

**CONCURSO DE PROYECTO
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO PARA CIENCIAS BIOMÉDICAS
EN EL CAMPUS DE GETAFE DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

CONCURSO DE PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO PARA CIENCIAS BIOMÉDICAS EN EL CAMPUS DE GETAFE DE LA UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

EMPLAZAMIENTO

El solar objeto del proyecto se encuentra en el campus de la Universidad Carlos III de la ciudad de Getafe, en una zona de ensanche dentro de la trama urbana de la ciudad muy consolidada de la ciudad. Situado entre las calles Federica de Montseny, paseo de la Estación y calle Carabanchel, su geometría queda muy condicionado por el trazado de estas calles y la parte ocupada del resto del campus universitario. El edificio de la biblioteca del campus es la referencia urbana más cercana que dispone, situado en el lado opuesto del campus.

El edificio se dispone justo en el extremo noroeste, adosado a la calle Federica de Montseny, liberando la parte Este del solar para relacionarlo con el resto del campus, dando la espalda a la calle citada y abrirse hacia las buenas orientaciones y mejores vistas hacia el campus. Su disposición, orientación, accesos y recorridos responden principalmente a cuestiones de carácter urbano, acceso desde el campus, zona de llegada con coche y aparcamiento, condicionan los accesos así como la disposición de las diferentes áreas.

IDEA ARQUITECTÓNICA

La propuesta y geometría del edificio responde principalmente a los condicionantes del entorno. La relación que debe mantener con el resto de campus y los edificios existentes, los diversos accesos peatonales que presenta y la relación con la previsión de ampliación del campus, marcan unas directrices que definen la disposición de los accesos y la relación entre las diferentes áreas de uso. La ubicación y disposición del edificio en el solar hay que entenderlas principalmente como un elemento vertebrador dentro del campus.

La situación del edificio dentro del solar responde por una parte a entender que este edificio de la facultad de Ciencias Biomédicas corresponde a una primera fase de construcción, con lo que se escoge ocupar la parte norte, actuando de edificio pantalla con la calle superior, con el fin de establecer un límite urbano al espacio exterior del campus y liberar la parte sur para la posterior fase de ejecución del solar para un segundo edificio. La parte inferior del edificio tiene la voluntad de ser este elemento “pesado y sólido” que sirve como base de apoyo del resto del edificio. Tratado con un tono oscuro y con apariencia de bloque, es la que se aposenta en el terreno y sobre él se dispone la otra parte del edificio con voluntad de imagen más “ligera”, donde las transparencias y las vistas tienen más valor. Esta parte superior del edificio con tonalidades más claras crece con dos volúmenes hacia el Este, como si el edificio se fuese desgranando hacia esta dirección, liberando la parte inferior para mezclarse con el espacio ajardinado del campus y disponer de espacios exteriores cubiertos.

En su interior, se plantea un espacio central como núcleo de comunicaciones, que articula las circulaciones verticales y horizontales interiores del edificio. Desde este espacio se intenta solucionar la confluencia de los distintos accesos exteriores del edificio por los dos niveles existentes con las circulaciones interiores.

Se trata de una edificación formada por una planta bajo rasante, planta baja y 3 plantas piso. La planta sótano se destina a colocar el aparcamiento para 100 plazas, local para instalaciones y el animalario. La planta baja tiene acceso desde el campus de la Universidad, situado en la cota +628, y en ella se ubican los 7 laboratorios. En la planta primera, con acceso desde la calle Federica de Montseny en la cota +633, se sitúan las 10 aulas. En las plantas segunda y tercera se dispone todo el programa requerido de los despachos.

La propuesta genera dos partes bien diferenciadas volumétricamente. Por una parte la inferior, de 2 plantas, con un tratamiento más “sólido”, con una tonalidad oscura pero sin renunciar a la buena luminosidad, con una fachada formada por una doble piel, formado por un acristalamiento protegido por una celosía de chapa perforada de aluminio lacado, se disponen todos los laboratorios y aulas. En la parte superior, se disponen todos los despachos requeridos, con un tratamiento de fachada totalmente diferenciado, con una fachada acristalada y protegida en este caso con una estructura de bandejas/lamas orientables también de chapa perforada de aluminio. Todo ello con una voluntad de conseguir espacios interiores muy luminosos controlando posibles deslumbramientos.

La propuesta tiene la intención de crear un edificio que se relacione con el entorno. El objetivo es conseguir un edificio que no dé la espalda a lo que le rodea si no que haga del entorno algo propio llevando hacia el interior del mismo la luminosidad y la vegetación de las que se puede disfrutar en el exterior. De manera que se cree esa **simbiosis** entre urbanización y edificio, esa convivencia en la que ambos elementos sacan provecho el uno del otro para aportar al usuario espacios de calidad en los que poder disfrutar del mayor confort posible.

SISTEMA DE CERRAMIENTOS EXTERIORES

El objetivo de la envolvente del edificio es dotar todos los espacios interiores con luz natural y conseguir un confort óptimo con una muy buena luminosidad. Se compone de un muro cortina optimizado energéticamente, ofreciendo a los usuarios del edificio un lugar de trabajo y estudio con un confort lumínico y de vistas al exterior sobresaliente. Además el muro cortina estará protegido a sobrecalentamientos innecesarios por una doble piel, una protección solar formada por unas bandejas verticales en forma de lamas orientables de chapa microperforada de aluminio anodizado.



Las diferentes fachadas del edificio van a tener tratamientos distintos dependiendo de su orientación solar. En las fachadas con poca exposición solar, los vidrios van a tener mayor transmisión luminosa y factor solar y la densidad de la perforación de la chapa perforada va a ser mayor. Mientras que en las fachadas con mayor exposición solar van a tener un tratamiento contrario, con poco factor solar y transmisión luminosa, para evitar deslumbramientos.

La función de la segunda piel del edificio va a ser justamente poder tamizar la incidencia de la luz solar contra los vidrios de fachada. En las plantas segunda y tercera se van a disponer como bandejas verticales en forma de lamas orientables y debe permitir colocarlas en distintas posiciones para conseguir en cada fachada el equilibrio óptimo entre la calidad visual y energética.

Para conseguir una mayor privacidad en las zonas interiores de planta baja y primera, donde se sitúan los laboratorios y las aulas, pero no así minimizar la luz de ellas, se plantea una protección solar fija con **celosía de chapa microperforada de aluminio anodizado/lacado**, que permite minimizar la incidencia de la luz solar sobre las ventanas y dotar de más privacidad las salas. Planteando este tipo de material, permite un mantenimiento mínimo tanto en perfiles como en las chapas.

SISTEMA DE CUBIERTAS

En este edificio, las cubiertas tienen un papel fundamental y es que haciendo honor al lema de la propuesta, tienen un claro objetivo que es conseguir que el edificio consiga una **simbiosis** con su entorno, con el ajardinamiento del campus. Las cubiertas del edificio se plantearán todas ellas con cubiertas vegetales, de la tipología planas invertidas, que a la vez presentan unas prestaciones muy altas en valores de aislamiento e inercia térmica, factor muy decisivo para conseguir un edificio energéticamente eficiente.

Todas las cubiertas se plantearán mediante soluciones sencillas, evitando las formas complejas y los encuentros difíciles. Todas ellas son cubiertas planas invertidas con pendientes mínimas del 2%, transitables en planta baja y no transitable en techo de planta cubierta, y se resuelven con una misma tipología constructiva y dos acabados diferentes que coinciden con diferentes tipos de niveles.

El factor determinante para escoger este tipo de cubiertas es que, tal como se ha comentado, presentan una gran inercia térmica, que significa que tiene una gran capacidad de mantener en el interior del edificio las condiciones de confort y temperatura constante con mínimas pérdidas térmicas y muy poco coste energético, y así minimizar el coste de climatización del edificio, garantizando un mayor confort en planta. El mantenimiento de esta cubierta se realiza sin necesidad de una persona cualificada para ello, para reducir el mantenimiento se selecciona una cubierta con variedades vegetales autóctonas tipo crasas o sedums.



Está previsto utilizar diferentes variedades de plantas y vegetación, tanto en exterior en cubiertas como en interior en zonas comunes. Todas ellas son **plantas de bajo mantenimiento**, que el agua para su riego pueda autoabastecerse únicamente del que se pueda reciclar de la recogida en cubiertas:



BAJO MANTENIMIENTO



RIEGO DE AGUA RECICLADA



PURIFICADORAS DE AIRE INTERIOR



AROMÁTICAS

GAMA DE COLORES



TREPADORAS / COLGANTES



Wisteria Sinensis *Rosmarinus officinalis* *Hedera Helix* *Lonicera Japonica* *Tillandsia usneoides* *Jasminum Polyanthum*

AROMÁTICAS / TAPIZANTES



Lavandula *Ptilox Stoloniifera* *Thymus serpyllum* *Salvia Officinalis* *Capparis spinosa* *Ocimum sanctum* *Rosmarinus* *Soleirolia soleirolii* *Cymbopogon*

ÁRBOLES / ARBUSTOS



Ceanothus Thyrsiflorus *Eucalyptus Gunnii* *Catalpa Bignonioides* *Ligustrum Japonica* *Acer Palmatum* *Prunus Cerasifera*

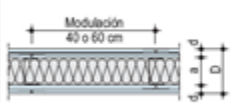
PURIFICADORAS



Liriodie *Ficus Benjaminia* *Rhapis Excelsa* *Epipremnum aureum* *Nephrolepis obliterata* *Nephrolepis exaltata* *Chlorophytum Comosum*

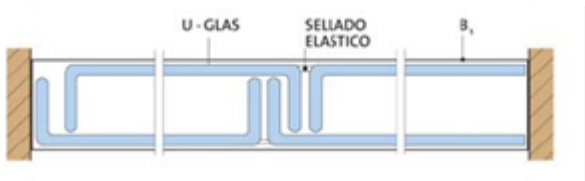
SISTEMA DE PARTICIONES INTERIORES

El interior del edificio se compartimentará con tabiquería en seco (que produce muy pocos residuos en obra), mediante tabiques divisorios de cartón-yeso con sub-estructura metálica formada por montantes de 70 mm y travesaños horizontales de acero galvanizado, con aislamiento de lana mineral interior incorporado, de configuración 2x12,5 / 70 / 2x12,5, por zonas donde sea necesario aislamiento al fuego EI 120 se utilizará la misma solución con placas DF de 15mm de espesor.

Tabiques con lana mineral											
Sistemas	Datos Técnicos y Físicos								Altura máx. del tabique en mts.		
	Dimensiones en mm			Peso Kg/m²	Resistencia al fuego (min.)		Aisl. acústico a ruido aéreo Ra (dBA)		Aislam. a térmico aprox. Rt m². °K/W	Montantes	
	a	d	D		Placa A	Placa DF	Placa A	Placa Diamant		cada 0,6 m.	cada 0,4 m.
W112.es Estructura simple - Dos placas											
	48	2x12,5	98	40	60	120¹	52	54	1,57	3,05	3,40
		2x15	108	48	90	120¹	51	52	1,61	3,05	3,40
	70	2x12,5	120	41	60	120¹	54	-	2,28	3,90	4,30*
		2x15	130	49	90	120	52	-	2,32	3,90	4,30*
	90	2x12,5	140	42	60	120¹	56	57	2,83	4,50*	4,95*
		2x15	150	50	90	120	53	-	2,87	4,50*	4,95*

Cabe destacar que la tabiquería en seco permite que el edificio tenga una alta versatilidad frente a cambios de uso y de distribución interior en su futuro. Permite desmontar y volver a montar tabiques de una forma segura y rápida.

En zonas interiores donde sea necesario disponer de divisorias que permita pasar la luz, se colocaran tabiques de vidrio formado por piezas U-GLAS, que es un vidrio translúcido de superficie texturada y sección en forma de "u", aspecto que le confiere la rigidez suficiente para la construcción de grandes tabiques y cerramientos sin necesidad de intercalar perfilería metálica adicional exceptuando un simple bastidor perimetral. Sus características y diseño permiten dar una respuesta sencilla, funcional y estética a planteamientos constructivos complejos.



EFICIENCIA ENERGÉTICA

Aspectos más destacables para la obtención de un EDIFICIO DE CONSUMO DE ENERGÍA CASI NULO.

La *Directiva 2010/31/UE, EPBD, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010*, relativa a la eficiencia energética de los edificios, indica que los Estados miembros se asegurarán de que después del 31 de diciembre de 2018, **los edificios nuevos que estén ocupados y sean propiedad de autoridades públicas sean edificios de consumo de energía casi nulo.**

En este caso se plantea conseguir un edificio como “*Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo (EECN)*”, que se define como aquel edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, que se determinará de conformidad con el anexo I de la citada Directiva. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por **energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida «in situ» o en el entorno.** Para alcanzar este objetivo, el criterio que se establece es que la demanda energética para calefacción no exceda de 20 kWh/m²·año. Los costes de esta exigencia son fácilmente amortizables si se combinan criterios de diseño y medidas de tipo pasivo con un adecuado proyecto arquitectónico y la utilización de energías renovables apoyadas con las tecnologías y sistemas constructivos disponibles. Para alcanzar el objetivo de disponer de un EECN, es necesario trabajar en los tres pilares básicos de su propia definición:

1. Mínima demanda de energía.
2. Diseño de instalaciones de alta eficiencia.
3. Empleo de energía renovable y/o consumo de energías renovables próximas o del entorno.

1. MÍNIMA DEMANDA DE ENERGÍA

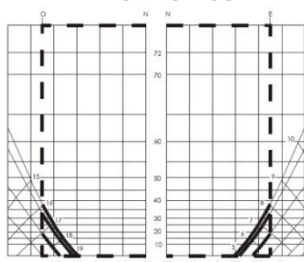
Comportamiento pasivo del edificio

Para el diseño del edificio propuesto y persiguiendo su calificación como EECN, es necesario aplicar los principales criterios de arquitectura bioclimática, buscando el objetivo de reducir hasta valores mínimos la demanda energética del edificio. En este sentido, hay que tener en cuenta los aspectos principales que intervienen en la demanda energética de todo edificio, actuando sobre aquellos parámetros que resultan determinantes. Los sistemas constructivos y las instalaciones del edificio se plantean con soluciones asequibles y viables, pero a la vez muy eficientes energéticamente, con lo que la explotación y mantenimiento del edificio gozaría de un balance energético muy favorable. El objetivo final es conseguir un edificio con un comportamiento “pasivo” que permita de manera natural, conseguir un funcionamiento adecuado y optimizado.

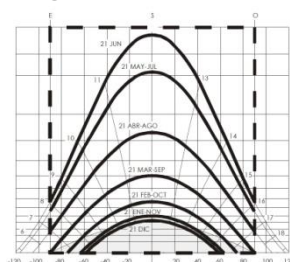
Diseño bioclimático

En el caso de la eficiencia energética los datos del clima son fundamentales para poder desarrollar unas estrategias correctas, por lo que prestamos especial atención a la orientación, al aprovechamiento de las condiciones naturales y a la radiación solar. El edificio se ubica en la zona climática D3. El uso del edificio será mayoritariamente en invierno, con una severidad climática máxima. Aun así se estudia la situación de verano para evitar un posible des-confort, debido a deslumbramientos o carga solar excesiva en verano, o debido a las propias cargas internas del edificio, y se proponen elementos de protección solar, buscando un equilibrio de forma que en invierno no se reduzca la entrada de radiación solar.

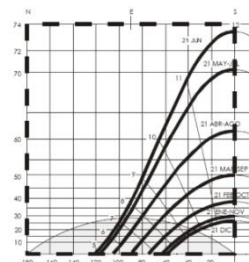
SOLEAMIENTO TEÓRICO DE FACHADAS



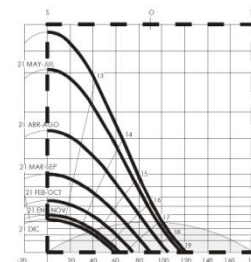
NORTE. Ni se plantea la obstrucción dado el escaso número de horas de sol que tiene esta fachada.



SUR. Capta la práctica totalidad de las horas de sol. La máxima obstrucción que admite es de 25°.

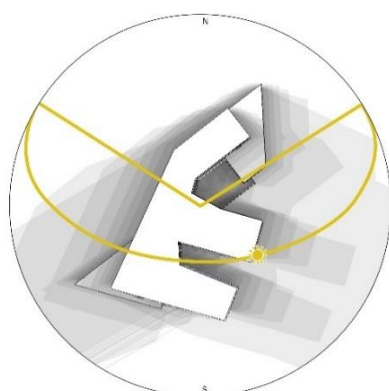


ESTE. El soleamiento alcanza la mitad del día. La obstrucción debe ser menor de 25°.

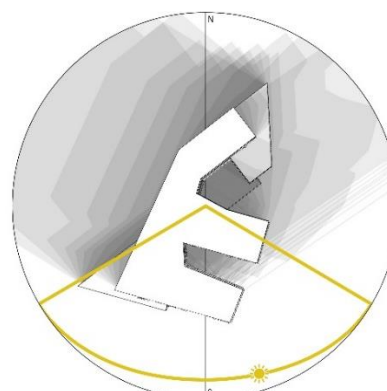


OESTE. Las mismas horas que la fachada este pero todas de tarde.

ESTUDIO DE SOLEAMIENTO DEL EDIFICIO



SOLSTICIO DE VERANO



SOLSTICIO DE INVIERNO

En este sentido se tiene en cuenta la trayectoria solar y las horas del sol con mayor intensidad para definir los elementos de protección solar según la orientación de las fachadas del edificio. Según la carta cilíndrica para una latitud de 40,2º en Getafe, la fachada norte del edificio recibe poca radiación solar, aproximadamente la mitad de la que reciben las fachadas este y oeste. Sin embargo la fachada sur recibe mucha radiación.

Situación, Orientación y Compacidad

Evidentemente, se trata de un edificio donde la situación no es una variable, por lo que el diseño se debe adaptar a la parcela existente bajo el criterio de muchos condicionantes. No obstante, en la propuesta se han tenido en cuenta las condiciones climáticas de la parcela, situada en un entorno urbano de la ciudad de Getafe, donde se dispone de un clima continental, con precipitaciones moderadas, ligeramente protegida de los vientos, con una insolación extrema en verano y en la que únicamente se dispone de la irradiación del sol y la geotermia del terreno para intercambiador de energía como recursos naturales que puedan emplearse como energía renovable, ya que no existen otros recursos como fuentes de agua aprovechables en la parcela, biomasa residual de procesos industriales, viento dominante continuado, etc.

Aislamiento

En este sentido es muy importante conseguir una adecuada compacidad del edificio, prestando especial atención en dotar a los elementos que componen la envolvente del edificio de un aislamiento adecuado para minimizar la transferencia térmica a través de ellos.

En todo caso, considerando que se dispone de unas temperaturas exteriores exigentes, tanto en verano como en invierno (generalmente comprendidas entre los 0 °C del invierno y los 35 °C del verano), se ha pretendido llegar a un compromiso entre los valores de transmitancia/resistencia térmica de los elementos de la envolvente y la pérdida de superficie útil que supone un exceso de aislamiento que, de manera general, a partir de ciertos valores no mejora significativamente la demanda de energía.

En este caso se ha pretendido dotar al edificio de una gran luminosidad interior, con la mayoría de cerramientos exteriores de vidrio, con lo que para conseguir un elevado grado de aislamiento del edificio, es necesario recurrir a carpinterías y vidrios de altas prestaciones. Esta es la estrategia principal utilizada para disminuir al máximo la demanda energética y mantener la calidad térmica del aire. La composición de los vidrios de fachada viene determinado por el punto óptimo entre el coste y la mejora energética, escogiendo los valores máximos de equilibrio en función de la orientación de cada fachada.

Los parámetros técnicos condicionantes a la hora de la elección de los cerramientos han sido el cumplimiento de la normativa de protección frente al ruido DB-HR y la limitación de la demanda energética DB-HE-1, superando en ambos casos las exigencias de aislamiento acústico y térmico.

En este sentido además del aislamiento exterior de la fachada, la cubierta se considera como la quinta fachada, mereciendo especial atención, en cuanto a la mejora de la envolvente térmica.

Cerramientos exteriores/Fachadas

En los cerramientos de fachada del edificio, tal como se ha comentado, se plantea la utilización de sistemas constructivos formados por una doble piel. En este caso, para dar la máxima luminosidad a los espacios interiores se plantea un muro cortina de vidrio optimizado energéticamente con una protección exterior formada por una chapa perforada de aluminio anodizado, que la disposición, tamaño y densidad de las perforaciones será distinta y apropiada para cada fachada, dependiendo de cada orientación solar.

De esta forma conseguimos mantener unas condiciones lumínicas y térmicas estables en el interior del edificio sin verse afectadas por las inclemencias climatológicas exteriores, con muy poco esfuerzo “energético”.

En relación a los elementos acristalados, se emplearán sistemas que disminuyen muy significativamente la transferencia de calor entre el interior y el exterior, al mismo tiempo que garantizan un nivel muy alto de atenuación acústica. Se pueden emplear acristalamientos de triple vidrio con gas argón (incluso gas kriptón) con doble cámara de 12 mm como mínimo, que mejora la transmitancia térmica respecto a los de cámara sencilla hasta un 30%.

Las diferentes fachadas del edificio van a tener tratamientos distintos dependiendo de su orientación solar. En las fachadas con poca exposición solar, los vidrios van a tener mayor transmisión luminosa y factor solar y la densidad de la perforación de la chapa perforada va a ser mayor. Mientras que en las fachadas con mayor exposición solar van a tener un tratamiento contrario, con poco factor solar y transmisión luminosa, para evitar deslumbramientos.

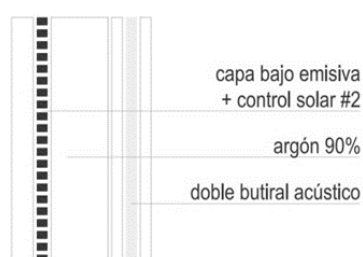
En este caso es muy importante disponer de vidrios con control solar selectivo excelente, principalmente en las fachadas más expuestas, que permita la entrada solo de un 30% de energía solar (es capaz de reflejar hasta un 70% del calor solar) pero que a la vez permita una entrada del 60% de la luz natural. Son una tipología de vidrios muy específicos ideales para fachadas acristaladas sujetas a los más estrictos requerimientos energéticos, ya que permiten una elevada transmisión luminosa, con un factor solar muy reducido y en definitiva con valores de transmitancia térmica muy bajos.

Luz visible				Energía solar			Factor solar (g) EN 410 [%]	Valor U (EN 673)	
Transmisión [%]	Reflexión externa [%]	Reflexión interna [%]	Índice de rendimiento cromático	Transmisión directa [%]	Reflexión externa [%]	Absorción [%]		Aire* Kriptón 90%** [W/m²K]	Argón 90% [W/m²K]
UVA: 6-16-4, SunGuard® eXtra Selective en cara #2									
60	12	14	93	26	40	34	28	* 1,3	1,0
UVA: 6-12-4-12-4, SunGuard eXtra Selective en cara #2 + ClimaGuard Premium en cara #5									
53	14	17	92	22	41	37	26	**0,5	0,7

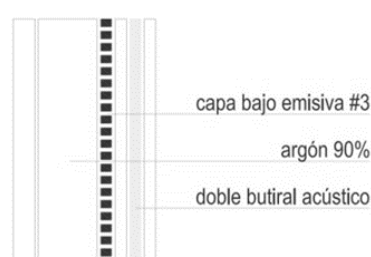
En este caso se puede apreciar que con tipología de triple vidrio (6-12-4-12-4 mm) podemos conseguir valores de U (transmitancia térmica) de hasta 0,5 W/m²K con gas kriptón al 90%.

En orientaciones más expuestas a la radiación solar (sur y oeste), además del aislamiento térmico reforzado, la prioridad es reducir las ganancias solares en verano por lo que la capa bajo emisiva se colocará en la cara 2 del doble acristalamiento y dispondrá además de un alto control solar. Esto permite minimizar la entrada de calor a las estancias por radiación solar al ser ésta última reflejada hacia el exterior de nuevo.

En orientaciones menos expuestas a la radiación solar (norte y este), existe la necesidad de retener el calor en el interior, esto es, reducir las pérdidas de calor desde el interior al exterior, y aprovechar en la medida de lo posible las ganancias solares en invierno. La capa bajo emisiva se coloca en la cara 3 del doble acristalamiento, o en la cara 5 en caso de triple acristalamiento. La capa bajo emisiva permite el bloqueo al paso de la radiación de calor hacia el exterior, irradiándola de nuevo al interior, a la vez que permite pasar cierta cantidad de radiación solar.



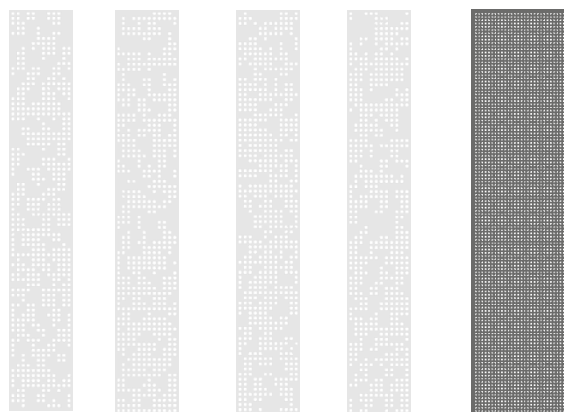
ORIENTACIONES MÁS EXPUESTAS
A LA RADIACIÓN SOLAR



ORIENTACIONES MENOS EXPUESTAS
A LA RADIACIÓN SOLAR

Protecciones solares

El edificio dispondrá de elementos que favorecen la protección solar durante el período estival, evitando las ganancias térmicas indeseadas y favoreciendo en ahorro energético en refrigeración. La protección conseguida de este modo permitiría conseguir un óptimo valor de “factor solar”, con un gran ahorro energético en el régimen de climatización de verano y épocas intermedias. Esta protección se complementaría con una iluminación natural uniforme y matizada, sin deslumbramientos. La disposición y densidad de las perforaciones dependerá de cada orientación solar.

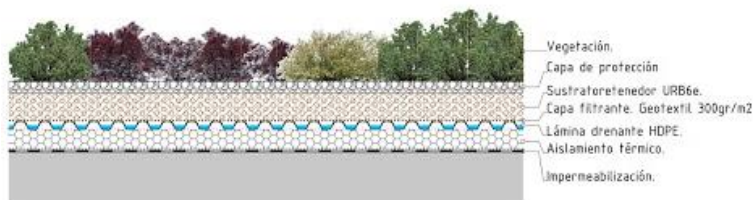


LAMAS DE ALUMINIO PERFORADO LACADO
CON PERFORACIONES DE DIFERENTES DENSIDADES

Cubierta

En esta propuesta, la cubierta juega un papel fundamental para el control energético del edificio. Además que necesita disponer de unas prestaciones al aislamiento acústico tan buenas que las térmicas. Es el elemento arquitectónico encargado de absorber todo el excedente energético que emite la radiación solar. Es por eso que es fundamental plantear una solución a base de cubiertas vegetales, ya que esta tipología, aparte de presentar una transmitancia térmica muy reducida (aproximadamente $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$), presenta un alto grado de inercia térmica (capacidad de mantener las condiciones ambientales del interior del edificio), que junto con el aislamiento interior de la fachada se minimiza a cero, el puente térmico en la unión fachada-cubierta.

El factor determinante para escoger este tipo de cubiertas es que, tal como se ha comentado, presentan una gran inercia térmica, que significa que tiene una gran capacidad de mantener en el interior del edificio las condiciones de confort y temperatura constante con mínimas pérdidas térmicas y muy poco coste energético, y así minimizar el coste de climatización del edificio, garantizando un mayor confort en su interior.



Ventilación natural y controlada

En los edificios de usos terciarios, como es el caso, siendo de aplicación el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), es imprescindible disponer de un sistema de renovación controlada del aire interior, entendiendo como “controlada” aquella instalación que permite un caudal de renovación de aire determinado y un filtrado adecuado del aire de aportación. La ventilación natural en este caso no está permitida.

Se ha previsto que el edificio disponga de un sistema de ventilación controlada de alta eficiencia con recuperación de calor y caudal variable (sus características se detallan posteriormente). Con el fin de obtener la máxima eficiencia energética para el edificio, las soluciones constructivas empleadas evitarán las indeseadas infiltraciones de aire desde el exterior, obteniendo un edificio totalmente estanco donde la ventilación está totalmente controlada en función de las necesidades de cada momento. En este sentido, se toman las siguientes medidas:

- Las carpinterías practicables dispondrán de elementos de cierre controlado, de modo que únicamente serán operadas por el personal educado en eficiencia energética.
- La unión entre los elementos acristalados y los opacos empleará juntas especiales que evitan las infiltraciones, confiriendo una junta estanca que perdure durante la vida útil del edificio.

Estas medidas mejorarán, igualmente, la insonorización del edificio, configurando espacios interiores de trabajo más confortables.

2. DISEÑO DE INSTALACIONES EFICIENTES

Como segundo elemento fundamental en la construcción de un Edificio de Consumo de Energía Casi Nulo, es imprescindible que las instalaciones de acondicionamiento térmico, renovación del aire interior, iluminación, generación de ACS, etc., dispongan de la mayor eficiencia posible. De esta manera, la mínima demanda energética que precisa el edificio debe procurarse mediante equipos e instalaciones eficientes que minimicen el uso de las fuentes de energía. El edificio propuesto presenta unos consumos bajos, debido a su **sistema de climatización con apoyo de geotermia**.

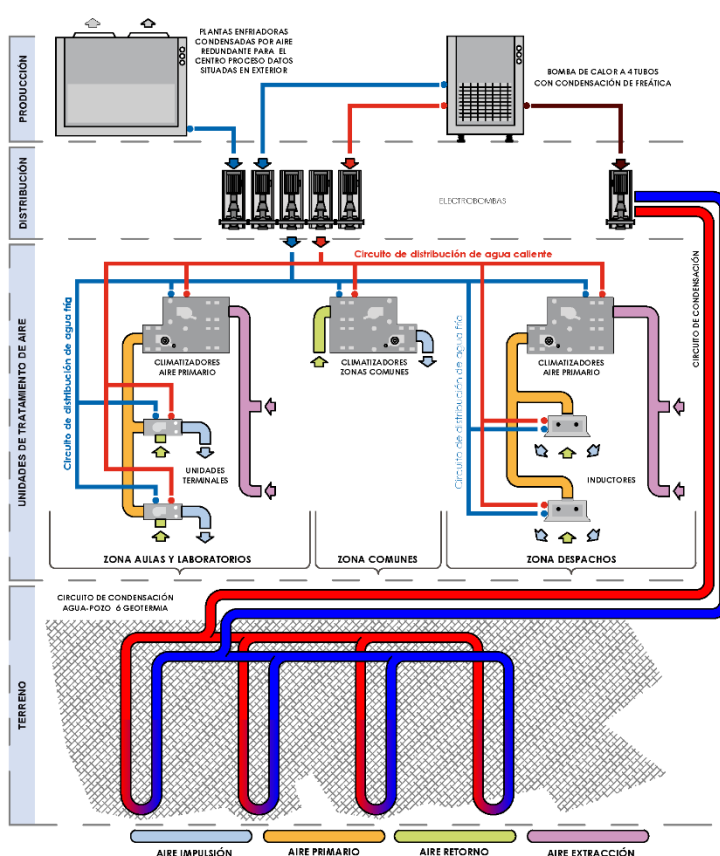
Sistemas de climatización

Como fuente de suministro de energía para refrigeración y calefacción, se plantea la instalación de un sistema mediante Unidad Enfriadora Bomba de calor con apoyo de geotermia para lo que se realizará una captación del subsuelo y cuyo combustible sería energía eléctrica. Se utilizaría gas refrigerante ecológico del tipo R407C con compresores de tornillo de parcialización continua. Se optaría por un sistema de recuperación de energía en las unidades enfriadoras de agua mediante la inversión de su ciclo posibilitando la producción de ACS.

Se opta por una distribución de agua a cuatro tubos, destinando 2 tubos para la distribución de agua fría y otros 2 para agua caliente, capaz de proporcionar frío y calor de forma simultánea en cualquier punto del edificio.

El sistema mantiene una eficiencia alta en todos los regímenes de funcionamiento (con valores de COP y EER aproximados de 4, por lo que 1 kW eléctrico se convierte en 4 kW térmicos).

No obstante, en edificios con espacios con ocupaciones muy dispares, es necesario prever períodos de simultaneidad con necesidades de frío en unas zonas y calor en otras (por insolación o uso) es frecuente, el sistema aumenta notablemente su eficiencia, ya que dispone de elementos de recuperación de calor que permiten emplear el calor extraído de los espacios a enfriar para el calentamiento de los que lo demanden y viceversa, de modo que se pueden llegar a valores de rendimiento (COP) próximos a 8 (transformando 1 kW eléctrico en 8 kW térmicos).



El sistema previsto se considera el más adecuado a este edificio, teniendo en cuenta sus principales características:

- Es un sistema totalmente flexible y adaptable a cualquier distribución interior que se plantee, climatizando de manera adecuada tanto zonas diáfanas como despachos.
- Permite el control individual de cada zona con termostatos para cada unidad interior
- Se puede integrar en un sistema general de control térmico del edificio
- Permite la contabilización pormenorizada de consumos de cada subsistema (elemento imprescindible para poder llevar a cabo actuaciones de auditoría y control energético de los sistemas térmicos).
- Se integra perfectamente con el sistema de "aire primario" que realiza la renovación controlada del aire interior. Las unidades exteriores suministrarán fluido refrigerante a las baterías dispuestas en los recuperadores de calor, de modo que el aire primario estará pre-acondicionado
- Permite la integración en el sistema de generación de ACS empleando las mismas unidades exteriores sobre un módulo específico que convierte la energía del fluido térmico en agua caliente.

Sistemas de renovación del aire

Todo el edificio dispondrá de una renovación del aire interior controlada y adecuada en función del uso y ocupación de cada espacio. Para ello, se dispondrán equipos de ventilación con recuperación de calor, de caudal variable y baterías de post-acondicionamiento del aire, controlados mediante sondas de calidad del aire interior.

Los equipos estarán formados por un ventilador de impulsión y otro de extracción (ambos dotados de alimentación con variador de frecuencia/velocidad), de modo que tomarán aire del exterior y lo impulsarán al interior del edificio, tomando aire del interior y evacuándolo al exterior. Previamente a esta evacuación del aire interior (aire viciado), se intercambiará el calor del aire de extracción con el de impulsión (únicamente el calor, sin transferencia de masa), de modo que se recupere la energía. Esta recuperación de la energía se realizará en intercambiadores de alta eficiencia, de manera que se consigan rendimientos de hasta el 90% (dependiendo de las condiciones interiores y exteriores).

Con el fin de mejorar el confort térmico interior, el aire impulsado, a la salida del intercambiador de calor donde se recupera la energía, será enfriado/calentado para llegar a una temperatura de confort de 22 grados, de manera que todo el aire de renovación entrará al edificio a esa temperatura. Esto permite que durante los meses de “entre-tiempo”, el sistema de renovación del aire interior sea suficiente y capaz de garantizar las condiciones de confort en el interior del edificio.

El caudal de aire del sistema será variable en función de las necesidades reales de ventilación de los espacios, empleando sondas de calidad de aire como elementos de control. De este modo, se programará un nivel de calidad de aire aceptable (generalmente en función de la concentración de CO₂) y los equipos trasegarán en aire justo para su mantenimiento, consiguiendo un notable ahorro de energía respecto a sistemas de caudal constante. La instalación se podrá parcializar mediante compuertas de sectorización conectadas a las sondas en cada uno de los recintos diferenciados, de modo que cada zona disponga de una renovación adecuada en función de su uso.

La función “Control de la calidad de aire” permitirá aportar más o menos caudal de aire exterior en función de la ocupación de los locales. Una sonda que mide la calidad del aire procedente de las zonas climatizadas actúa sobre la sección de mezcla del climatizador aportando más o menos caudal de aire exterior según la demanda de ventilación que se requiera. El resto del aire impulsado será recirculado y, por tanto, ya climatizado, ahorrándose toda la energía que sería necesaria para tratarlo.

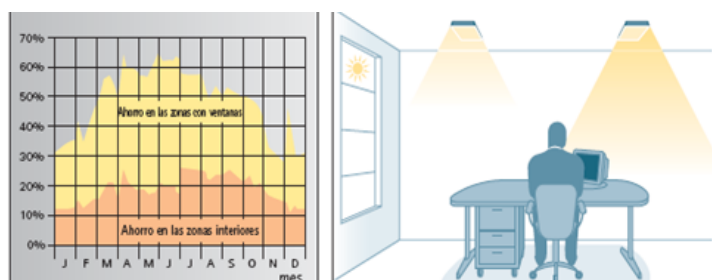
La función “free-cooling” permite refrigerar con aire exterior, cuando la temperatura ambiente supera un valor determinado y las condiciones exteriores lo permiten.

Esta “refrigeración gratuita” se gestionará automáticamente y aprovechará al máximo las condiciones exteriores favorables. Con esta función no se conseguirá una reducción en el consumo de combustible, pero sí un extra de confort importante.

Sistemas de iluminación

Todos los espacios dispondrán de sistemas de iluminación artificial eficientes, contando con luminarias con tecnología LED y electrónica regulable, de modo que se puedan ajustar a las necesidades lumínicas de cada momento en función del aporte de luz natural. Se dispondrá un sistema de control de la iluminación capaz de supervisar la luz de cada luminaria en zonas perimetrales y grupos de luminarias en zonas interiores, basado en el Protocolo DALI (Digital Addressable Lighting Interface) que regula la luz artificial en función de la cantidad de luz natural existente, convirtiendo las luminarias en un elemento flexible, direccionable, ajustable y regulable. El sistema contará con una serie de células fotoeléctricas distribuidas por las diferentes zonas representativas de los espacios. Estos dispositivos emitirán una señal variable (0-10 V) en función del nivel de luz natural medido en su zona, de modo que el flujo luminoso y el consumo de energía de las luminarias de esa zona se ajustará al mínimo necesario para garantizar el nivel adecuado de iluminación. Todo el sistema queda integrado en un control central que permite, a su vez, la gestión manual y programada de la iluminación del edificio (se podrán establecer horarios, niveles de iluminación, zonificaciones en los encendidos, etc.).

Garantiza un bajo consumo energético y altos niveles de confort, tanto en puestos de trabajo como zonas de espera. Regula o apaga el flujo de la luminaria en función de la cantidad de luz diurna disponible. Esto permite aprovechar la luz natural al máximo y ahorrar hasta un 65% en consumo, en comparación al balasto electrónico.



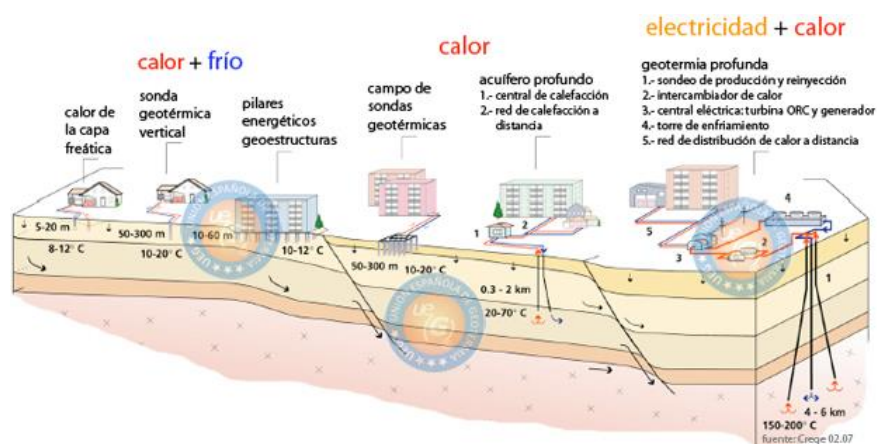
3. EMPLEO DE ENERGÍAS RENOVABLES

El tercer pilar de los Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo es el empleo en una amplia medida de energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida «in situ» o en el entorno. La ubicación del edificio en un entorno claramente urbano consolidado, rodeado de edificios de altura similar o superior donde no existen fuentes renovables en el entorno, obliga a plantear sistemas de producción propia de energía procedente de fuentes renovables.

Entre las fuentes renovables posibles que se pueden plantear, se apuesta claramente por la **Energía Geotérmica**, que a diferencia de otras fuentes naturales como el sol o el viento, esta ofrece una uniformidad a lo largo del año de sus características térmicas, que hace no estar a expensas de la variabilidad de las condiciones climatológicas. Más aún por la información geotécnica que disponemos, en la que se plantea la viabilidad de utilizar dicha energía acudiendo a una cimentación profunda mediante pilote geotérmico.

El aprovechamiento de la energía geotérmica de baja entalpía basa su principio en que la tierra tiene una temperatura más constante que el aire exterior. Cuanto mayor sea la profundidad a que se mida la temperatura, menos fluctuaciones se observarán. Debido a la diferencia de temperaturas entre el ambiente y el terreno (en invierno el suelo está más caliente que el ambiente y en verano a la inversa, más frío que el ambiente), podemos climatizar un edificio con una eficiencia mayor a los sistemas habituales.

- Es una energía renovable
- Es un sistema muy eficiente (Al trabajar con un salto térmico menor que los sistemas convencionales)
 - Se consigue un ahorro energético significativo:
 - 40-60% comparado con sistemas de bomba de calor agua-agua o aire-agua
 - 75% comparado con sistema de radiadores eléctricos
 - 60% comparado con sistema de Gas Natural
 - 70% comparado con sistemas que usen otros combustibles
- Maximizan la vida útil de la instalación
- Reducen coste de mantenimiento, operación y potencia contratada
- Mayor fiabilidad y comodidad
- Flexibilidad de ampliación o modificación cuando las necesidades del edificio cambian
- Disminución en emisiones de CO₂
- Disminuye el ruido
- Elimina el riesgo de legionelosis
- Calificación Energética A



Clasificación energética del edificio

El objetivo final es que el edificio cumpla como mínimo la etiqueta de clase “A” y con índice de calificación energética **C<0,40** para llegar a la calificación **A+**, en cumplimiento de la Certificación energética de los edificios o Directiva Europea 2002/91/CE. Esta directiva se ha transpuesto en el año 2007, mediante la aprobación del Código Técnico de la Edificación (CTE), la realización de modificaciones al Reglamento de Instalaciones Térmicas de edificios (RITE), y el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, que define la aplicación de una certificación energética.



ESTUDIO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA

Nº	ACTIVIDADES	PRESUPUESTO	
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	189.000,00 €	2,70%
2	CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA	1.190.000,00 €	17,00%
3	ALBAÑILERÍA, AISLAMIENTO E IMPERMEABILIZACIÓN	651.000,00 €	9,30%
4	CUBIERTA	224.000,00 €	3,20%
5	PAVIMENTOS Y REVESTIMIENTOS	462.000,00 €	6,60%
6	CARPINTERÍA EXTERIOR	539.000,00 €	7,70%
7	CARPINTERÍA INTERIOR	280.000,00 €	4,00%
8	VIDRIERÍA	707.000,00 €	10,10%
9	CERRAJERÍA	308.000,00 €	4,40%
10	PINTURA	119.000,00 €	1,70%
11	ASCENSORES	49.000,00 €	0,70%
12	INSTALACIÓN DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO	196.000,00 €	2,80%
13	INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN	903.000,00 €	12,90%
14	INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y TELECOMUNICACIONES	812.000,00 €	11,60%
15	INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	91.000,00 €	1,30%
16	URBANIZACIÓN EXTERIOR	140.000,00 €	2,00%
17	CONTROL DE CALIDAD 1%	70.000,00 €	1,00%
18	GESTIÓN DE RESIDUOS	21.000,00 €	0,30%
19	SEGURIDAD Y SALUD	49.000,00 €	0,70%
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		7.000.000,00 €	100,00%
	GASTOS GENERALES 13%	910.000,00 €	
	BENEFICIO INDUSTRIAL 6%	420.000,00 €	
PRESUPUESTO DE CONTRATA		8.330.000,00 €	
	IVA 21%	1.749.300,00 €	
PRESUPUESTO TOTAL DE CONTRATA		10.079.300,00 €	

ESTUDIO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA POR MÓDULOS

PLANTA SÓTANO	3.915 m ² x 400 €/m ² =	1.566.000 €
PLANTA BAJA	2.110 m ² x 650 €/m ² =	1.371.500 €
PLANTA 1	2.645 m ² x 650 €/m ² =	1.719.250 €
PLANTA 2	2.680 m ² x 700 €/m ² =	1.876.000 €
PLANTA 3	2.565 m ² x 700 €/m ² =	1.795.500 €
TOTAL		8.328.250 €
	IVA 21%	1.748.933 €
TOTAL PRESUPUESTO		10.077.183 €