulos y circulaciones públicas
- Zona docente (aulas y biblioteca)
- Zona administrativa
- Zonas adyacentes al teatro
- Sala del teatro
- Salas de ensayo

### 02. POTENCIA PREVISTA.

Las necesidades de energía eléctrica se han calculado con arreglo a 100w/m<sup>2</sup> para todas las actividades.

#### EDIFICIO AUDITORIO

Vestíbulo P.B.	40,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	4,00 kw
Vestíbulo P.1.	159,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	15,90 kw
Auditorio	353,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	35,30 kw
Backstage	84,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	8,40 kw
Vestíbulo P.2.	236,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	23,60 kw
Salas Técnicas P.2.	9,50 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	0,95 kw
Asos P.2.	31,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	3,10 kw
Vestíbulos P.3.	236,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	23,60 kw
Salas Técnicas P.3.	26,50 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	2,65 kw
Aseos P.3.	31,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	3,10 kw
Vestíbulos P.4.	157,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	15,70 kw
Cafetería P.4.	183,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	18,30 kw
Camerinos P.4.	161,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	16,10 kw
Vestíbulos P.4.	70,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	7,00 kw
Almacén P.4.	21,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	2,10 kw
P. Sótano	882,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	88,20 kw
<b>Total</b>	<b>2680,00 m<sup>2</sup></b>		<b>268,00 kw</b>

#### EDIFICIO DOCENTE

Aulas P.B.	361,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	36,10 kw
Vestíbulos P.B.	445,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	44,50 kw
Biblioteca P.B.	350,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	35,00 kw
Sala Exp. P.B.	195,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	19,50 kw
Cafetería P.B.	168,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	16,80 kw
Aseos P.B.	86,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	8,60 kw
Aulas P.1.	538,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	53,80 kw
Vestíbulos P.1.	700,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	70,00 kw
Oficinas P.1.	102,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	10,20 kw
Instalaciones P.1.	200,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	20,00 kw
Aseos P.1.	56,00 m <sup>2</sup>	x 0,1 kw/m <sup>2</sup>	5,60 kw
<b>Total</b>	<b>3201,00 m<sup>2</sup></b>		<b>320,10 kw</b>

La potencia total instalada es de 588.1 KW.

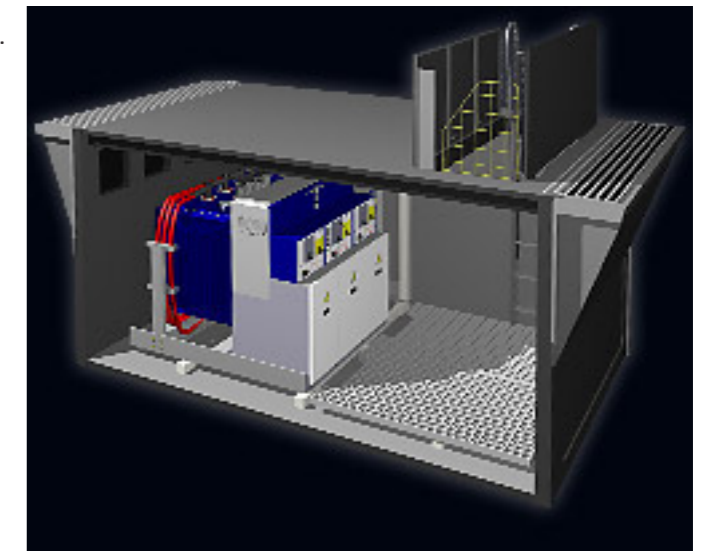
### 03. INSTALACIONES DE ENLACE.

#### CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

El artículo 17 del reglamento electrotécnico establece que, a partir de una previsión de carga superior a los 50 KVA, la propiedad debe reservar un local para el centro de transformación. Como dicha previsión queda superada en este proyecto, y en previsión de futuras instalaciones, se plantea un centro de transformación.

El resumen de características del mismo es el siguiente:

- Potencia transformador: 800 kVA.
- Tipo Éster Vegetal con 541 litros de dieléctrico.
- Acceso independiente desde la vía pública.
- Celdas SM6 Schneider Electric.



Se ubicará en planta sótano del edificio auditorio y estará convenientemente ventilado de forma natural, mediante respiraderos situados hacia el exterior, y en él no existirán materiales de fácil combustión.

Conforme al CTE, será considerado de alto riesgo a efectos de las condiciones exigibles respecto a la evacuación, compartimentación y elementos constructivos. Todas la aberturas se protegerán con rejillas o planchas perforadas que permiten el paso del aire e impiden la entrada de objetos al interior.

El alumbrado se realizará de forma estanca, siendo necesario un nivel de iluminación mínimo de 150 lux. conseguidos al menos con dos puntos, con interruptor junto a la entrada, y una base de enchufe. Se instalará un equipo autónomo de iluminación de emergencia, de encendido automático ante la falta de tensión.

Debe de tener puesta a tierra de forma que no exista riesgo para las personas que circulen o permanezcan dentro del edificio. Las tomas de tierra son independientes a las de el resto de edificios.

Debajo del transformador se construirá un pozo de dimensiones en planta de 140x90 cm y profundidad no inferior a 50 cm, para recogida de eventuales pérdidas de líquido refrigerante, y se conectará a un pozo de recogidas, que en ningún caso debe ser conectado al alcantarillado.

#### CAJA DE PROTECCIÓN.

Al tratarse de un suministro en baja tensión para un único abonado el cuadro general de protección es sustituido por celdas de media tensión, en concreto por una celda de protección general con ruptofusible que será instalada en el interior del recinto del Centro de Transformación.

Por otra parte el Centro de Seccionamiento exterior estará formado por una unidad compacta RM6 exterior y propiedad de la Compañía Suministradora con dos funciones de línea y una función de protección con fusibles.

#### EQUIPOS DE MEDIDA.

La medida de la energía consumida se realizará en media tensión.

La celda de medida consiste en una Celda Schneider Electric gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura.

Por otra parte se instalará en el circuito de baja tensión un cuadro contador tarifador electrónico multifunción, con registrador electrónico para mejorar el control de los consumos de la instalación.

Celda GBC2C.

1. compartimiento inferior de cables.

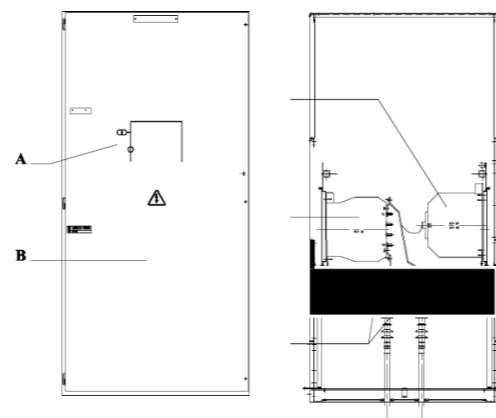
A. sinóptico de celda.

B. panel de puerta.

C. transformadores de tensión.

D. transformadores de intensidad.

E. conexión inferior de cables.



#### LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN / DERIVACIÓN INDIVIDUAL.

En éste caso particular la línea general de alimentación coincide con la derivación individual al tratarse de un único abonado.

Consideraremos como derivación individual la línea que une los bornes de salida de baja tensión del transformador con el cuadro general de distribución del edificio. Comprende el conjunto de medida (cuadro contador tarifador) y los dispositivos generales de mando y protección. Está regulada por la ITC-BT-15.

Como protección de la derivación individual, se instala en el recinto del centro de transformación un cuadro de control con un interruptor magnetotérmico de caja moldeada de intensidad nominal 1.250 A de 4 polos con protección diferencial regulable y protección contra cortocircuitos.

La caída de tensión máxima admisible será, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación, del 1,5 %.

#### TIPO DE CANALIZACIÓN.

Conductores aislados en el interior de canalización eléctrica prefabricada, acorde a la norma UNE-EN 60439-2 y al artículo 1.2.3 del ITC-BT-21.

#### CONDUCTORES Y TUBOS PROTECTORES.

Se eligen conductores Unipolares 3(4x240+TTx120) mm<sup>2</sup>Cu con Nivel Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida. Designación UNE: RZ1-K(AS).

Los conductores a utilizar serán de cobre aislados unipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5 o a la norma UNE 211002 cumplen con esta prescripción.

#### LÍNEA DERIVADA DE TIERRA.

Desde el embarrado de tierras del equipo de protección y medida, en compañía de la derivación individual, se instalará un conductor de cobre con aislamiento 0,6/1 kV hasta el local.

La protección de todo este sistema será amarillo-verde listado.

#### 04. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR.

#### CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES SEGÚN EL RIESGO DE LAS DEPENDENCIAS DE LOS LOCALES.

Para el diseño de la instalación eléctrica descrita en el presente proyecto en zonas clasificadas, se han minimizado en lo posible el número y la superficie de los emplazamientos, habiendo situado todas las partes posibles de la instalación en lugares que no tienen peligrosidad.



LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA (ITC-BT-28).

Según el artículo 1 de la ITC-BT-28, el edificio proyectado se clasifica como “Local de Espectáculos y Actividades Recreativas”.

LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN (ITC-BT-29).

No se dispone de locales de este tipo.

LOCALES HÚMEDOS (ITC-BT-30).

Se clasifican dentro de estos locales los aseos, que cumplirán las especificaciones de la instrucción ITC-BT-30.

En los cuartos de baño es preciso considerar, atendiendo a la ITC-BT-27, cuatro volúmenes que condicionan la instalación de componentes eléctricos. Estos volúmenes se clasifican de la siguiente manera:

- Volumen 0.

Comprende el interior de la bañera o ducha.

En una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal situado a 0,05 m por encima del suelo. En este caso:

a) Si el difusor de la ducha puede desplazarse durante su uso, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m alrededor de la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha.

b) Si el difusor de la ducha es fijo, el volumen 0 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 0,6 m alrededor del difusor.

- Volumen 1.

Está limitado por:

a) El plano horizontal superior al volumen 0 y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

b) El plano vertical alrededor de la bañera o ducha y que incluye el espacio por debajo de los mismos, cuando este espacio es accesible sin el uso de una herramienta.

- Para una ducha sin plato con un difusor que puede desplazarse durante su uso, el volumen 1 está limitado por el plano generatriz vertical situado a un radio de 1,2 m desde la toma de agua de la pared o el plano vertical que encierra el área prevista para ser ocupada por la persona que se ducha.

- Para una ducha sin plato y con un rociador fijo, el volumen 1 está delimitado por la superficie generatriz vertical situada a un radio de 0,6 m alrededor del rociador.

- Volumen 2.

Está limitado por:

a) El plano vertical exterior al volumen 1 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m.

b) El suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 1 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 2.

- Volumen 3.

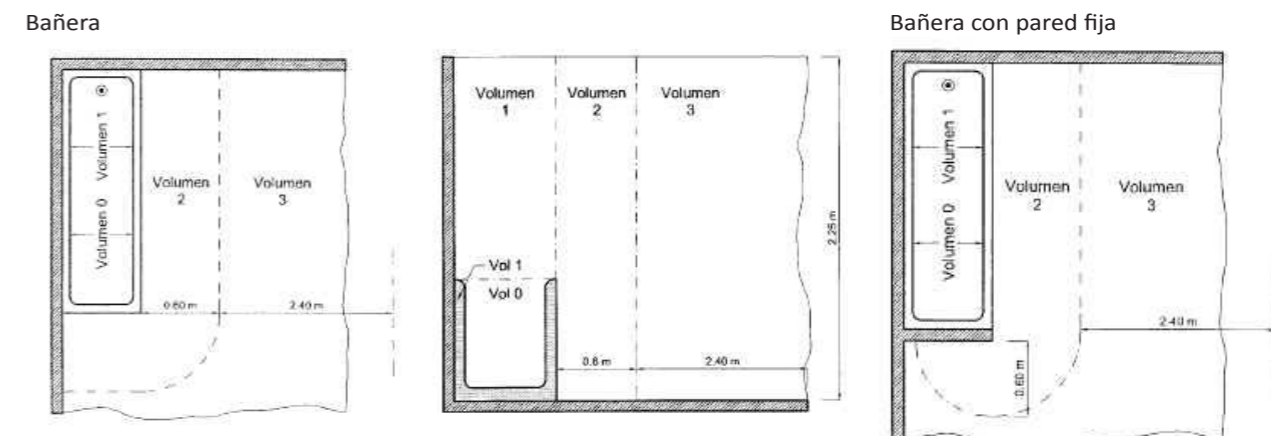
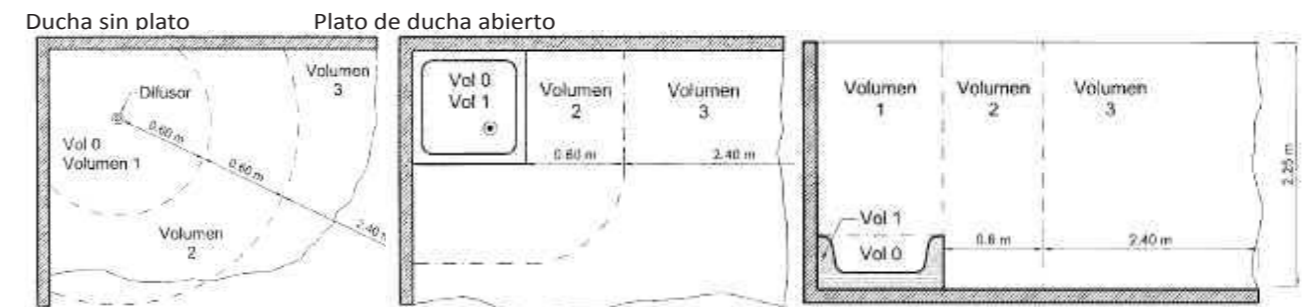
Está limitado por:

a) El plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 m.

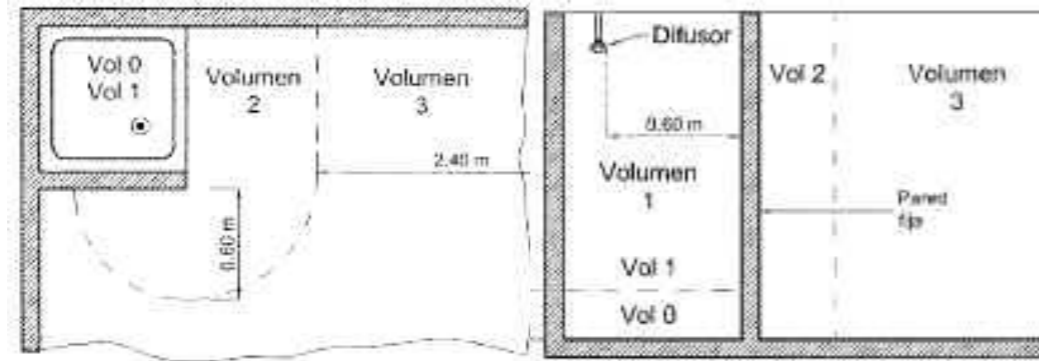
b) El suelo y el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.

Además, cuando la altura del techo exceda los 2,25 m por encima del suelo, el espacio comprendido entre el volumen 2 y el techo o hasta una altura de 3 m por encima del suelo, cualquiera que sea el valor menor, se considera volumen 3.

El volumen 3 comprende cualquier espacio por debajo de la bañera o ducha que sea accesible sólo mediante el uso de una herramienta siempre que el cierre de dicho volumen garantice una protección como mínimo IP X4. Esta clasificación no es aplicable al espacio situado por debajo de las bañeras de hidromasaje y cabinas.



Plato de ducha con pared fija



#### ELECCIÓN E INSTALACIÓN DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS.

##### - Volumen 0.

- Grado de Protección: IPX7.

- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen.

- Mecanismos: No permitidos.

- Otros aparatos fijos: Aparatos que únicamente pueden ser instalados en el volumen 0 y deben ser adecuados a las condiciones de este volumen.

##### - Volumen 1.

- Grado de Protección: IPX4. IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en equipo eléctrico de bañeras de hidromasaje y en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.

- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1.

- Mecanismos: No permitidos, con la excepción de interruptores de circuitos MBTS.

- Otros aparatos fijos: Aparatos alimentados a MBTS no superior a 12 V ca ó 30 V cc. Calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

##### - Volumen 2.

- Grado de Protección: IPX4. IPX2, por encima del nivel más alto de un difusor fijo. IPX5, en los baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.

- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2, y la parte del volumen 3 situado por debajo de la bañera o ducha.

- Mecanismos: No permitidos, con la excepción de interruptores o bases de circuitos MBTS cuya fuente de alimentación este instalada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2. Se permite también la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE-EN 60.742 o UNE-EN 61558-2-5.

- Otros aparatos fijos: Todos los permitidos para el volumen 1. Luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles

para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

##### - Volumen 3.

- Grado de Protección: IPX5, en los baños comunes, cuando se puedan producir chorros de agua durante la limpieza de los mismos.

- Cableado: Limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3.

- Mecanismos: Se permiten las bases sólo si están protegidas bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un interruptor automático de la alimentación con un dispositivo de protección por corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

- Otros aparatos fijos: Se permiten los aparatos sólo si están protegidos bien por un transformador de aislamiento; o por MBTS; o por un dispositivo de protección de corriente diferencial de valor no superior a los 30 mA.

Requisitos particulares para la instalación de bañeras de hidromasaje, cabinas de ducha con circuitos eléctricos y aparatos análogos.

La conexión de las bañeras y cabinas se efectuará con cable con cubierta de características no menores que el de designación H05VV-F o mediante cable bajo tubo aislante con conductores aislados de tensión asignada 450/750V. Debe garantizarse que, una vez instalado el cable o tubo en la caja de conexiones de la bañera o cabina, el grado de protección mínimo que se obtiene sea IPX5.

Todas las cajas de conexión localizadas en paredes y suelo del local bajo la bañera o plato de ducha, o en las paredes o techos del local, situadas detrás de paredes o techos de una cabina por donde discurren tubos o depósitos de agua, vapor u otros líquidos, deben garantizar, junto con su unión a los cables o tubos de la instalación eléctrica, un grado de protección mínimo IPX5. Para su apertura será necesario el uso de una herramienta. No se admiten empalmes en los cables y canalizaciones que discurren por los volúmenes determinados por dichas superficies salvo si estos se realizan con cajas que cumplan el requisito anterior.

#### NO SE DISPONEN DE LOCALES DE LOS SIGUIENTES TIPOS:

Locales mojados (ITC-BT-30)

Locales con riesgo de corrosión (ITC-BT-30)

Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión (ITC-BT-30)

Locales a temperatura elevada (ITC-BT-30)

Locales a muy baja temperatura (ITC-BT-30)

Locales en los que existan baterías de acumuladores (ITC-BT-30)

Estaciones de servicios o garajes (ITC-BT-29)

Locales de características especiales (ITC-BT-30)

Instalaciones con fines especiales (ITC-BT-31-32-33-34-35-38-39)

Instalaciones a muy baja tensión

Instalaciones a tensiones especiales

Instalaciones generadoras de baja tensión (ITC-BT-40)

## CUADROS DE DISTRIBUCIÓN. CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN.

Se realizará una protección acorde de las instalaciones interiores o receptoras. A tal efecto, se cumplirá lo especificado en el REBT en cuanto a la protección contra sobrecargas y en cuanto a protección de la instalación interior contra contactos indirectos.

El cuadro general de distribución, se instalará en el interior del local, en lugar fácilmente accesible. Junto a él o debidamente compartimentado, se colocará una caja y una tapa, de material aislante de clase A y auto extingible que se ajustará a lo especificado en la RU 1407 C (Julio 1978) y 1408 B (Febrero 1987) para el interruptor de control de potencia, si así lo determinara la compañía eléctrica, que lo suministrará según criterio. En este mismo cuadro, se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior, con la derivación de la línea principal de tierra.

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

En locales de uso común o de pública concurrencia deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.

- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITC-BT-24). Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

“ $R_a$ ” es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

“ $I_a$ ” es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

“ $U$ ” es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).

- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

## CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

El cuadro dispondrá a modo genérico de los siguientes elementos:

- Armario de chapa de acero RAL 9001.
- Transformador de intensidad 1250/5 A.
- Central de medida.
- Limitador de sobretensiones.
- Inversor de redes con contactores para accionamiento del grupo de socorro.
- Interruptores general automático tetrapolar.
- Interruptores automáticos tetrapolares.
- Interruptores magnetotérmicos tetrapolares.
- Interruptores diferenciales tetrapolares.
- Batería de condensadores 500 Kvar para redes muy solucionadas.

Los detalles de cada uno de los elementos constituyentes del cuadro general de distribución de baja tensión se encuentran detallados en el anexo de cálculos y presupuesto de la presente memoria, y en los esquemas unifilares de la instalación que nos ocupa.

## CUADROS SECUNDARIOS DE DISTRIBUCIÓN

Los cuadros secundarios a modo genérico, dispondrán de los siguientes elementos:

- Cuadro de control.
- Interruptores de corte en carga a la entrada del cuadro.
- Central de medida.
- Limitador de sobretensiones en el cuadro del escenario.
- Interruptores horarios astronómicos y contactores bipolares y tetrapolares (hall y camerinos).
- Interruptores general automático tetrapolar.
- Interruptores automáticos tetrapolares.

- Interruptores magnetotérmicos tetrapolares.
- Interruptores diferenciales tetrapolares.

Los detalles de cada uno de los elementos constituyentes de todos los cuadros secundarios de distribución de baja tensión se encuentran detallados en el anexo de cálculos y presupuesto de la presente memoria, y en los esquemas unifilares de la instalación que nos ocupa.

## LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN.

### PRESCRIPCIONES GENERALES.

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

Todas las instalaciones proyectadas discurren bajo tubos protectores o bajo canales protectoras. Ambas canalizaciones son descritas en los apartados siguientes.

### CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN

- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.



- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.

- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

#### CONDUCTOS AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

#### CONDUCTORES.

##### GENERALIDADES.

Los conductores y cables que se empleados en las instalaciones son de cobre y serán siempre aislados. La tensión asignada es de 0,6/1 kV. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm <sup>2</sup> )	Sección conductores protección (mm <sup>2</sup> )
Sf £ 16	Sf
16 < S f £ 35	16
Sf > 35	Sf/2

#### IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### SUBDIVISIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un

solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

#### EQUILIBRADO DE CARGAS.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

#### RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ ELÉCTRICA.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación	Tensión ensayo corriente cont. (V)	Resist aislam. (MW)
MBTS o MBTP	250	<sup>3</sup> 0,25
£ 500 V	500	<sup>3</sup> 0,50
> 500 V	1000	<sup>3</sup> 1,00

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### CONEXIONES.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

#### PRESCRIPCIONES PARTICULARES PARA LOS LOCALES DE ESPECTÁCULOS.

#### ALIMENTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD.

En cumplimiento del artículo 2 de la ITC-BT-28, el edificio, al tener consideración de local de espectáculos y actividades recreativas, dispone de un suministro de socorro constituido por un Generador de 135 kVA de potencia de emergencia (superior al 15% de la potencia total contratada) con motor diesel refrigerado por agua y con tensión de salida trifásica (400/230V).

Con este grupo se alimentará en caso de caída de la red eléctrica por fallo del suministro ordinario:

- Grupo de control y bombeo de los servicios de extinción contra incendios (bies y cortina de agua del escenario).
- Grupo de control y extracción de humos en caso de incendio.
- Instalación de megafonía.
- Instalación de alarmas.
- Alumbrado de antipánico o ambiente en la sala de espectadores.
- Balizamiento en la sala de espectadores y de escaleras (peldaño).
- Alumbrado de sala de espectadores.
- Alumbrado del Hall.
- Tomas de corriente y alumbrado de la cabina de centro.

El alumbrado de evacuación y el balizamiento de la sala de espectadores dispone además de un sistema de alimentación ininterrumpida para 30.000 VA de potencia para asegurar el suministro de evacuación constante e instantáneo de corriente, incluso en caso de fallo del suministro ordinario.

Para los servicios de seguridad la fuente de energía debe ser elegida de forma que la alimentación esté asegurada durante un tiempo apropiado.

Para que los servicios de seguridad funcionen en caso de incendio, los equipos y materiales utilizados deben presentar, por construcción o por instalación, una resistencia al fuego de duración apropiada.

Se elegirán preferentemente medidas de protección contra los contactos indirectos sin corte automático al primer defecto.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de alimentación:

- Baterías de acumuladores.
- Generadores independientes.
- Derivaciones separadas de la red de distribución, independientes de la alimentación normal.

Las fuentes para servicios complementarios o de seguridad deben estar instaladas en lugar fijo y de forma que no puedan ser afectadas por el fallo de la fuente normal. Además, con excepción de los equipos autónomos, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Se instalarán en emplazamiento apropiado, accesible solamente a las personas cualificadas o expertas.
- El emplazamiento estará convenientemente ventilado, de forma que los gases y los humos que produzcan no puedan propagarse en los locales accesibles a las personas.
- No se admiten derivaciones separadas, independientes y alimentadas por una red de distribución pública, salvo si se asegura que las dos derivaciones no puedan fallar simultáneamente.

- Cuando exista una sola fuente para los servicios de seguridad, ésta no debe ser utilizada para otros usos. Sin embargo, cuando se dispone de varias fuentes, pueden utilizarse igualmente como fuentes de reemplazamiento, con la condición, de que en caso de fallo de una de ellas, la potencia todavía disponible sea suficiente para garantizar la puesta en funcionamiento de todos los servicios de seguridad, siendo necesario generalmente, el corte automático de los equipos no concernientes a la seguridad.

La puesta en funcionamiento se realizará al producirse la falta de tensión en los circuitos alimentados por los diferentes suministros procedentes de la Empresa o Empresas distribuidoras de energía eléctrica, o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

La capacidad mínima de una fuente propia de energía será, como norma general, la precisa para proveer al alumbrado de seguridad (alumbrado de evacuación, alumbrado ambiente y alumbrado de zonas de alto riesgo).

Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia (alumbrado de seguridad y alumbrado de reemplazamiento, según los casos).

Deberán disponer de suministro de socorro (potencia mínima: 15 % del total contratado) los locales de espectáculos y actividades recreativas cualquiera que sea su ocupación y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de más de 300 personas.

Deberán disponer de suministro de reserva (potencia mínima: 25 % del total contratado):

- Hospitales, clínicas, sanatorios, ambulatorios y centros de salud.
- Estaciones de viajeros y aeropuertos.
- Estacionamientos subterráneos para más de 100 vehículos.
- Establecimientos comerciales o agrupaciones de éstos en centros comerciales de más de 2.000 m<sup>2</sup> de superficie.
- Estadios y pabellones deportivos.

#### OTRAS PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL.

Las instalaciones en los locales de pública concurrencia, cumplirán las condiciones de carácter general que a continuación se señalan.

- Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

- El cuadro general de distribución e, igualmente, los cuadros secundarios, se instalarán en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico (cabinas de proyección, escenarios, salas de público, escaparates, etc.), por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los contadores podrán instalarse en otro lugar, de acuerdo con la empresa distribuidora de energía eléctrica, y siempre antes del cuadro general.

- Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro se colocará una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

- En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público, el número de líneas

secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos.

- Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

- Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

- Las fuentes propias de energía de corriente alterna a 50 Hz, no podrán dar tensión de retorno a la acometida o acometidas de la red de Baja Tensión pública que alimenten al local de pública concurrencia.

- A partir del cuadro general de distribución se instalarán líneas distribuidoras generales, accionadas por medio de interruptores omnipolares, al menos para cada uno de los siguientes grupos de dependencias o locales:

- Sala de público.
- Vestíbulo, escaleras y pasillos de acceso a la sala desde la calle.
- Escenario y dependencias anexas (camerinos, almacenes, etc).
- Cabinas cinematográficas o de proyectores de alumbrado.

Cada uno de los grupos señalados dispondrá de su correspondiente cuadro secundario de distribución, que deberá contener todos los dispositivos de protección. En otros cuadros se ubicarán los interruptores, conmutadores, combinadores, etc. que sean precisos para las distintas líneas, baterías, combinaciones de luz y demás efectos obtenidos en escena.

- En las cabinas cinematográficas y en los escenarios así como en los almacenes y talleres anexos a éstos, se utilizarán únicamente canalizaciones constituidas por conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados. Los dispositivos de protección contra sobrecargas estarán constituidos siempre por interruptores automáticos magnetotérmicos; las canalizaciones móviles estarán constituidas por conductores con aislamiento del tipo doble o reforzado y los receptores portátiles tendrán un aislamiento de la clase II.

- Será posible cortar, mediante interruptores omnipolares, cada una de las instalaciones eléctricas correspondientes a:

- Camerinos.
- Almacenes.
- Talleres.
- Otros locales con peligro de incendio.
- Los reostatos, resistencias y receptores móviles del equipo escénico.

- El alumbrado general deberá ser completado por un alumbrado de evacuación, el cual funcionará permanentemente durante el espectáculo y hasta que el local sea evacuado por el público.

- Se instalará iluminación de balizamiento en cada uno de los peldaños o rampas con una inclinación superior al 8% del local con la suficiente intensidad para que puedan iluminar la huella. En el caso de pilotos de balizado, se instalará a razón de 1 por cada metro lineal de la anchura o fracción.

La instalación de balizamiento debe estar construida de forma que el paso de alerta al de funcionamiento de emergencia se produzca cuando el valor de la tensión de alimentación descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

#### PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

#### PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

##### CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Tensión nominal instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)			
Sistemas III	Sistemas II	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690		8	6	4	2,5
1000					

##### Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

##### Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

##### Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, apartamentas: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

##### Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc).

#### MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).



Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

#### SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

#### PROTECCIÓN CONTRA LOS IMPACTOS INDIRECTOS.

##### PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.

##### Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

##### Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo

ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;

- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

##### Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

#### PROTECCIÓN CONTRA LOS IMPACTOS INDIRECTOS.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante “corte automático de la alimentación”. Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

- $R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- $I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- $U$  es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

## LÍNEA DE PUESTA A TIERRA.

### TOMAS DE TIERRA.

#### Electrodo.

Estará constituido por varias picas de cobre de 16 mm de diámetro y 2 metros de longitud, enterrada a una profundidad de 4 metros como mínimo, rodeada de una mezcla adecuada para conseguir una buena conductividad del terreno.

#### Línea de enlace con tierra.

Está formada por conductor con aislamiento nominal 0,6/1 kV, y de sección 35 mm<sup>2</sup>. Une el electrodo de tierra, con el punto de puesta a tierra, situado dentro de una arqueta de registro, y del cual parte la línea principal de tierra.

#### Punto de puesta a tierra.

Estará constituido por una placa de conexión que permita la unión entre la línea de enlace con tierra y las líneas principales de tierra, de forma que permita, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

### LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA.

Estará formada por conductores aislados de cobre, de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Unirá el punto de puesta a tierra con el módulo correspondiente en el cuadro general de mando y protección, en el cual están conectados los conductores de protección. Dicho conductor será de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección como mínimo.

### DERIVACIONES DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES DE TIERRA.

Serán las que unan el embarrado general de tierra, con cada uno de los circuitos a proteger. La sección de cada una de las derivaciones a tierra, será las que indica el REBT para los conductores de protección. Para su canalización se utilizarán las mismas canalizaciones que para las líneas de alimentación a receptores.

### CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

Los conductores de protección unen eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas a la línea principal de tierra.

En el caso que nos ocupa, los conductores de protección serán de cable unipolar aislado y su sección deberá ser la correspondiente según el REBT.

Para su instalación se utilizarán las canalizaciones instaladas para las líneas de alimentación a receptores.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas del centro de transformación.

### RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

### TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES.

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

### SEPARACIÓN ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACIÓN Y DE LAS MASAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
- b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 ohmios.m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.
- c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra ( $I_d$ ) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ( $V_d = I_d \times R_t$ ) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

## REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

## RED DE EQUIPOTENCIALIDAD.

Todas las partes metálicas accesibles han de estar unidas al embarrado de equipotencialidad (línea de tierra) mediante conductores de cobre aislados e independientes. La impedancia entre estas partes y el embarrado (EE) no deberá exceder de 0,1 ohmios.

Se deberá emplear la identificación verde-amarillo para los conductores de equipotencialidad y para los de protección.

El embarrado de equipotencialidad (EE) estará unido al de puesta a tierra de protección (PT) por un conductor aislado con la identificación verde-amarillo, y de sección no inferior a 16 mm<sup>2</sup> de cobre.

La diferencia de potencial entre las partes metálicas accesibles y el embarrado de equipotencialidad no deberá exceder de 10 mV eficaces en condiciones normales.

## RECEPTORES DE MOTOR.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar

accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

- De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5
- De 1,50 kW a 5 kW: 3,0
- De 5 kW a 15 kW: 2
- Más de 15 kW: 1,5

## INSTALACIONES DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

Se proyecta una batería automática de condensadores de 500 kVAR conectada al embarrado del Cuadro Genral de Baja Tensión (1:2:4 Esc. 70,26 kVar).

Se selecciona una batería clase SAH para compensar el factor de potencia incluso en ambientes muy polucionados (componentes armónicas elevadas).

## JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL RITE IT 1.2.4.4.

Las instalaciones térmicas de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, en régimen de refrigeración o calefacción, dispondrán de dispositivos que permitan efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica, de forma separa del consumo debido a otros usos del resto del edificio.

Los cuadros secundarios que alimentan a los equipos de climatización son exclusivos para estos usos. Todos ellos están equipados de una central de medida de parámetros eléctricos POWER METER 710 que permita efectuar tales mediciones que permitan registrar el consumo de energía eléctrica.

## 02. LUMINOTÉCNIA

- 01. iluminación natural
- 02. iluminación artificial
- 03. características técnicas de las luminarias
- 04. alumbrado de emergencia



La presente memoria pretende definir los criterios y consideraciones que se han tenido en cuenta en el diseño de luminotecnía en los espacios del centro de artes escénicas de Almagro.

Esta parte de la memoria técnica es una de las más relevantes en la percepción del edificio, es por ello que la iluminación empleada intenta destacar determinadas características en el proyecto, lo que ayudará a transmitir determinadas sensaciones en el visitante para que el espacio que perciba sea recordado.

## 01. ILUMINACIÓN NATURAL

La luz diurna es un elemento muy dinámico, por su rápida variación en intensidad, orientación etc... es necesario combinar con fuentes artificiales para evitar contrastes muy bruscos de iluminación.

El sistema de introducir la iluminación natural en el proyecto es directa. Económicamente es la más barata de lograr y su principal consecuencia es la creación de grandes contrastes de luces y sombras.

Se dejan aperturas, huecos para que la luz penetre en los puntos de los edificios donde sea necesario, debido a que hay espacio donde se requiera como un aula, biblioteca...

Además, estas aperturas se ubican teniendo en cuenta:

- las visuales con el exterior y la relación entre espacios interiores...
- orientación de cada fachada,
- la obstrucción de entrada de luz por la edificación de alrededor
- buscando una mayor eficiencia energética y calidad de luz.

### EN GENERAL:

La iluminación llega desde una apertura ubicada en un muro, por tanto se trata de luz lateral. El nivel de iluminancia decrece con la distancia de la ventana. La cantidad de luz depende de la orientación de la apertura, que determina cantidad de horas que recibe luz directa e intensidad.

### EN EL EDIFICIO DOCENTE.

Se proyectan carpinterías de suelo a techo y se integra en la modulación de la fachada de 1,5m.

Por la forma del edificio, lo considero como un gran corredor oscuro donde se suceden aperturas al exterior que iluminan los espacios interiores y los relaciona entre ellos visualmente.

### EN EL AUDITORIO.

Se proyectan grandes ventanas también de suelo a techo, proporcionando iluminación en los espacios de relación del público y del personal del teatro. En el diseño de las aperturas se ha buscado las visuales del exterior, ya que su altura permite integrar el paisaje urbano de Almagro en el espacio.

### TONALIDAD.

Se opta por no dotar de tonalidad a la luz natural. El motivo es porque se considera que los materiales utilizados poseen carácter y expresividad suficiente. Por ello se opta por no "colorear" la luz mediante filtros o cualquier otro sistema.

## 02. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL:

En todo momento diferenciaremos la iluminación en función de las diferentes estancias del edificio docente, auditorio, sala de teatro y también de la instalación de iluminación exterior, en cuanto a función, intención y por lo tanto tipo de luminarias a elegir.....

Se utilizarán luminarias de las casas IGUZZINI y ZUMBOTEL, las cuales se describen adjuntamente.

### CONSIDERACIONES GENERALES.

En primer lugar, hay que plantearse las necesidades de cada estancia y sus propios niveles de iluminación. Existen cuatro categorías a diferenciar:

- **2500-2800k Calida/Acogedora.** Se utiliza para entornos íntimos y agradables en los que el interés está centrado en un ambiente relajado y tranquilo.
- **2800-3500 K Calida/ Neutra.** Se utiliza en zonas donde las personas realizan actividades y requieren un ambiente confortable y acogedor.
- **3500-5000K Neutra/Fria.** Normalmente se utiliza en zonas comerciales y oficinas donde se desea conseguir un ambiente frío y rápido.
- **5000k y superior.** Luz diurna

Teniendo en cuenta estas características podemos diferenciar distintos ámbitos espaciales en función de las intenciones de uso o arquitectónicas que precisen unos resultados concretos:

RECINTO O ZONA	NIVEL DE ILUMINACIÓN (lux)
Acceso y recepción	300
Cfeteria	400
Aseos	200
Sala de exposiciones	400
Auditorio	400
Administración y departamentos	700
Talleres	1000
Maquinaria e instalaciones	300
Almacén	300

## NECESIDADES DE CADA ESPACIO.

En este apartado se cita únicamente aquellas estancias que tienen unos requerimientos especiales de iluminación y que precisan un tipo específico de lámpara.

Se ha empleado bombillas de descarga ya que, actualmente consiguen un buen ahorro de energía.

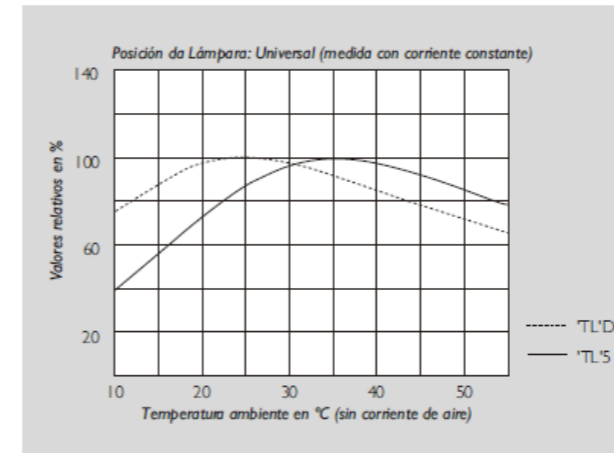
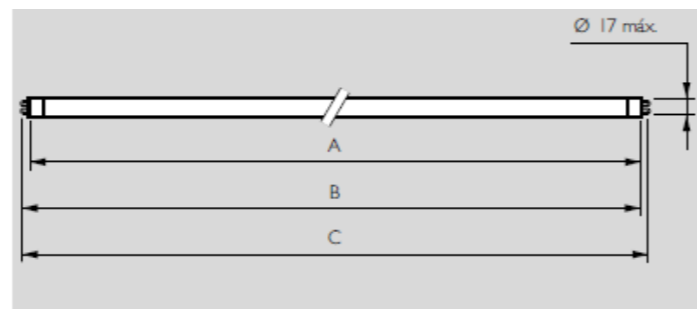
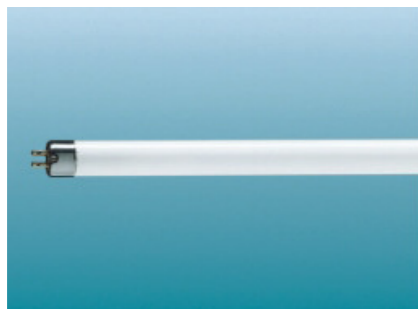
TL' 5 son lámparas fluorescentes con un diámetro de 16mm, que es 40% más delgada de que una lámpara fluorescente común 'TL'D. Las lámparas 'TL' 5 HE fueron diseñadas para alta eficiencia y miniaturización del sistema. Con la familia 'TL' 5 HE la más alta eficiencia será alcanzada en la iluminación directa, como por ejemplo en oficinas.

### Descripción:

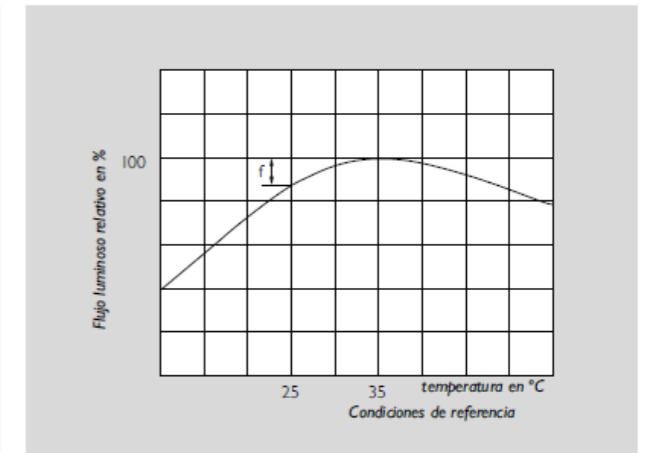
- Las últimas tecnologías fueron incorporadas. La capa trifósforo en combinación con un precubrimiento y cantidad utilizada llevan a una alta eficiencia ofreciendo un nivel constante de flujo durante su vida.
- Si fuese utilizado un balasto electrónico de alta frecuencia (HF) tipo "cut-off" sin un electrodo adicional de calentamiento (diseñado en las especificaciones nominales de la lámpara), el flujo luminoso máximo es alcanzado en aproximadamente 35°C en posición de funcionamiento universal.
- Las lámparas 'TL' 5 HE fueron especialmente desarrolladas para funcionar con balasto electrónico. Debido a la alta tensión de la lámpara, la frecuencia de 50 HZ no es recomendada ni aceptada.
- El tubo es 40% más delgado que en las existentes 'TL'D que tienen 26mm. Estas lámparas más delgadas proporcionan a los diseñadores de luminarias mayor libertad en el diseño de sus productos.
- Las longitudes fueron definidas para facilitar la instalación en sistemas modulares de techo.

### Características

- Una alta eficiencia de la lámpara. Arriba de 104 lm/W.
- El mantenimiento del flujo luminoso en aproximadamente 92% en 10.000 horas de funcionamiento.
- Un índice de reproducción de colores de 85.
- Una pequeña cantidad de mercurio (3mg).
- En un ciclo de 3 horas de encendido, la lámpara tendrá una vida de 16.000 horas si opera con un balasto de encendido rápido de alta frecuencia.
- Estas lámparas son las indicadas para dimerización.
- Las lámparas pueden ser encendidas a una temperatura ambiente entre -15°C y +50°C con bajo estriado aún en bajas temperaturas, comparadas a las lámparas 'TL'D.



La lámpara TL'5 es para una condición de temperatura que puede ser esperada en las luminarias de 35°C. La lámpara TL'5 es optimizada para una temperatura de 25°C.



La razón de declive (f) es la relación entre el flujo luminoso en las condiciones de referencia (35°C) y 25°C, ambos con un balasto de referencia.

Comportamiento independiente de la temperatura:  $f = 1$   
Philips TL'5 HE:  $f = 0,91$

Tipo	Base	Tensión de la lámpara V	Corriente de la lámpara A	Definición de Color	Flujo Luminoso lm	Eficiencia lm/W	Luminación Media cd/cm <sup>2</sup>	Peso Líquido g	Código de Pedido
TL'5 14W HE	G5	82	170	BLANCO CÁLIDO	1350	96	1.7	55	*
TL'5 14W HE	G5	82	170	BLANCO NEUTRO	1350	96	1.7	55	*
TL'5 14W HE	G5	82	170	BLANCO FRÍO	1350	96	1.7	55	*
TL'5 14W HE	G5	82	170	LUZ DÍA	1300	93	1.7	55	*
TL'5 14W HE	G5	82	170	LUZ DÍA FRÍO	1250	89	1.7	55	*
TL'5 21W HE	G5	123	170	BLANCO CÁLIDO	2100	100	1.7	85	*
TL'5 21W HE	G5	123	170	BLANCO NEUTRO	2100	100	1.7	85	*
TL'5 21W HE	G5	123	170	BLANCO FRÍO	2100	100	1.7	85	*
TL'5 21W HE	G5	123	170	LUZ DÍA	2000	95	1.7	85	*
TL'5 21W HE	G5	123	170	LUZ DÍA FRÍO	1950	93	1.7	85	*
TL'5 28W HE	G5	167	170	BLANCO CÁLIDO	2900	104	1.7	110	*
TL'5 28W HE	G5	167	170	BLANCO NEUTRO	2900	104	1.7	110	*
TL'5 28W HE	G5	167	170	BLANCO FRÍO	2900	104	1.7	110	*
TL'5 28W HE	G5	167	170	LUZ DÍA	2750	98	1.7	110	*
TL'5 28W HE	G5	167	170	LUZ DÍA FRÍO	2700	96	1.7	110	*
TL'5 35W HE	G5	209	170	BLANCO CÁLIDO	3650	104	1.7	140	*
TL'5 35W HE	G5	209	170	BLANCO NEUTRO	3650	104	1.7	140	*
TL'5 35W HE	G5	209	170	BLANCO FRÍO	3650	104	1.7	140	*
TL'5 35W HE	G5	209	170	LUZ DÍA	3500	100	1.7	140	*
TL'5 35W HE	G5	209	170	LUZ DÍA FRÍO	3400	97	1.7	140	*

### Aplicaciones

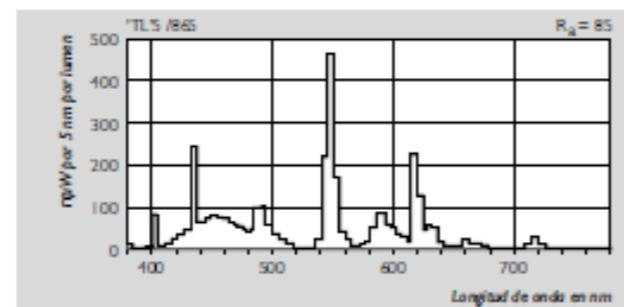
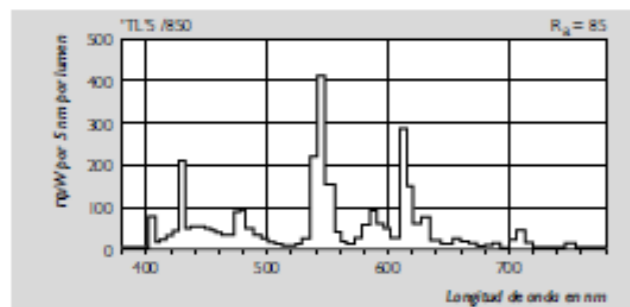
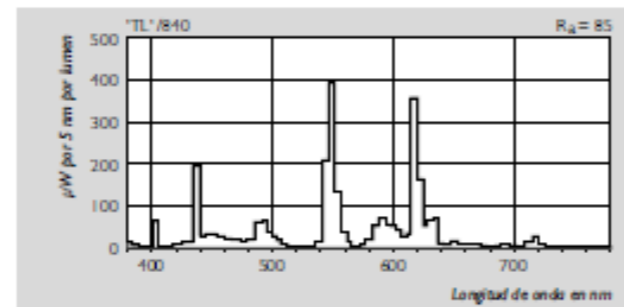
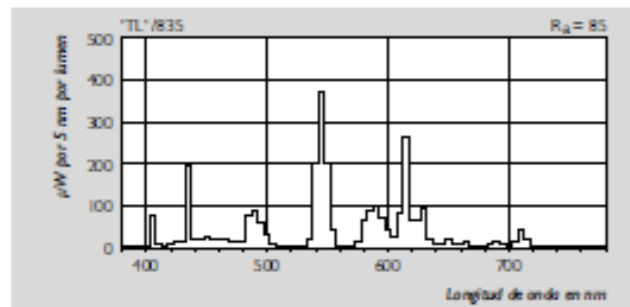
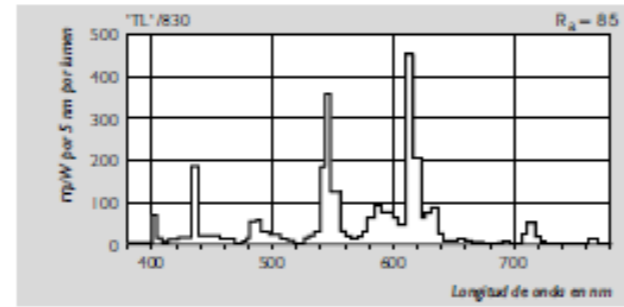
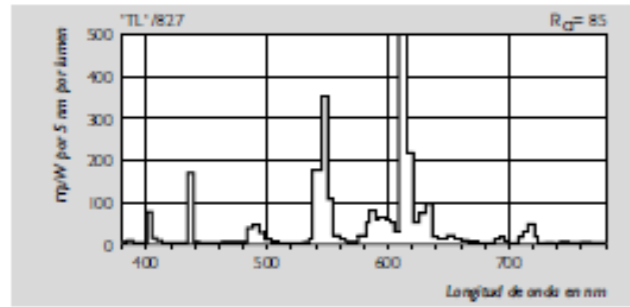
Las lámparas 'TL' 5 permiten sistemas más compactos y eficientes.

Siendo menor, la lámpara permite a los diseñadores de luminarias mayor libertad en el desarrollo de sus productos: la alta eficiencia de la lámpara y del balasto electrónico contribuyen para un medio ambiente más amigable con economía de energía.

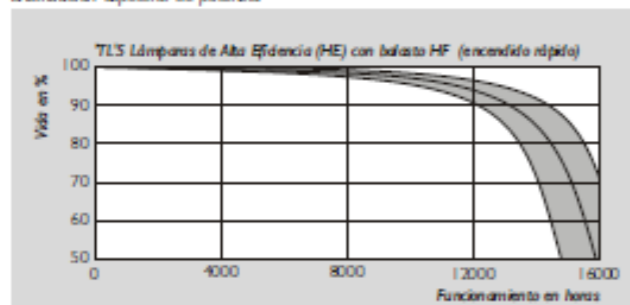
Estos factores hacen de la familia 'TL' 5 idealmente indicada para luminarias incrustadas, de superponer y suspendidas en una gran variedad de aplicaciones donde alta calidad y eficiencia energética son deseadas además de una alta calidad de iluminación.

Las aplicaciones incluyen oficinas, almacenes, escuelas, hoteles e industrias.

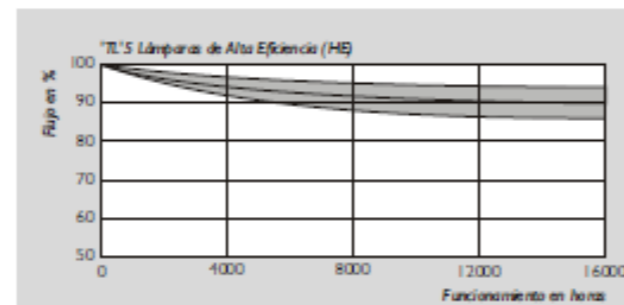
A continuación se describen las necesidades lumínicas de cada espacio:



Distribución espectral de potencia



Esperativa de vida



Mantenimiento de flujo

#### En general

Las instalaciones de iluminación discurrirán en el interior de los muros y losas macizas de hormigón protegidas mediante pasa-tubos, mientras que las luminarias quedarán vistas y serán de superficie o colgadas. Tal como hemos explicado en la memoria constructiva, solo se colocará falso techo de carton-yeso en los aseos y cajas de servicios y por tanto las luminarias irán empotradas.

#### Sala de teatro

Además de contar con todo el equipo de iluminación teatral (que se explica mas adelante en el apartado *Equipamiento Escénico*), la sala cuenta con iluminación general formada por tubos fluorescentes ocultos en el los paneles del techo

acustico y luminarias de pared.

#### Sala de ensayo y sala de exposiciones

Se propone disponer un sistema de railes electricado fijados a la losa de forjado en los cuales disponen libremente de diferente numero de luminarias.

#### Vestibulos, zonas de relación

Dispondrán de luminarias de superficie fluorescentes mas tradicionales y luminarias fluorescentes compactas. En los puntos donde sea necesario una luz mas individual, como por ejemplo zona de información, guardarropia... se apoyara con luminarias especifica.

#### Administratción, Bibiloteca

La intención es conseguir un luz difusa que no fatigase la visión de lo usuarios, con ayuda

de lamparas individuales en cada puesto de trabajo. La combinación de varias circuitos de encendido facilita el ahorro energético, ya que posibilita tener encendido mas o menos luminarias dependiendo de la necesiada.

#### Cocina, vestuarios y aseos.

En estas zonas, se debe elegir un sistema de iluminación estanco debido la la existencia de agua y humos. Por ejemplo pantallas estancas (policarbonato de alto rendimineto) y sistema de juntas estancas especiales que permiten un correcto funcionamiento evitando la fallos de la instalación.

### 03. CARACTERISTICAS TÉCNICAS DE LAS LUMINARIAS:

#### RAIL ELECTRIFICADO ERCO

##### Descripción del producto

- Perfil de aluminio, anodizado. 4 conductores de cobre aislados y conductor a tierra encastrado.
- Aplicación como raíl electricado DALI: un circuito eléctrico de 16A y dos conductores para la conexión a la línea de datos DALI.
- Aplicación como raíl electricado trifásico: tres circuitos eléctricos conectables independientemente, con 16A cada uno.
- El sistema de raíles electricados ERCO está homologado según IEC 60570 (EN 60570 / VDE 0711 parte 300).
- Superficie de montaje con orificios pretaladrados a 0,4m de distancia.
- Peso 3,30kg

### 04. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Tal como indica el CTE DB SI, los locales que requieren de alumbrado de emergencia son:

Recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas

Escaleras y pasillos protegidos, vestibulos previos y escaleras de incendios

Locales de riesgo especial (artículo 19) y aseos generales de planta de edificios de acceso público

Locales que añerguen equipos generales de las instalaciones de protección.  
Las instalaciones destinadas a iluminar otros puntos que se señalen.

De acuerdo con el Reglamento electrotécnico de baja tensión:

El alumbrado de emergencia:

- Locales de reunion que puedan albergar a 300 personas o más.
- Locales de espectáculos, cualquiera que sea su capacidad

Con alumbrado de señalización:

- Teatros y cines en sala oscura.
- Locales en los que pueda producirse aglomeraciones de público en horas y lugares en los que la iluminación natural no sea suficiente.

Por lo que se dispone de luces de emergencia en los accesos a los núcleos de circulación vertical del auditorio, por ser zona de salida de la sala de teatro, en los accesos a las aulas prácticas por ser un recinto de más de 10 personas.

#### **ALUMBRADO DE SEGURIDAD.**

Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70% de su valor nominal.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos.

#### **ALUMBRADO DE EVACUACIÓN.**

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

Se instalan los siguientes equipos (todos ellos dotados de equipos autónomos que garantizan el suministro durante un mínimo de una hora), que constituyen el alumbrado de evacuación:

#### **ALUMBRADO AMBIENTE O ANTI-PÁNICO.**

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

A tales efectos, el alumbrado ambiente de la sala de espectadores actuará como alumbrado anti-pánico. Dispone de suministro de socorro, al igual que todo el alumbrado de la sala, y además de un sistema de alimentación ininterrumpida para asegurar el suministro de evacuación constante e instantáneo de corriente, incluso en caso de fallo del suministro ordinario.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

#### **ALUMBRADO DE ZONAS DE ALTO RIESGO.**

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para el operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

#### **ALUMBRADO DE REEMPLAZAMIENTO**

Parte del alumbrado de emergencia que permite la continuidad de las actividades normales. Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

#### **LUGARES EN LOS QUE SE INSTALARÁ ALUMBRADO DE EMERGENCIA**

##### **CON ALUMBRADO DE SEGURIDAD.**

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- a) en todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- b) los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a usos residencial u hospitalario y los de zonas destinadas a cualquier otro uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- c) en los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- d) en los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- e) en los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- f) en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- g) en todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- h) en toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- i) en el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- j) a menos de 2 m de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- k) a menos de 2 m de cada cambio de nivel.
- l) a menos de 2 m de cada puesto de primeros auxilios.
- m) a menos de 2 m de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- n) en los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

En las zonas incluidas en los apartados m) y n), el alumbrado de seguridad proporcionará una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación. Sólo se instalará alumbrado de seguridad para zonas de alto riesgo en las zonas que así lo



requieran.

CON ALUMBRADO DE REEMPLAZAMIENTO.

En las zonas de hospitalización, la instalación de alumbrado de emergencia proporcionará una iluminancia no inferior de 5 lux y durante 2 horas como mínimo. Las salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, las salas de curas, paritorios, urgencias dispondrán de un alumbrado de reemplazamiento que proporcionará un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo.

#### PRESCRIPCIONES DE LOS APARATOS PARA ALUMBRADO DE EMERGENCIA

APARATOS AUTÓNOMOS PARA ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente en la que todos los elementos, tales como la batería, la lámpara, el conjunto de mando y los dispositivos de verificación y control, si existen, están contenidos dentro de la luminaria o a una distancia inferior a 1 m de ella.

LUMINARIA ALIMENTADA POR FUENTE CENTRAL.

Luminaria que proporciona alumbrado de emergencia de tipo permanente o no permanente y que está alimentada a partir de un sistema de alimentación de emergencia central, es decir, no incorporado en la luminaria.

Las líneas que alimentan directamente los circuitos individuales de los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central, estarán protegidas por interruptores automáticos con una intensidad nominal de 10 A como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz o, si en la dependencia o local considerado existiesen varios puntos de luz para alumbrado de emergencia, éstos deberán ser repartidos, al menos, entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a doce.

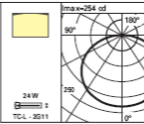
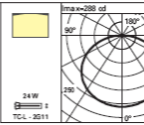
Las canalizaciones que alimenten los alumbrados de emergencia alimentados por fuente central se dispondrán, cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, a 5 cm como mínimo, de otras canalizaciones eléctricas y, cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de éstas por tabiques incombustibles no metálicos.

#### LUMINARIAS

Las luminarias de emergencia elegidas para marcar las salidas de emergencia sobre puertases el modelo Motus de la casa Iguzzini.

En el caso de las escaleras, para marcar el recorrido de los escalones se recurre al empleo de LEDS BLANCOS.



Luminaria cuerpo grande con funcionamiento siempre encendido con emergencia (SA)		
5436	24 W TC-L 1h 12h	
5438	24 W TC-L 3h 16h	
Kg. 5436 5437 1,79 2,01		
Luminaria cuerpo grande para iluminación general		
5439	24 W TC-L	
Kg. 1,33		

### **03. CLIMATIZACIÓN, RENOVACIÓN DEL AIRE Y PRODUCCIÓN DE A.C.S.**

- 01. bases del diseño
- 02. climatización y producción de A.C.S.
- 03. renovación del aire

El objeto de este punto es marcar las pautas de diseño de la Instalación de Climatización, Renovación de aire y Producción de A.C.S., para el Centro de Artes Escénicas de Almagro.

Es preceptiva la confección de Proyecto de la Instalación de Climatización según RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios) de Real Decreto 1751/1998 del 31 de Julio de 1998 (B.O.E. Nº186 del 5 de Agosto de 1998) con las modificaciones correspondientes de 2002, y sus Normas Relacionadas.

Así mismo se pretende que cumpla con toda la Reglamentación que le sea de aplicación vigente actualmente, CTE.

## 01. BASES DE DISEÑO.

Los valores de cálculo han sido:

- 0°C - 80% HR en el exterior en invierno.
- 35°C - 67% HR en el exterior en verano.
- 6°C / 25°C en el terreno en invierno/verano.
- 6°C / 28°C en locales no calefactados invierno/verano.
- 45°C temperatura máxima del agua calefactora.
- 9°C temperatura mínima del agua refrigeradora.

## 02. CLIMATIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE A.C.S..

La instalación de climatización tiene como objeto 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 el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).

El uso de la instalación geotérmica nos brinda la posibilidad de tener un único sistema que produce tanto climatización como agua caliente sanitaria.

### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema responsable de la climatización y producción de A.C.S. del edificio será el de la bomba de calor geotérmica en la producción CALOR-FRÍO.

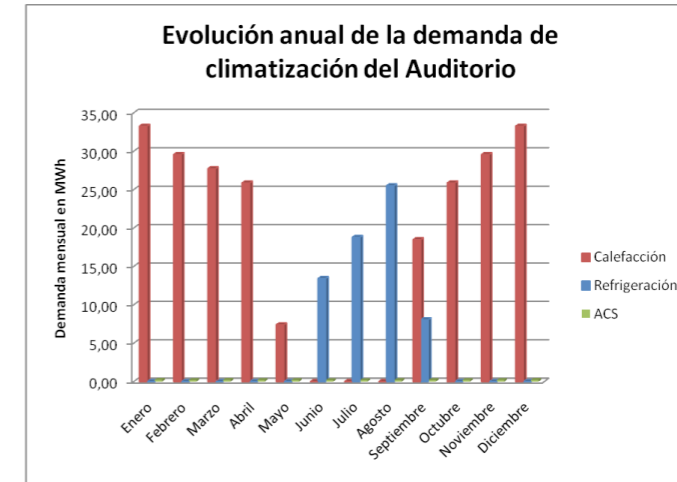
Se dispondrán un sistemas de climatización por IMPULSIÓN DE AIRE mediante la bomba calo-frío geotérmica centralizada.

La distribución del fluido se realizará en el edificio docente por suelo técnico, y en el teatro mediante la combinación de suelo técnico y falso techo.

## ESTUDIO ENERGÉTICO DEL AUDITORIO.

### ANÁLISIS DE CARGAS TÉRMICAS Y POTENCIA INSTALADA

A partir la simulación del edificio mediante los programas de modelado energético para la zona climática en la que nos encontramos, D3, se obtienen las demandas mensuales de calefacción y refrigeración del edificio a lo largo del año:



Graf. 2: Tabla de demanda de calefacción y refrigeración de la vivienda

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Calefacción	33,26	29,56	27,71	25,87	7,39	0,00	0,00	0,00	18,48	25,87	29,56	33,26
Refrigeración	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,42	18,78	25,49	8,05	0,00	0,00	0,00
ACS	0,23	0,20	0,22	0,20	0,20	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22

A partir del estudio de las cargas térmicas para climatización del edificio se pueden observar las potencias pico simultaneas de calefacción y refrigeración. Se obtiene una potencia pico de 201,4 kW en calefacción y 152,7 kW en refrigeración.

Para cubrir la demanda de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (teniendo en cuenta la simultaneidad en la demanda en la vivienda), se idea un sistema geotérmico compuesto por una bomba de calor agua – agua reversible. Dicha bomba es Hidros Discona WDH/SW6 – 164 con 203,4 kW de potencia térmica en calefacción y 241,3 kW de potencia de refrigeración, con un COP medio estacional aproximado 5,4.

La instalación geotérmica que se va a realizar está formada básicamente por un intercambiador enterrado, la instalación exterior que conecta el intercambiador enterrado con la bomba de calor geotérmica, y dicha bomba de calor que proporciona las necesidades energéticas del edificio en cuanto a calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria. Este intercambiador enterrado tiene una longitud útil de 3600 metros, distribuidos en un mínimo de 25 perforaciones de 144 metros de profundidad cada una. Las sondas geotérmicas serán de polietileno de alta densidad PE100 configuración simple U, de 32mm de diámetro y PN16.

La conexión del intercambiador enterrado con la bomba de calor se llevará a cabo con tubería de polietileno de alta densidad PE100 FLEXIPOL. Los accesorios (codos, Tes, ...) necesarios se soldarán mediante electrofusión. Se instalarán dos colectores (impulsión y retorno) dotados de válvulas de corte para cada pozo en la sala de máquinas.

Se dispondrá de un grupo hidráulico de prestaciones 2.5 m3/h y 3 m.c.a. para la circulación del fluido en el circuito primario (intercambiador enterrado).

La bomba de calor geotérmica alimentará a un depósito con serpentín de alto rendimiento de 300 litros en el depósito para la acumulación del agua caliente sanitaria. También alimentará a otro depósito de 260 litros de inercia de climatización.

El control electrónico de la bomba de calor regulará el aporte de agua fría y agua caliente a cada uno de los depósitos según las temperaturas de consigna predeterminadas.

#### DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR ENTERRADO

Antes de llevar a cabo el cálculo de la longitud del intercambiador geotérmico hay que establecer las propiedades termodinámicas del terreno (conductividad, difusividad, temperatura del terreno estable, etc...). Estas propiedades se van a estimar en este proyecto por un valor conservador de la conductividad en la zona de ejecución de la obra. El programa de cálculo con el que se va a realizar el estudio es el EED (Energy Earth Designer).

Se han realizado varias simulaciones para determinar la longitud del intercambiador y se ha obtenido que la configuración de intercambiador que optimiza el rendimiento del intercambiador es de 25 perforaciones de 144 metros aproximadamente con una separación de al menos 6 metros entre ellas. El cálculo se hace en base a las temperaturas medias obtenidas en el intercambiador y en base a las temperaturas extremas alcanzadas en momentos picos (máximo de carga durante un tiempo prolongado) a la entrada de la bomba de calor.

Una vez introducidas las tuberías en la perforación y realizar las pruebas de resistencia y estanqueidad convenientes, se sellarán con una mezcla de cemento/bentonita. Se rellenará la zanja con arena para crear un lecho sobre el que se colocará la tubería.



Los resultados obtenidos así como los datos de partida introducidos se muestran a continuación:

```

DESIGN DATA
=====

GROUND
Ground thermal conductivity 1.800 W/m,K
Ground heat capacity 2300000 J/m³,K
Ground surface temperature 14.11 °C
Geothermal heat flux 0.0600 W/m²

BOREHOLE
Configuration: 25 : 1 x 25, line
- g-function No. 20
Borehole depth 143.53 m
Borehole spacing 6.00 m
Borehole installation SINGLE-U
    
```

```

Borehole diameter 0.150 m
U-pipe diameter 0.032 m
U-pipe thickness 0.0030 m
U-pipe thermal conductivity 0.420 W/m,K
U-pipe shank spacing 0.0700 m
Filling thermal conductivity 1.600 W/m,K
Contact resistance pipe/filling 0.0000 K/(W/m)
    
```

```

HEAT CARRIER FLUID
Thermal conductivity 0.475 W/m,K
Specific heat capacity 3930 J/kg,K
Density 1033 kg/m³
Viscosity 0.007900 kg/m,s
Freezing point -10.0 °C
Flow rate per borehole 0.002000 m³/s
    
```

```

BASE LOAD
Seasonal performance factor (heating) 4.20
Seasonal performance factor (cooling) 3.70
    
```

```

Monthly energy values
Month Heat load Cool load (MWh)
JAN 33.66 0.00
FEB 29.92 0.00
MAR 28.10 0.00
APR 26.22 0.00
MAY 7.75 0.00
JUN 0.33 13.42
JUL 0.33 18.78
AUG 0.34 25.49
SEP 18.82 8.05
OCT 26.24 0.00
NOV 29.93 0.00
DEC 33.65 0.00
-----
Total 235.29 65.74
    
```

```

PEAK LOAD
Monthly peak powers (kW)
Month Peak heat Duration Peak cool Duration
JAN 203.40 6.0 0.00 0.0
FEB 0.00 0.0 0.00 0.0
MAR 0.00 0.0 0.00 0.0
APR 0.00 0.0 0.00 0.0
MAY 0.00 0.0 0.00 0.0
JUN 0.00 0.0 0.00 0.0
JUL 0.00 0.0 0.00 0.0
AUG 0.00 0.0 241.30 4.0
SEP 0.00 0.0 0.00 0.0
OCT 0.00 0.0 0.00 0.0
NOV 0.00 0.0 0.00 0.0
DEC 0.00 0.0 0.00 0.0
    
```

```

Number of simulation years 25
First month of operation SEP
    
```



CALCULATED VALUES

=====

Total borehole length 3588.4 m

THERMAL RESISTANCES

Borehole therm. res. internal 0.4521 K/(W/m)  
 Reynolds number 12807  
 Thermal resistance fluid/pipe 0.0037 K/(W/m)  
 Thermal resistance pipe material 0.0787 K/(W/m)  
 Contact resistance pipe/filling 0.0000 K/(W/m)  
 Borehole therm. res. fluid/ground 0.1211 K/(W/m)  
 Effective borehole thermal res. 0.1212 K/(W/m)

SPECIFIC HEAT EXTRACTION RATE (W/m)

Month	Base load	Peak heat	Peak cool
JAN	9.79	43.19	-0.00
FEB	8.70	0.00	-0.00
MAR	8.17	0.00	-0.00
APR	7.63	0.00	-0.00
MAY	2.25	0.00	-0.00
JUN	-6.41	0.00	-0.00
JUL	-9.01	0.00	-0.00
AUG	-12.26	0.00	-85.42
SEP	1.57	0.00	-0.00
OCT	7.63	0.00	-0.00
NOV	8.71	0.00	-0.00
DEC	9.79	0.00	-0.00

BASE LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month)

Month	Year 1	Year 2	Year 5	Year 10	Year 25
JAN	16.50	11.62	10.95	10.32	9.37
FEB	16.50	11.90	11.26	10.64	9.69
MAR	16.50	12.01	11.37	10.76	9.82
APR	16.50	12.13	11.50	10.89	9.95
MAY	16.50	14.30	13.71	13.09	12.16
JUN	16.50	18.06	17.47	16.87	15.93
JUL	16.50	19.52	18.94	18.34	17.41
AUG	16.50	21.24	20.67	20.07	19.15
SEP	15.84	15.82	15.24	14.66	13.74
OCT	13.24	13.08	12.48	11.90	10.99
NOV	12.53	12.33	11.72	11.16	10.24
DEC	11.85	11.62	11.01	10.45	9.54

BASE LOAD: YEAR 25

Minimum mean fluid temperature 9.37 °C at end of JAN  
 Maximum mean fluid temperature 19.15 °C at end of AUG

PEAK HEAT LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month)

Month	Year 1	Year 2	Year 5	Year 10	Year 25
JAN	16.50	4.75	4.09	3.45	2.50
FEB	16.50	11.90	11.26	10.64	9.69
MAR	16.50	12.01	11.37	10.76	9.82
APR	16.50	12.13	11.50	10.89	9.95
MAY	16.50	14.30	13.71	13.09	12.16
JUN	16.50	18.06	17.47	16.87	15.93
JUL	16.50	19.52	18.94	18.34	17.41
AUG	16.50	21.24	20.67	20.07	19.15
SEP	15.84	15.82	15.24	14.66	13.74
OCT	13.24	13.08	12.48	11.90	10.99
NOV	12.53	12.33	11.72	11.16	10.24
DEC	11.85	11.62	11.01	10.45	9.54

PEAK HEAT LOAD: YEAR 25

Minimum mean fluid temperature 2.50 °C at end of JAN  
 Maximum mean fluid temperature 19.15 °C at end of AUG

PEAK COOL LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month)

Month	Year 1	Year 2	Year 5	Year 10	Year 25
JAN	16.50	11.62	10.95	10.32	9.37
FEB	16.50	11.90	11.26	10.64	9.69
MAR	16.50	12.01	11.37	10.76	9.82
APR	16.50	12.13	11.50	10.89	9.95
MAY	16.50	14.30	13.71	13.09	12.16
JUN	16.50	18.06	17.47	16.87	15.93
JUL	16.50	19.52	18.94	18.34	17.41
AUG	16.50	34.97	34.40	33.81	32.88
SEP	15.84	15.82	15.24	14.66	13.74
OCT	13.24	13.08	12.48	11.90	10.99
NOV	12.53	12.33	11.72	11.16	10.24
DEC	11.85	11.62	11.01	10.45	9.54

PEAK COOL LOAD: YEAR 25

Minimum mean fluid temperature 9.37 °C at end of JAN  
 Maximum mean fluid temperature 32.88 °C at end of AUG

DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE UTILIZADO.

Para dimensionar los pozos a realizar en la instalación geotérmica dadas las demandas de calefacción y refrigeración de cada uno de los edificios que deben ser extraídos del terreno se ha utilizado el software de simulación "Earth Energy Designer (EED)".

El software Earth Energy Designer es el más usado y avanzado para este de tipo de estudios. Prácticamente está desarrollado por las mismas personas que comenzaron con la ciencia de las perforaciones verticales (energía geotérmica, bombas de calor acopladas al terreno, etc.) en la Universidad de Lund en Suecia a finales de los 80 principio de los 90. El EED se basa en un gran número de parámetros de entrada:

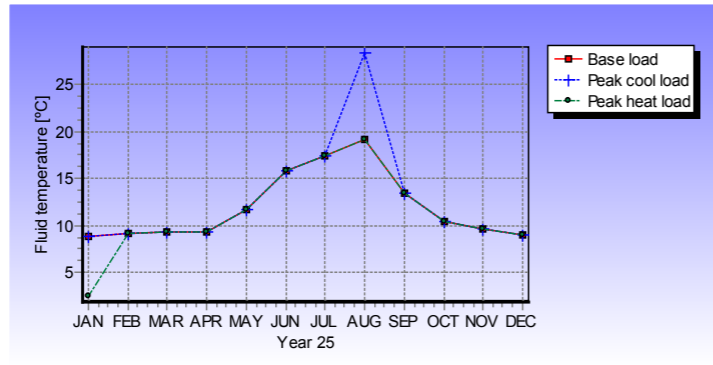
- ☑ Propiedades térmicas del suelo.
- ☑ Tipo de tubería.
- ☑ Configuración de la instalación.
- ☑ Propiedades del fluido.
- ☑ Información climática.
- ☑ Cargas térmicas del edificio para refrigeración y calefacción.
- ☑ Temperatura del suelo imperturbada.

Un importante parámetro es el COP (Coeficiente de Prestación), eficiencia de la bomba de calor (o frío). Con el EED, el parámetro SPF (Seasonal Performance Factor) es usado en vez de éste. El SPF simplemente es la media del COP a lo largo de un año.

Para el trabajo con las cargas térmicas de calefacción y refrigeración en la simulación se trabaja con el método "Monthly Energy Values". Este método permite modelar la carga térmica específica para la vivienda incluyendo las cargas térmicas independientes de la estación del año como es el caso de ACS. Para la simulación se requiere la carga de refrigeración y calefacción para cada mes.

Cabe comentar que el EED puede simular la evolución de las temperaturas del fluido hasta 100 años, aunque normalmente se realizan simulaciones entre 10 y 30 años. En este estudio, se ha realizado la simulación de 25 años.

En la gráfica siguiente se puede observar la evolución de las temperaturas del fluido de intercambio de calor a lo largo del año 25 obtenida a partir de la simulación realizada con el software.



Gráfica: Temperatura media máxima en el intercambiador enterrado

### VASO DE EXPANSIÓN

Se requieren dos vasos de expansión cerrados para absorber las dilataciones de volumen del fluido del que circula por las tuberías del intercambiador.

Ambos vasos de expansión serán iguales, y tendrán las siguientes características:

Capacidad (l)	Presión max. de trabajo
15	3 bar

### BOMBA DE CIRCULACIÓN

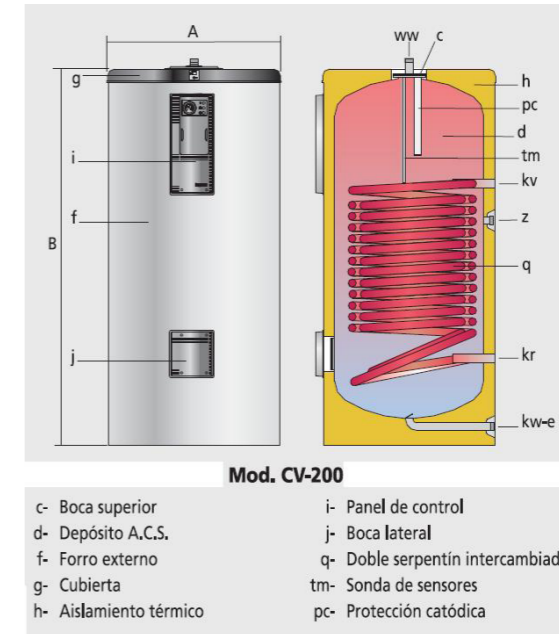
Las pérdidas del intercambiador debido a la fricción del fluido con las paredes de la tubería y con todos los elementos de la instalación son de 7,2 m.c.a. La bomba de circulación interior de la bomba de calor proporciona 4.2 m.c.a. El punto de trabajo nominal de la bomba de circulación será de 3 m.c.a. para un caudal de circulación de 2.5 m3/h.

Bomba seleccionada: SEDICAL SP 25/6

BOMBA CIRCULACIÓN CIRCUITO EXTERIOR	
Caudal	2.5 m3/h
Presión máx. disponible	3 mca
Potencia	107 W

### DEPÓSITO DE ACS: CV-200HL

Depósito para producción y acumulación de agua caliente sanitaria con serpentín, fabricado en acero al carbono vitrificado s/DIN 4753.

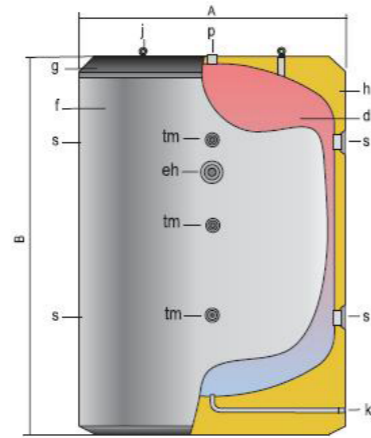


Características técnicas	
Temperatura máxima ACS (°C)	90
Presión máxima, depósito ACS (bar)	8
Temperatura máxima del circuito de calentamiento (°C)	200
Presión máxima del circuito de calentamiento (bar)	25

Características/Conexiones/Dimensiones	
Capacidad de ACS (litros)	200
Superficie de intercambio del serpentín (m2)	2,4
Peso en vacío (aprox.) (kg)	100
Cota A: diámetro exterior (mm)	620
Cota B: longitud total (mm)	1.205

DEPÓSITO DE INERCIA: MV-2000-I

Depósito de gran capacidad, fabricado en acero al carbono para su instalación vertical, como depósito de inercia en circuitos cerrados de refrigeración y/o calefacción



MODELO: MV- 2000 I

- d- Depósito acumulador
- f- Forro externo
- g- Cubierta superior
- h- Aislamiento térmico
- j- Cáncamos manipulación
- q- Serpentin

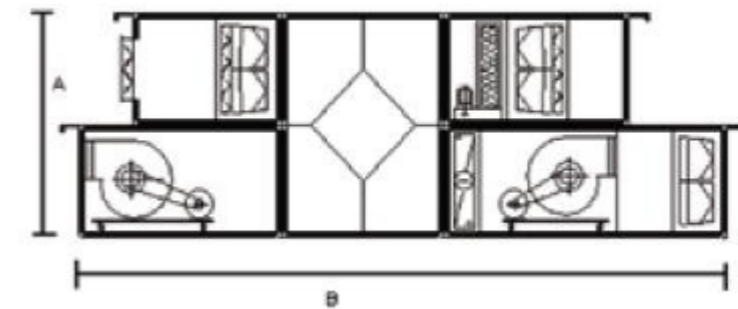
Características técnicas	
Temperatura máxima ACS (°C)	10
Presión máxima (bar)	6

Conexiones/Dimensiones	
Capacidad total (litros)	2000
Peso en vacío (aprox.) (kg)	353
Cota A: diámetro exterior (mm)	1.360
Corta B: longitud total (mm)	2.280

UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE:

Cuando se diseña una Unidad de Tratamiento de Aire, se ha de tener en cuenta que es un aparato que se debe construir a medida, esencialmente, para que realice al aire el tratamiento que se considere necesario. Sabiendo que el volumen de infiltraciones de aire exterior en m<sup>3</sup>/h por persona en salas de pública concurrencia es: 28,8m<sup>3</sup>/h, y estimando que el auditorio tiene capacidad para 350 – 400 personas, el volumen a considerar en la selección de la UTA será estará comprendido entre 10.080 y 11.520 m<sup>3</sup>/h.

Así pues, la máquina seleccionada será de la casa DAIKIN, modelo: DAHU – 120. A continuación se detallan las características técnicas de dicha máquina, así como sus dimensiones:



DAIKIN DAHU – 120	
Caudal (m <sup>3</sup> /h)	12.000
Velocidad de paso (m/s)	2.50
Recuperador	
Eficacia (%)	49
Unidad Exterior	
Modelo	RXYQ26
Potencia Frigorífica (kW)	66.8
Potencia Calorífica (kW)	67.5
Refrigerante	R-410A
Válvula de Expansión	
Modelo	4 x EKEXV200
Controlador	
Control tipo	4 x EKEQMCB
Potencia motor	
Impulsión / retorno	5,5 / 4,0

DIMENSIONES	
A: Altura (m)	2,5
B: Longitud (m)	5,7
C: Anchura (m)	1,8

## BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

La demanda energética de la vivienda será cubierta por una bomba de calor agua – agua reversible trifásica HIDROS DISCONA WDH/SW6 - 164 con 203,4kW de potencia térmica en calefacción y 241,3 kW de potencia de refrigeración. El COP medio estacional de la instalación será aproximadamente de 4,2.



Los datos de la bomba de calor seleccionada, su potencia de refrigeración y calefacción y sus dimensiones aparecen en las tablas siguientes:

HIDROS DISCONA WDH/SW6 - 164	
Tipo bomba	DISCONA WDH/SW6 - 164
Nº Unidades	1
Potencia térmica calefacción (salto térmico 45/40°C-15/10°C)	203.4 kW
Potencia térmica refrigeración (salto térmico 7/12°C-35/30°C)	241.3 kW
Potencia eléctrica absorbida	36,2 – 40,6 kW
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	1855 x 2480 x 800 mm
Peso	1090 Kg
Voltaje	400 V
Refrigerante interno de la Bomba de Calor	R 407 C

## SALA DE MÁQUINAS

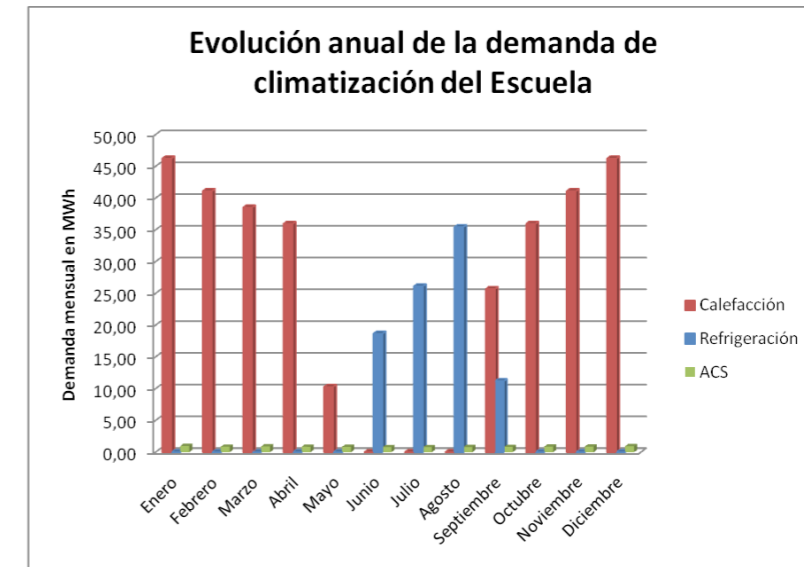
Debido a la instalación que se ha pensado desarrollar para este proyecto, la sala de máquina albergaría la bomba de calor geotérmica y a toda la fontanería asociada (bombas de circulación, vaso de expansión, valvulería, etc...), el depósito de agua caliente sanitaria con serpentín de la casa Lapesa y modelo Coral Vitro: CV200 HL y el depósito de inercia de climatización de la misma casa y modelo: Master Inercia: MV-2000-I.

Las dimensiones de la Unidad de Tratamiento de Aire son de 2.5 x 5.7m x 1.8m la bomba de calor HIDROS DISCONA WDH/SW6 - 164 son de 1.8 x 2.5 x 0.8 m, del depósito de agua caliente sanitaria 0.62 x 1.2 m (diámetro x altura) y del depósito de inercia 1.36 x 2.28 m (diámetro x altura), por lo tanto teniendo en cuenta los demás elementos, en el plano correspondiente, se encuentra un esquema con las medidas y distribución de la sala de máquinas.

## ESTUDIO ENERGÉTICO DEL EDIFICIO ESCUELA.

### ANÁLISIS DE CARGAS TÉRMICAS Y POTENCIA INSTALADA

A partir la simulación del edificio mediante los programas de modelado energético para la zona climática en la que nos encontramos, D3, se obtienen las demandas mensuales de calefacción y refrigeración del edificio a lo largo del año:



Graf. 2: Tabla de demanda de calefacción y refrigeración del edificio Escuela

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Calefacción	46,23	41,09	38,52	35,96	10,27	0,00	0,00	0,00	25,68	35,96	41,09	46,23
Refrigeración	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,65	26,11	35,43	11,19	0,00	0,00	0,00
ACS	0,98	0,85	0,91	0,85	0,85	0,79	0,78	0,81	0,82	0,88	0,88	0,94

A partir del estudio de las cargas térmicas para climatización del edificio se pueden observar las potencias pico simultáneas de calefacción y refrigeración. Se obtiene una potencia pico de 219,4 kW en calefacción y 167,78 kW en refrigeración

Para cubrir la demanda de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (teniendo en cuenta la simultaneidad en la demanda del edificio), se idea un sistema geotérmico compuesto por una bomba de calor agua – agua reversible Hidros Discona WDH-162, con 219,38 kW de potencia térmica en calefacción y 167,78 kW de potencia de refrigeración. El COP medio estacional de la instalación será aproximadamente de 5,1.

La instalación geotérmica que se va a realizar está formada básicamente por un intercambiador enterrado, la instalación exterior que conecta el intercambiador enterrado con la bomba de calor geotérmica, y dicha bomba de calor que proporciona las necesidades energéticas de la vivienda en cuanto a calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

Este intercambiador enterrado tiene una longitud útil de 3375 metros, distribuidos en un mínimo de 25 perforaciones de 135 metros de profundidad cada una. Las sondas geotérmicas serán de polietileno de alta densidad PE100 configuración simple U, de 32mm de diámetro y PN16.

La conexión del intercambiador enterrado con la bomba de calor se llevará a cabo con tubería de polietileno de alta densidad PE100 FLEXIPOL. Los accesorios (codos, Tes, ...) necesarios se soldarán mediante electrofusión. Se instalarán



dos colectores (impulsión y retorno) dotados de válvulas de corte para cada pozo en la sala de máquinas.

Se dispondrá de un grupo hidráulico de prestaciones 2.5 m<sup>3</sup>/h y 3 m.c.a. para la circulación del fluido en el circuito primario (intercambiador enterrado).

La bomba de calor geotérmica alimentará a un depósito con serpentín de alto rendimiento de 300 litros en el depósito para la acumulación del agua caliente sanitaria. También alimentará a otro depósito de 260 litros de inercia de climatización.

El control electrónico de la bomba de calor regulará el aporte de agua fría y agua caliente a cada uno de los depósitos según las temperaturas de consigna predeterminadas.

#### DISEÑO DEL INTERCAMBIADOR ENTERRADO

Antes de llevar a cabo el cálculo de la longitud del intercambiador geotérmico hay que establecer las propiedades termodinámicas del terreno (conductividad, difusividad, temperatura del terreno estable, etc...). Estas propiedades se van a estimar en este proyecto por un valor conservador de la conductividad en la zona de ejecución de la obra. El programa de cálculo con el que se va a realizar el estudio es el EED (Energy Earth Designer).

Se han realizado varias simulaciones para determinar la longitud del intercambiador y se ha obtenido que la configuración de intercambiador que optimiza el rendimiento del intercambiador es de 25 perforaciones de 135 metros con una separación de al menos 6 metros entre ellas. El cálculo se hace en base a las temperaturas medias obtenidas en el intercambiador y en base a las temperaturas extremas alcanzadas en momentos picos (máximo de carga durante un tiempo prolongado) a la entrada de la bomba de calor.

Una vez introducidas las tuberías en la perforación y realizar las pruebas de resistencia y estanqueidad convenientes, se sellarán con una mezcla de cemento/bentonita. Se rellenará la zanja con arena para crear un lecho sobre el que se colocará la tubería.

Los resultados obtenidos así como los datos de partida introducidos se muestran a continuación:

DESIGN DATA				
=====				
GROUND				
Ground thermal conductivity	1.800 W/m,K			
Ground heat capacity	2300000 J/m <sup>3</sup> ,K			
Ground surface temperature	14.11 °C			
Geothermal heat flux	0.0600 W/m <sup>2</sup>			
BOREHOLE				
Configuration:	25 : 1 x 25, line			
- g-function No.	20			
Borehole depth	134.35 m			
Borehole spacing	6.00 m			
Borehole installation	SINGLE-U			
Borehole diameter	0.150 m			
U-pipe diameter	0.032 m			
U-pipe thickness	0.0030 m			
U-pipe thermal conductivity	0.420 W/m,K			
U-pipe shank spacing	0.0700 m			
Filling thermal conductivity	1.600 W/m,K			
Contact resistance pipe/filling	0.0000 K/(W/m)			
HEAT CARRIER FLUID				
Thermal conductivity	0.475 W/m,K			
Specific heat capacity	3930 J/kg,K			
Density	1033 kg/m <sup>3</sup>			
Viscosity	0.007900 kg/m,s			
Freezing point	-10.0 °C			
Flow rate per borehole	0.002000 m <sup>3</sup> /s			
BASE LOAD				
Seasonal performance factor (heating)	4.20			
Seasonal performance factor (cooling)	3.70			
Monthly energy values				
Month	Heat load	Cool load (MWh)		
JAN	46.51	0.00		
FEB	41.34	0.00		
MAR	38.79	0.00		
APR	36.20	0.00		
MAY	10.52	0.00		
JUN	0.23	18.65		
JUL	0.23	26.11		
AUG	0.24	35.43		
SEP	25.92	11.19		
OCT	36.21	0.00		
NOV	41.35	0.00		
DEC	46.50	0.00		
-----				
Total	324.04	91.38		
PEAK LOAD				
Monthly peak powers (kW)				
Month	Peak heat	Duration	Peak cool	Duration
JAN	208.70	8.0	0.00	0.0
FEB	0.00	0.0	0.00	0.0
MAR	0.00	0.0	0.00	0.0
APR	0.00	0.0	0.00	0.0
MAY	0.00	0.0	0.00	0.0
JUN	0.00	0.0	0.00	0.0
JUL	0.00	0.0	0.00	0.0
AUG	0.00	0.0	253.50	4.0
SEP	0.00	0.0	0.00	0.0
OCT	0.00	0.0	0.00	0.0
NOV	0.00	0.0	0.00	0.0
DEC	0.00	0.0	0.00	0.0
Number of simulation years 25				

First month of operation SEP  
CALCULATED VALUES

Total borehole length 3358.7 m

THERMAL RESISTANCES

Borehole therm. res. internal 0.4521 K/(W/m)  
Reynolds number 12807  
Thermal resistance fluid/pipe 0.0037 K/(W/m)  
Thermal resistance pipe material 0.0787 K/(W/m)  
Contact resistance pipe/filling 0.0000 K/(W/m)  
Borehole therm. res. fluid/ground 0.1211 K/(W/m)  
Effective borehole thermal res. 0.1213 K/(W/m)

SPECIFIC HEAT EXTRACTION RATE (W/m)

Month	Base load	Peak heat	Peak cool
JAN	14.45	47.34	-0.00
FEB	12.85	0.00	-0.00
MAR	12.05	0.00	-0.00
APR	11.25	0.00	-0.00
MAY	3.27	0.00	-0.00
JUN	-9.59	0.00	-0.00
JUL	-13.46	0.00	-0.00
AUG	-18.28	0.00	-95.87
SEP	2.26	0.00	-0.00
OCT	11.25	0.00	-0.00
NOV	12.85	0.00	-0.00
DEC	14.45	0.00	-0.00

BASE LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month)

Month	Year 1	Year 2	Year 5	Year 10	Year 25
JAN	16.35	9.16	8.27	7.37	6.03
FEB	16.35	9.58	8.71	7.83	6.49
MAR	16.35	9.73	8.86	7.99	6.65
APR	16.35	9.91	9.02	8.16	6.83
MAY	16.35	13.15	12.25	11.40	10.07
JUN	16.35	18.72	17.84	16.99	15.66
JUL	16.35	20.90	20.04	19.19	17.87
AUG	16.35	23.46	22.59	21.75	20.43
SEP	15.40	15.39	14.52	13.69	12.38
OCT	11.54	11.31	10.44	9.61	8.31
NOV	10.49	10.21	9.33	8.51	7.22
DEC	9.49	9.18	8.32	7.50	6.22

BASE LOAD: YEAR 25

Minimum mean fluid temperature 6.03 °C at end of JAN  
Maximum mean fluid temperature 20.43 °C at end of AUG

PEAK HEAT LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month)

Month	Year 1	Year 2	Year 5	Year 10	Year 25
JAN	16.35	1.98	1.08	0.19	-1.16
FEB	16.35	9.58	8.71	7.83	6.49
MAR	16.35	9.73	8.86	7.99	6.65
APR	16.35	9.91	9.02	8.16	6.83
MAY	16.35	13.15	12.25	11.40	10.07
JUN	16.35	18.72	17.84	16.99	15.66
JUL	16.35	20.90	20.04	19.19	17.87
AUG	16.35	23.46	22.59	21.75	20.43
SEP	15.40	15.39	14.52	13.69	12.38
OCT	11.54	11.31	10.44	9.61	8.31
NOV	10.49	10.21	9.33	8.51	7.22
DEC	9.49	9.18	8.32	7.50	6.22

PEAK HEAT LOAD: YEAR 25

Minimum mean fluid temperature -1.16 °C at end of JAN  
Maximum mean fluid temperature 20.43 °C at end of AUG

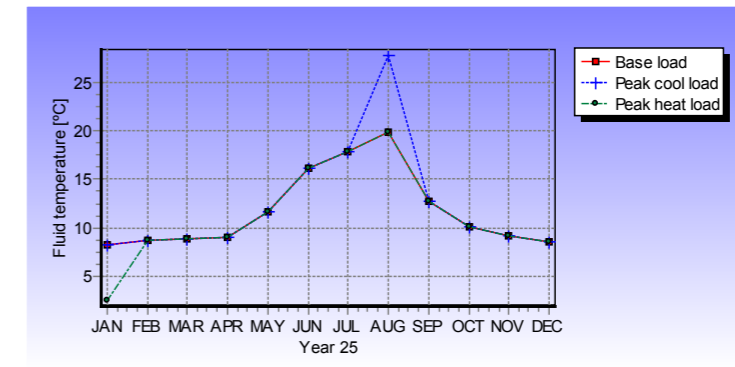
PEAK COOL LOAD: MEAN FLUID TEMPERATURES (at end of month)

Month	Year 1	Year 2	Year 5	Year 10	Year 25
JAN	16.35	9.16	8.27	7.37	6.03
FEB	16.35	9.58	8.71	7.83	6.49
MAR	16.35	9.73	8.86	7.99	6.65
APR	16.35	9.91	9.02	8.16	6.83
MAY	16.35	13.15	12.25	11.40	10.07
JUN	16.35	18.72	17.84	16.99	15.66
JUL	16.35	20.90	20.04	19.19	17.87
AUG	16.35	38.03	37.16	36.32	35.00
SEP	15.40	15.39	14.52	13.69	12.38
OCT	11.54	11.31	10.44	9.61	8.31
NOV	10.49	10.21	9.33	8.51	7.22
DEC	9.49	9.18	8.32	7.50	6.22

PEAK COOL LOAD: YEAR 25

Minimum mean fluid temperature 6.03 °C at end of JAN  
Maximum mean fluid temperature 35.00 °C at end of AUG

En la gráfica siguiente se puede observar la evolución de las temperaturas del fluido de intercambio de calor a lo largo del año 25 obtenida a partir de la simulación realizada con el software.



Gráfica: Temperatura media máxima en el intercambiador enterrado

VASO DE EXPANSIÓN

Se requiere un vaso de expansión cerrado para absorber las dilataciones de volumen del fluido del que circula por las tuberías del intercambiador.

El vaso de expansión seleccionado es el siguiente:

Capacidad (l)	Presión max. de trabajo
15	3 bar

## BOMBA DE CIRCULACIÓN

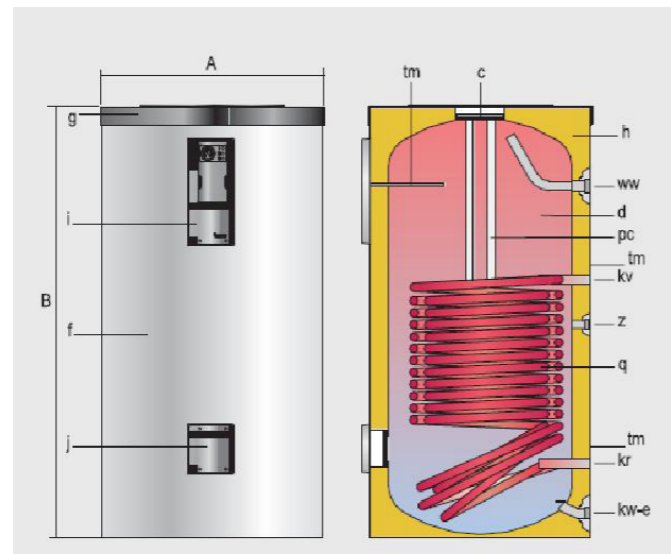
Las pérdidas del intercambiador debido a la fricción del fluido con las paredes de la tubería y con todos los elementos de la instalación son de 7,2 m.c.a. La bomba de circulación interior de la bomba de calor proporciona 4.2 m.c.a. El punto de trabajo nominal de la bomba de circulación será de 3 m.c.a. para un caudal de circulación de 2.5 m3/h.

Bomba seleccionada: SEDICAL SP 25/6

BOMBA CIRCULACIÓN CIRCUITO EXTERIOR	
Caudal	2.5 m3/h
Presión máx. disponible	3 mca
Potencia	107 W

## DEPÓSITO DE ACS: CV-750HL

Depósito para producción y acumulación de agua caliente sanitaria con serpentín, fabricado en acero al carbono vitrificado s/DIN 4753.



**Mod. CV-750**

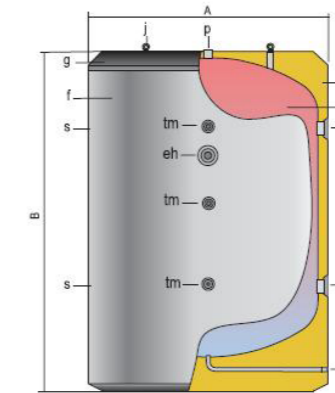
c- Boca superior	i- Panel de control
d- Depósito A.C.S.	j- Boca lateral
f- Forro externo	q- Doble serpentín intercambiador
g- Cubierta	tm- Sonda de sensores
h- Aislamiento térmico	pc- Protección catódica

Características técnicas	
Temperatura máxima ACS (°C)	90
Presión máxima, depósito ACS (bar)	8
Temperatura máxima del circuito de calentamiento (°C)	200
Presión máxima del circuito de calentamiento (bar)	25

Características/Conexiones/Dimensiones	
Capacidad de ACS (litros)	750
Superficie de intercambio del serpentín (m2)	5,7
Peso en vacío (aprox.) (kg)	265
Cota A: diámetro exterior (mm)	950
Corta B: longitud total (mm)	1.840

## DEPÓSITO DE INERCIA: MV-2000-I

Depósito de gran capacidad, fabricado en acero al carbono para su instalación vertical, como depósito de inercia en circuitos cerrados de refrigeración y/o calefacción



**MODELO: MV- 2000 I**

- d- Depósito acumulador
- f- Forro externo
- g- Cubierta superior
- h- Aislamiento térmico
- j- Cáncamos manipulación
- q- Serpentín

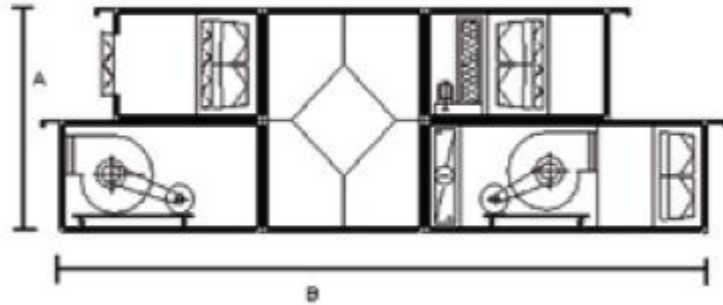
Características técnicas	
Temperatura máxima ACS (°C)	10
Presión máxima (bar)	6

Conexiones/Dimensiones	
Capacidad total (litros)	2000
Peso en vacío (aprox.) (kg)	353
Cota A: diámetro exterior (mm)	1.360
Corta B: longitud total (mm)	2.280

#### UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE:

Cuando se diseña una Unidad de Tratamiento de Aire, se ha de tener en cuenta que es un aparato que se debe construir a medida, esencialmente, para que realice al aire el tratamiento que se considere necesario. Sabiendo que el volumen de infiltraciones de aire exterior en m<sup>3</sup>/h por persona en zona de aulas es: 28,8m<sup>3</sup>/h, y estimando que el máximo aforo de dichas estancias es de 200 personas (25 personas/aula con un total de 8 aulas), el volumen a considerar en la selección de la UTA será de 5760 m<sup>3</sup>/h.

La máquina seleccionada será de la casa DAIKIN, modelo: DAHU – 080. A continuación se detallan las características técnicas de dicha máquina, así como sus dimensiones:



DAIKIN DAHU – 080	
Caudal (m <sup>3</sup> /h)	8.000
Velocidad de paso (m/s)	2.51
Recuperador	
Eficacia (%)	48
Unidad Exterior	
Modelo	RXYQ18
Potencia Frigorífica (kW)	45.8
Potencia Calorífica (kW)	44.0
Refrigerante	R-410A
Válvula de Expansión	
Modelo	2 x EKEXV250
Controlador	
Control tipo	2 x EKEQMCB
Potencia motor	
Impulsión / retorno	4,0 / 3,0

DIMENSIONES	
A: Altura (m)	2,3
B: Longitud (m)	5,14
C: Anchura (m)	1,55

#### BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICA

La demanda energética de la vivienda será cubierta por una bomba de calor agua – agua reversible:

Los datos de la bomba de calor seleccionada, su potencia de refrigeración y calefacción y sus dimensiones aparecen en la tabla siguiente:

HIDROS DISCONA WDH/SW6 - 162	
Tipo bomba	DISCONA WDH/SW6 - 162
Nº Unidades	1
Potencia térmica calefacción (salto térmico 45/40°C-15/10°C)	208,7 kW
Potencia térmica refrigeración (salto térmico 7/12°C-35/30°C)	253,5 kW
Potencia eléctrica absorbida	36,5 – 40,1 kW
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	1855 x 1478 x 800 mm
Peso	760 Kg
Voltaje	400 V
Refrigerante interno de la Bomba de Calor	R 407 C

#### ESPACIO NECESARIO PARA SALA DE MÁQUINAS

Debido a la instalación que se ha pensado desarrollar para este proyecto, la sala de máquina albergaría la bomba de calor geotérmica y a toda la fontanería asociada (bombas de circulación, vaso de expansión, valvulería, etc...), el depósito de agua caliente sanitaria con serpentín de la casa Lapesa y modelo Coral Vitro: CV750 HL y el depósito de inercia de climatización de la misma casa y modelo: Master Inercia: MV-2000-I.

Las dimensiones de la Unidad de Tratamiento de Aire son de 2.3 x 5.14m x 1.55m la bomba de calor HIDROS DISCONA WDH/SW6 - 162 son de 1.8 x 1.5 x 0.8 m, del depósito de agua caliente sanitaria 0.95 x 1.84 m (diámetro x altura) y del depósito de inercia 1.36 x 2.28 m (diámetro x altura), por lo tanto teniendo en cuenta los demás elementos, en el plano correspondiente, se encuentra un esquema con las medidas y distribución de la sala de máquinas.



## DIFUSORES

Dependiendo de la longitud a la que debe llegar el Tiro de Aire se prevén dos tipos de difusores:

### - Difusores de ranura:

Para las cotas normales de impulsión (alrededor de los 3 y 4 metros) se ha empleado el difusor lineal de ranura TROX, que irá oculto sobre el falso techo de listones de madera e impulsará el aire entre los huecos que dejan estos (2,5 cm).

Los difusores de ranura serie VSD15 están especialmente recomendados para locales con alturas comprendidas entre aprox. 2,60 m y 4,0 m. de falsos techos formados por paneles suspendidos que dejan libre una ranura de 16 mm.

Se distinguen por su elevada inducción la cual permite una rápida disminución de la diferencia de la temperatura de impulsión y de la velocidad de salida del aire. La gama de caudales recomendados es la de 25 l/s con una diferencia de temperatura admisible de  $\pm 10$  K. Los difusores de ranura son muy adecuados para su montaje en instalaciones con caudal constante o variable debido a la estabilidad de su vena de aire.

Estos difusores incluyen un plenum de conexión situado en su parte trasera mediante la cual se realiza la conexión a la red de conductos de aire.



Difusores de ranura con ranura frontal de 15mm de anchura Serie VSD15

### - Toberas de larga distancia:

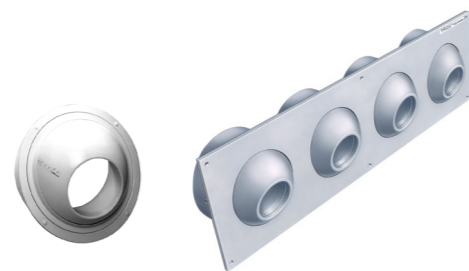
Para las zonas de doble altura o espacios de gran tamaño, donde los difusores no tienen capacidad, se emplearán toberas de largo alcance TROX serie DUE en paredes y frentes de forjado y multitoberas TROX serie DUE M.

Las toberas de largo alcance se utilizan principalmente cuando la impulsión de aire desde el difusor debe recorrer una amplia distancia hasta la zona de ocupación. Por ejemplo en salas de gran capacidad como (pasillos, plantas de producción, etc.) y especialmente cuando no es posible realizar la distribución de aire a través de difusores de techo.

Para ello, las toberas de largo alcance se instalan en las zonas laterales del local.

La dirección de salida del aire de las toberas es fácilmente ajustable, manual o automáticamente, en función de los requisitos del local. También es posible el giro de las toberas  $\pm 30^\circ$ . Estas toberas pueden ser equipadas con componentes eléctricos que pueden ser montados externamente o internamente.

Las toberas de largo alcance TROX debido a su óptima construcción, amplio rango de diseños, capacidad de adaptación y reducido nivel sonoro pueden ser instaladas en cualquier sistema de climatización.



Toberas TROX serie DUE Toberas TROX serie DUE M

## RUIDOS Y VIBRACIONES

La transmisión del ruido, para su futura corrección, debe estudiarse en sus dos versiones:

- Ruidos transmitidos por la estructura del edificio y por las tuberías. (Vibraciones).
- Ruidos aéreos.

Para evitar la transmisión de ruidos por la estructura del edificio se colocarán todos los aparatos sobre un bancada de hormigón de 15cm de espesor, aislada con poliestireno expandido de 5cm de espesor y 20 kg/cm<sup>3</sup> de densidad, con lo que todo el conjunto quedará en situación de flotante.

En cuanto a los ruidos transmitidos por las tuberías, son los producidos por las bombas. De existir éstos, se evitarán colocando manguitos flexibles de Neopreno, de forma que no exista continuidad mecánica entre las bombas y la estructura del edificio a través de las tuberías.

### POSIBLES AFECCIONES AL MEDIO AMBIENTE. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORA O COMPENSATORIAS

A continuación se detallarán las posibles afecciones que la ejecución y utilización posterior de las perforaciones pueden ocasionar al medio ambiente.

POSIBLE AFECCIÓN	MEDIDA PREVENTIVA, CORRECTORA O COMPENSATORIA
Durante la perforación	
Pequeñas fugas de gasoil o aceites	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se parará inmediatamente el equipo de perforación.</li> <li>• Se recogerán los vertidos mediante el empleo de material absorbente tipo sepiolitas o similares.</li> <li>• Se llevarán a un vertedero autorizado</li> </ul>
Generación de polvo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El equipo perforador dispondrá de sistema de captación de polvo, pudiéndose desconectar en caso de presencia de agua dentro de la perforación.</li> </ul>
Afección a acuíferos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se realizarán perforaciones superiores a 200 m.</li> <li>• Solo se empleará el propio detritus procedente de la perforación o arena sílicea para rellenar las perforaciones</li> <li>• Todas las perforaciones se sellarán mediante el empleo de tapas de cierre hermético que se adapten perfectamente al tubo de acero colocado en la boca del mismo y a los tubos de los colectores.</li> <li>• El espacio anular entre la pared de la perforación y el tubo de acero se rellenará con cemento</li> </ul>
Durante la utilización	
Fugas del fluido caloportador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El anticongelante a emplear será biodegradable a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.</li> <li>• La bomba de circulación dispondrá de un sistema de parada de emergencia si se detecta una caída de presión en el circuito de los colectores.</li> <li>• Todos los materiales utilizados en los captadores habrán de cumplir lo establecido en el punto 6.5 del presente proyecto para garantizar la estanqueidad de los mismos.</li> </ul>

## POSIBLES RIESGOS DE CONTAMINACIÓN SOBRE LOS ACUÍFEROS

Las principales y más graves afecciones que se pueden ocasionar a un acuífero son el agotamiento y la contaminación del mismo.

La primera de ellas no es aplicable a este caso, pues en las perforaciones geotérmicas nunca se extraerá agua para ningún fin. Sólo se introducirán colectores para intercambiar calor con el subsuelo mediante la circulación por el interior de las tuberías de agua más anticongelante (propilenglicol) en una proporción en volumen de 70/30, respectivamente.

En cuanto a los posibles riesgos de contaminación, las únicas causas que pueden provocarlos, en función de las características y usos del terreno adyacente a las perforaciones, son:

- Fugas de agua con anticongelante.
- Introducción de material contaminado al rellenar las perforaciones.
- Vertidos accidentales en las perforaciones.
- Vertidos accidentales por las perforaciones.

## VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Para la fase de funcionamiento de los captadores, el mantenimiento que requiere la instalación es mínima por no decir nula, ya que como se ha mencionado en apartados anteriores, el único riesgo existente es una posible fuga del líquido caloportador, situación ésta que es detectada automáticamente por el sistema produciéndose de forma instantánea la parada y cierre de la circulación.

En caso de abandono de una instalación, la única actuación que habrá que realizar es el vaciado del circuito mediante camión cisterna y llevarlo a un vertedero autorizado.

## 03. RENOVACIÓN DEL AIRE.

La red de distribución del aire contará con una conexión a la instalación. Esta red dispone de una entrada de aire exterior que garantizará la correcta ventilación del local exigida en la Reglamentación vigente. Las unidades terminales introducirán aire del exterior durante su funcionamiento. Además la red de ventilación consta de un extractor que provoca la salida del aire del edificio dejándolo en depresión, lo que provocará la entrada de manera natural del aire exterior a través de la apertura ejecutada en la estructura. Los conductos serán rectangulares de chapa galvanizada y las rejillas serán de chapa de acero.

## **04. OTROS**

- 01. telecomunicaciones
- 02. audiovisuales
- 03. megafonía
- 04. alarma y seguridad

## 01. INSTALACIÓN DE TELECOMUNICACIONES

Se realiza según la norma NTE-IAT "Instalaciones audiovisuales y telefonía".

La canalización de distribución se realiza bajo tubo de PVC rígido, de rigidez dieléctrica mínima de 15 KV/mm, de diámetro interior de 56mm, y la canalización de enlace con tubo de acero galvanizado con diámetro interior de 40 mm, ambas con hilo-guía de acero galvanizado de 2 mm de espesor.

Así mismo, se preverá una línea de telefonía interior y de centralización de llamadas.

Se preverá la centralización y control de las instalaciones en los sistemas capaces de incorporar tecnología informática, como pueden ser:

- calefacción y ventilación automática
- iluminación
- agua caliente
- centralización de ordenadores
- servicios de fax y telefonía
- telecomunicaciones
- seguridad y control de acceso.

La infraestructura común en el edificio para el acceso de la telefonía, desde la perspectiva de la libre competencia, permite dotar a los edificios de instalaciones suficientes para atender los servicios de televisión, telefonía y telecomunicaciones por cable. Queda regulada según el Real Decreto-Ley 1/1998, de 27 de febrero.

### CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INFRAESTRUCTURA.

Las redes de alimentación de los distintos operadores se introducen en la ICT (Infraestructura Común de Telecomunicaciones), por la parte inferior del inmueble a través de la arqueta de entrada y de las canalizaciones externa y de enlace, atravesando el punto de entrada general del edificio y, por la parte superior del mismo, a través de la canalización de enlace hasta los registros principales situados en las recintos de instalaciones de telecomunicaciones, donde se produce la interconexión con la red de distribución de la ICT.

La red de distribución tiene como función principal llevar a cada planta del edificio las señales necesarias para alimentar la red de dispersión. La infraestructura que la soporta está compuesta por la canalización principal, que une los recintos de instalaciones de telecomunicaciones inferior y superior y por los registros principales.

La red de dispersión se encarga, dentro de cada planta del inmueble, de llevar las señales a los diferentes servicios de telecomunicación hasta los PAU de cada usuario. La infraestructura que la soporta está formada por la canalización secundaria y los registros secundarios. La red interior de usuario tiene como función principal distribuir las señales de los diferentes servicios de telecomunicación en el interior de cada área, desde los PAU hasta las diferentes bases de toma de cada usuario. La infraestructura que la soporta está formada por la canalización interior del usuario y los registros de terminación de red y de toma.

Con carácter general, pueden establecerse como referencia los siguientes puntos de la ICT:

- Punto de interconexión o de terminación de red: es el lugar donde se produce la unión entre las redes de alimentación de los distintos operadores de los servicios de telecomunicación con la red de distribución de la ICT del edificio. Se encuentra situado en el interior de los recintos de instalaciones de telecomunicaciones.

- Punto de distribución: es el lugar donde se produce la unión entre las redes de distribución y de dispersión de la ICT del inmueble. Habitualmente se encuentra situado en el interior de los registros secundarios.

- Punto de acceso al usuario (PAU): es el lugar donde se produce la unión de las redes de dispersión e interiores de cada usuario de la ICT del inmueble.

- Se encuentra situado en el interior de los registros de terminación de red.

- Base de acceso terminal: es el punto donde el usuario conecta los equipos terminales que le permiten acceder a los servicios de telecomunicación que proporciona la ICT del inmueble. Se encuentra situado en el interior de los registros de toma.

### ARQUETA DE ENTRADA.

Es el recinto que permite establecer la unión entre las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los distintos operadores y la infraestructura común de telecomunicación del inmueble. Se encuentra en la zona exterior del conjunto, en la parte baja de la zona de sótano, junto a la acometida de luz y a ella confluyen por un lado las canalizaciones de los distintos operadores y por otro la canalización externa de la ICT del edificio. Su construcción corresponde a la propiedad del edificio.

### CANALIZACIÓN EXTERNA

Está constituida por los conductos que discurren por la zona exterior del edificio desde la arqueta de entrada hasta el punto de entrada general del edificio. Es la encargada de introducir en el inmueble las redes de alimentación de los servicios de telecomunicación de los diferentes operadores. Su construcción corresponde a la propiedad del edificio. La canalización externa estará constituida por un mínimo de 8 conductos de 63mm de diámetro exterior.

### PUNTO DE ENTRADA GENERAL

Es el lugar por donde la canalización externa que proviene de la arqueta de entrada accede a la zona común del edificio, capaz de albergar los conductores de 63mm de diámetro exterior que proviene de la arqueta de entrada.

### CANALIZACIÓN DE ENLACE.

Es la que soporta los cables de la red de alimentación desde el punto de entrada general hasta el registro principal ubicado en el recinto de instalaciones de telecomunicaciones. Esta canalización estará formada por tubos, en número igual a los de la canalización externa o bien por canaletas, que alojarán únicamente redes de telecomunicación. En ambos casos, podrán instalarse empotrados o superficiales.

### RECINTO DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES.

- Recinto interior (RITI): es el local o habitáculo donde se instalarán los registros principales correspondientes a los distintos operadores de los servicios de telecomunicación, y los posibles elementos necesarios para el suministro de estos servicios. Asimismo, de este recinto arranca la canalización principal de la ICT del edificio.

- Recinto superior (RITS): es el local o habitáculo donde se instalarán los elementos necesarios para el suministro de los



servicios de RTV y, en su caso, de otros posibles servicios. En él se alojarán los elementos necesarios para adecuar las señales precedentes de los sistemas de captación de emisiones radioeléctricas de RTV, para su distribución por la ICT del edificio, en el caso de otros servicios, los elementos necesarios para trasladar las señales recibidas hasta el RITI.

- Recinto modular (RITM): para caso que nos ocupa, los recintos superior e inferior ser realizados mediante armarios ignífugos de tipo modular. Los armarios que albergarán las instalaciones de telecomunicaciones tendrán unas dimensiones de 100 x 50 x 200 cm (ancho x profundo x alto).

#### **CANALIZACIÓN PRINCIPAL.**

- Es la que soporta la red de distribución de la ICT del inmueble, conecta los RITM entre sí y éstos con los registros secundarios. Estará formada por tuberías o canaletas. En ella se intercalan los registros secundarios, que conectan la canalización principal y las secundarias.

- También se utilizan para seccionar o cambiar de dirección la canalización principal.

- En el caso de acceso radioeléctrico de servicios distintos de los de radiodifusión sonora y televisión, la canalización principal tiene como misión añadida la de hacer posible el traslado de las señales del RITS hasta el RITI.

- Deberá ser rectilínea, fundamentalmente vertical y de una capacidad suficiente para alojar todos los cables necesarios para los servicios de telecomunicación del edificio.

- La canalización discurrirá próxima al hueco de ascensor, por los huecos de instalaciones previstos, mediante tubos, cuyo diámetro será de 40mm.

#### **CANALIZACIÓN INTERIOR USUARIO.**

Es la que soporta la red interior de usuario, conecta los registros de terminación de red y los registros de toma. En ella se intercalan los registros de paso que son los elementos que facilitan el tendido de los cables de usuario.

Estará realizada con tubos de material plástico, lisos, que irán por el falso techo de las plantas, para descender posteriormente por los elementos de compartimentación interior, uniendo los registros de terminación de red con los distintos registro de toma.

#### **REGISTRO DE TOMA.**

Son los elementos que alojan las bases de acceso terminal (BAT), o tomas de usuario, que permiten al usuario efectuar la conexión de los equipos terminales de telecomunicación o los módulos de abonado con la ICT, para acceder a los servicios proporcionados por ella.05.01. instalación de audiovisuales

## **02. INSTALACIÓN DE AUDIOVISUALES**

Se instalará en la planta de cubierta una antena parabólica de recepción por satélite, contando las instalaciones con sus respectivos equipos de aplicación y cajas de toma en los locales de uso.

## **03. INSTALACIONES DE MEGAFONÍA**

Se pretende difundir así el uso de la palabra, con un nivel sonoro hasta una frecuencia de 310Hz. Existirá una red interna de zumbadores acústicoluminosos situados en los locales para el aviso de los usuarios, al igual que una red de megafonía interna con altavoces e intercomunicadores en los mismos locales, complementados con equipos centrales de control. Los altavoces se instalarán vistos, en número definido según el cálculo obtenido, evitando siempre las incompatibilidades con otras instalaciones.

Se propone la instalación de un sistema de megafonía en la plaza, para posibles actos al aire libre.

## **04. INSTALACIONES DE ALARMA Y SEGURIDAD**

Diseñadas para reducir el riesgo de robo o atraco en el complejo, se colocarán circuitos de alarma por infrarojos y circuitos cerrados de televisión, que ayudarán a los sistemas activos contratados como vigilantes jurados para evitar hurtos y aumentar la seguridad de los usuarios.

Se dispondrá un sistema de seguridad de circuito cerrado de TV tanto para el interior del complejo como para todos los espacios exteriores del mismo.

## **05. EQUIPAMIENTO ESCÉNICO**

01. maquinaria y vestido escénico

02. iluminación escénica

## 01. MAQUINARIA Y VESTIDO ESCÉNICOS.

Esta memoria tiene por objeto describir la maquinaria escénica para el Centro de Artes Escénicas de Almagro.

El escenario no tiene unas dimensiones específicas debido a que se ha proyectado para poder usarse en múltiples disciplinas artísticas, siguiendo la filosofía de un teatro experimental. El equipamiento escénico propuesto está de acuerdo con estas características y las previsiones de utilización. Se ha puesto énfasis en la necesidad de disponer de unos medios técnicos de utilización rápidos y seguros, que permitan cambiar la configuración del escenario en el menor tiempo posible.

Las barras de elevación (maquinaria superior) sustentarán las escenografías para que estas puedan moverse y que los decorados puedan entrar y salir del espacio visualizado por los espectadores. Desde estas mismas barras de elevación se suspenden los sistemas de iluminación espectacular necesarios para crear efectos lumínicos en la escena.

Se requerirán amplias áreas de almacenaje en el perímetro de la escena para actores, decorados y material de utilaje para lo cual se deben montar los diferentes textiles que componen la cámara negra: Bambalinas, patas y telón de fondo.

### COMPONENTES PRINCIPALES.

#### TELÓN CORTAFUEGOS.

El telón cortafuegos es el dispositivo de seguridad imprescindible que forma parte del escenario. Es un sistema escénico que aísla de fuego y humos el escenario con el área de sala donde se encuentra el público, permitiendo una evacuación más segura. Consta de un gran panel u hoja metálica forrada con elementos aislantes. Este panel dispone de un movimiento vertical de cierre sin aporte de energía exterior. En los períodos de montaje de espectáculos y no utilización de escenario, el telón cortafuego debe estar siempre bajado.

El telón cortafuegos elegido es el modelo STONEX TCF-1, se basa en una estructura tubular metálica auto portante, cuyos paneles de cartón yeso con resistencia al fuego y consistente en un sandwich metálico de 75 mm de espesor relleno de lana de roca.

Para su operación este sistema consta de un equipo oleohidráulico con cilindro de doble efecto asistido por corte contrapesado. Además cuenta con un sistema de reducción de velocidad para amortiguación de caídas.

El cuadro de control se encuentra a pie de escenario con botonera de trabajo y emergencia; el mando mecánico de emergencia se sitúa en la sala o salidas de evacuación.

#### CORTES MANUALES.

Este sistema de movimiento es el más sencillo de todos y es sumamente versátil para cargas de bajo peso: Telas, Tules, Patas y Bambalinas de cámara negra. Al ser diseñados para una colocación rápida sobre el peine permiten ser posicionados en cualquier sitio. Se componen de una vara, un juego de poleas portátiles, un juego de cuerdas y un sistema de atado de las cuerdas a la baranda de galerías.

#### CORTES MOTORIZADOS.

Los sistemas de varas motorizadas son actualmente los sistemas de movimiento estándares existentes en los centros de

producción del tipo que nos ocupa, en Europa y en la mayoría del mundo.

#### ELEMENTOS DE SUSPENSIÓN (VARAS DE CARGA).

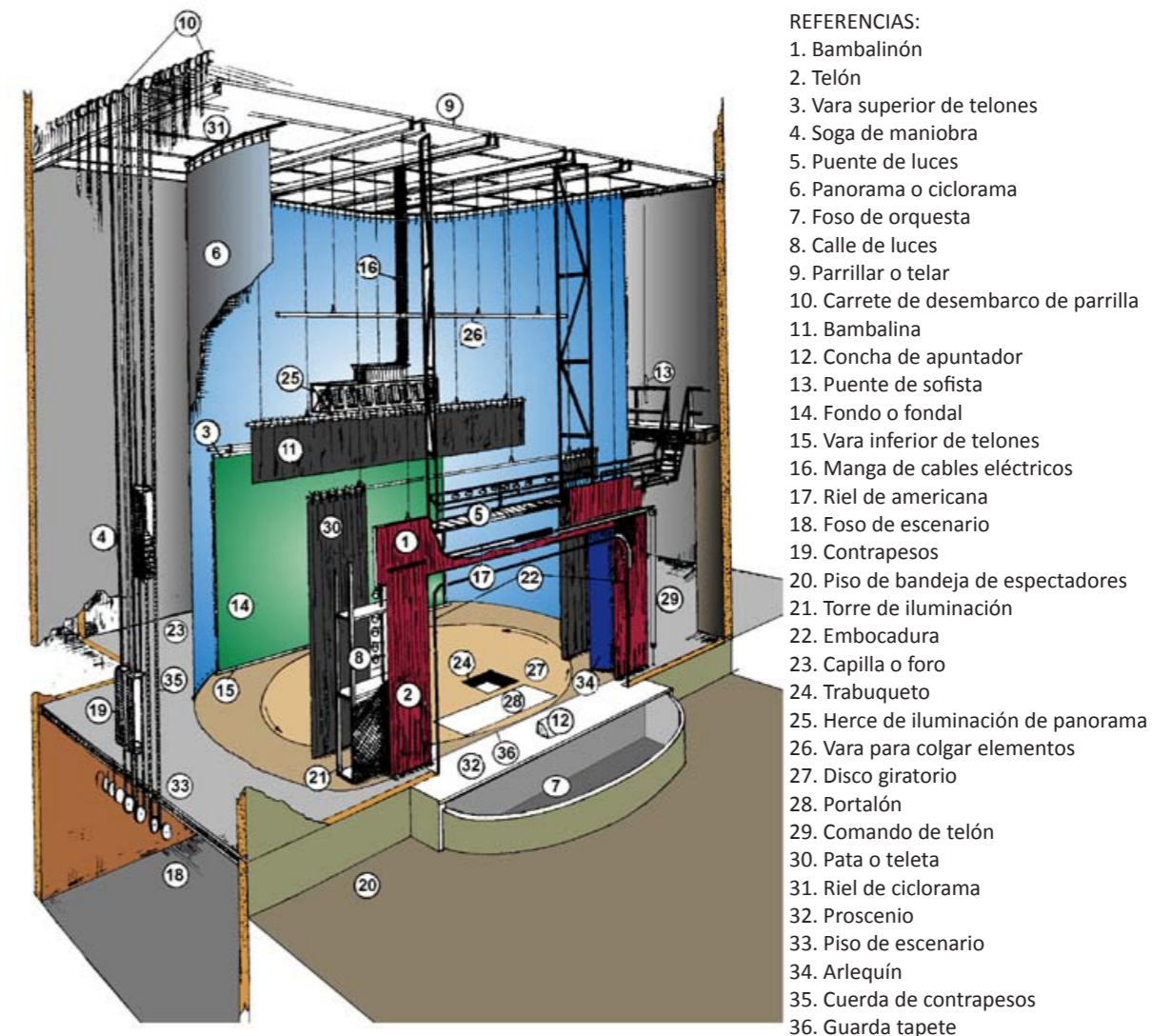
Los elementos denominados de suspensión son las varas escénicas. Sirven para sostener los indistintos elementos de decorados, iluminación, sonido, concha acústica, etc. . Las varas de suspensión se plantean de 2 tipos: las simples para los manuales en aluminio y las dobles de celosía para los motorizados y contrapesados en acero.

#### CONTROL DE MOTORES.

El Sistema de control de motores es indispensable y tendrá que controlar todos los sistemas motorizados de velocidad fija y puntuales. Será un sistema computarizado y cumplirá todas las normativas vigentes.

#### PUPITRE DE CONTROL PRINCIPAL EN ESCENARIO.

El pupitre principal estará montado en una bancada, interruptor general con llave de bloqueo, pulsador "seta" de emergencia, led de estado, led de maniobra, mesa-rack de alojamiento.



## VESTIDO ESCÉNICO.

El vestido escénico es la parte del escenario que se muestra ante el público. Es indispensable y deberá cumplir con las normas de prevención de incendios.

Se exigirá al menos protección . Se compondrá de los siguientes elementos como mínimo:

- Bambalín
- Telón de boca con carril motorizado
- Juego de cámara negra más telón de fondo

## 02. ILUMINACIÓN ESCÉNICA.

Esta memoria tiene por objeto describir el equipamiento escénico de iluminación y las instalaciones involucradas con destino al Centro de Artes Escénicas de Almagro.

El teatro experimental albergará en su interior, una sala principal con capacidad para la realización de espectáculos y aforo para 400 personas. Esta sala contará de un completo sistema técnico de iluminación que posibilite la realización de una gran variedad de eventos distintos, a la vez que su infraestructura estará preparada para poder recibir y acomodar equipamiento externo con distintos usos y aplicaciones.

Dentro del uso previsto de este espacio se han contemplado la siguiente tipología de eventos, que sirve como base para elaborar y diseñar el proyecto de equipamiento de iluminación:

Conciertos sinfónicos  
Conciertos de Cámara  
Conciertos de banda y coros  
Recitales  
Ballet  
Musicales y Variedades  
Teatro en pequeño y medio formato en todos sus géneros  
Actuaciones folclóricas  
Actuaciones musicales de música moderna  
Congresos y presentaciones  
Cierta tipo de eventos deportivos  
Actos políticos  
Actos publicitarios  
Realización de asambleas.

Los medios técnicos necesarios para poder dotar al espacio con un equipamiento de iluminación adecuado para este espacio incluyen:

Sistema de control de iluminación  
Red de reparto de datos de iluminación  
Sistema de regulación de potencia  
Proyectores de uso escénico  
Accesorios para proyectores de uso escénico

Sistema de control de iluminación de sala, circulación, montaje escénico y trabajo.

Alumbrado de circulación, montaje escénico y trabajo.

Instalaciones eléctricas para los sistemas de iluminación.

## COMPONENTES PRINCIPALES.

### SISTEMA DE CONTROL DE ILUMINACIÓN.

El sistema de control para el sistema de iluminación es en la actualidad como el centro neurálgico de los sistemas de iluminación, puesto que desde él es posible acceder y controlar sobre la marcha y de modo programado la mayor parte de las variables del sistema de iluminación.

Por esto es muy importante poseer no solo un sistema ágil y capaz de afrontar todos los retos que las modernas configuraciones del sistema de iluminación requieren, sino también disponer de una completa y operativa red de control preparada no solo para el uso actual, sino también realizada teniendo en mente los futuros usos en la medida que sea posible.

Dada la importancia de este sistema, el control de iluminación ha de tener como centro una consola de control, de alta capacidad, gran flexibilidad y muy adaptada al uso del espacio. Se ha de pedir además, puesto que las variables de los sistemas operativos se hacen muy complejas, que la consola de control sea segura y fiable.

En cuanto a la arquitectura, el sistema de control ha de contar por lo menos con una consola principal equipada con un mando a distancia por radiofrecuencia que facilite las labores de enfoque sin requerir que haya a la vez una persona en la consola y otra en el escenario para tener que dar luz.

Cada una de las consolas de control, poseerá salida para conexión de 1 monitor en color, que permitan la visualización de toda la información relevante, en un formato claro y fácil de usar por los operadores.

El sistema de control ha de contar con al una salida de señal en formato DMX 512, mediante conectores XLR05 para la distribución de 1 universo de control, y además permitirá que la información de la iluminación pueda ser enviada a la vez en red a través de señal de control bajo protocolo Ethernet.

Entre los protocolos de control que se deben gestionar por el sistema de control en el momento de la puesta en servicio del equipamiento se incluyen los siguientes:

DMX 512 (1990), de obligado uso.  
DMX 512-A, de obligado uso o compatibilidad.  
Ethernet en protocolo propio de la consola de control.  
RDM, preparado para poder ser implementado.  
ACN, preparado para ser implementado.  
Stream ACN, de obligado uso.  
Protocolo propio para la gestión de configuración de dispositivos del sistema de control, si no es cubierto por el ACN.

Entre la funcionalidad que la consola debe de tener en el momento de su suministro incluirá control para:

Secuencias de tipo teatral con crossfades duplicados y control de ejecución.  
Control de luz mediante submasters.  
Patch electrónico para redirección de canales.



Control en formato específico para el manejo ágil de proyectores robotizados con todos los comandos propios para ello.  
Gestión de LEDs y matrices de LEDs de modo fácil.  
Gestión de sistemas de efectos de proyección de imágenes.  
Lectura y grabación de programas de luces en varios formatos.

#### RED DE REPARTO DE DATOS DE ILUMINACIÓN.

Igual de importante como el sistema de control, es el sistema de reparto y red de control de iluminación. En sistemas, cada vez más complejos y dotados de una mayor funcionalidad, versatilidad y capacidad de configuración, se convierte en algo sumamente importante disponer de una red de datos completa y capaz, que no solo tenga posibilidades para adaptarse a los usos futuros de la iluminación, sino que también permita configurar e interconectar fácilmente todos los equipos dentro del mismo sistema de iluminación. Que haga posible no solo conectar receptores de señal en distintos puntos, sino que también permita que un control pueda ser llevado a múltiples lugares e incluso permita que varios sistemas de control puedan operar conjuntamente en el mismo evento si fuera necesario.

#### SISTEMA DE REGULACIÓN DE POTENCIA.

Uno de los elementos básicos dentro de un espacio escénico lo forma el sistema de dimmers. El sistema de dimmers junto con los sistemas de control permiten controlar el encendido y apagado de los proyectores y el nivel de luz en cada momento, así como el encendido y apagado y el nivel de luz en cada momento de la iluminación de la sala de espectadores.

#### PROYECTORES DE USO ESCÉNICO.

Este proyecto cuenta con la previsión de suministro de una dotación básica de proyectores de uso escénico de gama profesional. Se entiende que es muy complicado proveer una cantidad completa de proyectores que permitan cubrir todas las posibles aplicaciones, puesto que la cantidad de opciones disponibles es demasiado grande para pretender hacer una dotación completa. No obstante, dentro de la dotación de materiales que se ha elegido para este espacio, hay una cantidad básica de elementos, capaz de cubrir la mayoría del material utilizado en la mayoría de los eventos que se pretende que se realicen en este espacio. De este modo se logra que el espacio tenga un equipamiento básico, que evite recurrir al alquiler de materiales de modo sistemático, reduciendo los costes de operación del edificio.

Se enumeran aquí los distintos tipos de proyectores más comunes en la iluminación escénica:

- Proyectores de recorte elipsoidales de alcance medio, para lámpara de alto rendimiento de filamento compacto, equipados con 4 cuchillas de recorte en tres o cuatro planos distintos. Este tipo de proyector está equipado con un reflector dicróico que filtre el calor del haz de luz, produciendo una iluminación confortable en el escenario. Estos proyectores van dotados con un zoom de 15º a 30º alcanzando 280.000 Cd de intensidad en la posición spot.
- Proyectores de recorte elipsoidales de alcance corto, para lámpara de alto rendimiento de filamento compacto, equipados con 4 cuchillas de recorte en tres o cuatro planos distintos. Este tipo de proyector está equipado con un reflector dicróico que filtre el calor del haz de luz, produciendo una iluminación confortable en el escenario. Estos proyectores van dotados con un zoom de 25º a 50º alcanzando 140.000 Cd de intensidad en la posición spot.
- Proyectores de recorte de doble lente condensadora de uso universal y amplio zoom, para lámpara halógena de 2000/2500 vatios, equipados con 4 cuchillas de recorte, pero con capacidad para admitir hasta 6 simultáneas. Este tipo de proyector está equipado con un reflector esférico y doble lente condensadora que permite tener una mejor distribución luminosa en todo el campo de uso, produciendo así además una buena calidad de recorte y una proyección de gobos y cuchillas con buen control sobre la imagen. Estos proyectores van dotados con un zoom de 15º a 40º alcanzando.

- Proyectores para lámpara PAR, equipados con sistema de giro de lámparas mediante mando aislante.
- Proyectores de lente planoconvexa granulada para lámpara de 1200 vatios, equipados con visera de 4 palas. Este tipo de proyector estará equipado con un reflector esférico de aluminio y una lente de 150 mm de diámetro. Estos proyectores van dotados con un sistema de enfoque libre de agarrotamientos y vibraciones que permita variar el haz luminoso entre 6,5 y 66º de ángulo de haz, alcanzando una intensidad máxima superior a 300.000 Cd.
- Proyectores de lente planoconvexa granulada para lámpara de 2000/2500 vatios, equipados con visera de 4 palas. Este tipo de proyector está equipado con un reflector esférico de aluminio y una lente de 200 mm de diámetro. Estos proyectores van dotados con un sistema de enfoque libre de agarrotamientos y vibraciones que permita variar el haz luminoso entre 4,5 y 60º de ángulo de haz, alcanzando una intensidad máxima superior a 540.000 Cd.
- Proyectores para iluminación de ciclorama y lámpara de 1000 W. Este tipo de proyector está equipado con un reflector asimétrico que permite cubrir una superficie plana de modo uniforme a la altura normal de montaje en este espacio.
- Proyector de seguimiento de luz día para lámpara de 1500 vatios, equipado con lente zoom variable entre 9 y 16º. Este proyector permite alcanzar 6.300.000 Cd de intensidad en posición spot y 1.800.000 en posición Wide, con un campo óptico uniforme, y va dotado de un cambio de color manual con capacidad para 5 colores, un obturador de cierre total y un trípode. Este dispositivo es de fácil manejo, de tal modo que permite seguir a los artistas con facilidad y precisión, y sin provocar el cansancio del operador.

#### ACCESORIOS DE USO ESCÉNICO.

Además de los proyectores, se estima necesario el suministro de una serie de elementos de uso habitual en este tipo de espacio que permitan poder realizar labores de montaje y configuración apropiadas.

Entre los accesorios de uso escénico se prevé el suministro de los siguientes elementos:

- Unidades de varas de iluminación dotadas de conector múltiple de entrada, tomas schuko para alimentación de proyectores y una salida para alimentación de varas de luces de secundarias.
- Unidades de varas de iluminación dotadas de conector múltiple de entrada, y tomas schuko para alimentación de proyectores.
- Cableado aéreo necesario para la conexión de las varas de luces y prolongadores de cable de distintas medidas que permitan el conexionado de los proyectores de acuerdo a un uso normal. Todos estos cables se fabricarán con materiales de calidad y cable flexible, apropiado para el uso y que tenga una gran durabilidad, puesto que van a estar sometidos a condiciones de uso que se pueden calificar como rudas, y por lo tanto se les debe de pedir que bajo esas condiciones sean capaces de mantener la seguridad en el tiempo.
- Cableado aéreo de señal, que permita el conexionado de equipos de control y receptores en distintas posiciones.
- Estructuras para disposición de proyectores en escenario para iluminación lateral, equipadas con peldaños ajustables en altura, base desmontables, mecanismo para suspensión desde galería y contrapesos para asegurar la estabilidad.
- Unidades de portaglobos o portalogotipos para su uso en proyectores de recorte.
- Unidades de iris para reducir el tamaño de la proyección.
- Torre mecanizada unipersonal para trabajo en altura, que permita a una persona realizar las labores propias en este tipo de edificios con seguridad y agilidad.
- Unidades de carros para transporte y almacenaje de proyectores, dotados de ruedas para su fácil maniobra.
- Otros elementos y accesorios de iluminación escénica.

## **DG.** DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

**AJ.** ANEJOS

**alicia palau mayordomo**

**t4. julio 11**

**CENTRO DE ARTES ESCÉNICAS**  
**EN ALMAGRO**