



VI Congreso EECN

Edificios Energía Casi Nula

Madrid, 23 Octubre 2019

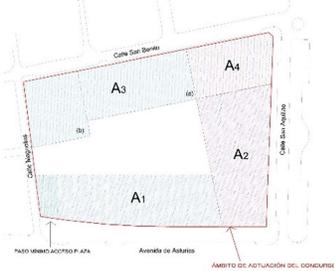
CENTRO INTEGRAL DEL TRANSPORTE DE METRO DE MADRID

Victorino Arranz, Responsable del Servicio de Patrimonio de METRO DE MADRID

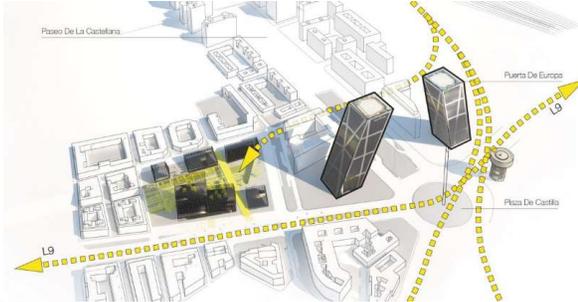
Maria Luz de Baldasano, Responsable del Plan de Eficiencia Energética de Edificios de METRO DE MADRID

ANTECEDENTES

Planeamiento



- Cambio de ubicación de Sede
- Cotas terreno
- Ocupación edificación
- Normativa bicicletas/motos
- Normativa Vehículo Eléctrico



Pliegos de Arquitectura: un conjunto sostenible y eficiente

- Carácter representativo
- Espacios funcionales, confortables y flexibles
- Solución eficiente (integración de sistemas, prioridad del diseño, enfoque a la vida útil)
- Historia de la Compañía y legado patrimonial
- Criterios ambientales y energéticos: EECN

Año 2015

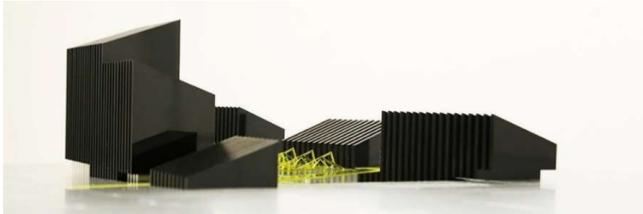
8. CRITERIOS AMBIENTALES

En el **Anexo 3** del presente pliego se explican los criterios de sostenibilidad, eficiencia energética y medioambiente a considerar en la propuesta. Se deberá hacer una propuesta que dé cumplimiento a la definición Edificio de Energía Casi Nula y que cumpla con los estándares del estándar Passivhaus o equivalente, combinado con los estándares de alguna de las certificaciones Verde, Leed, Breeam o equivalente. Asimismo, es condición dar cumplimiento a la obtención del



PROYECTO GANADOR: JARDÍN 1

Centro Integral del Transporte: más allá de un conjunto de edificios



- 4 edificios de naturaleza diferente.
- 1 aparcamiento.
- Jardín interior.
- Eficiencia.



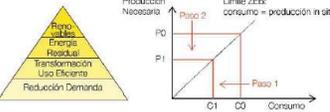
- Zanjas y pozos de infiltración para recogida de pluviales y drenaje.
- Acequia, lámina de agua.
- Vegetación y pavimentos drenantes.
- Minimizar residuos y reutilizar elementos.
- Movilidad sostenible.
- Especies autóctonas.
- Biodiversidad.



ESTRATEGIA NZEB

Planteamiento inicial de concurso

Estrategias Bioclimáticas



En este contexto, alcanzar un edificio NZEB requiere que el vector energético no sea una capa añadida al diseño del edificio y sus instalaciones, si no que sea una variable condicionante que, junto al programa, la imagen o el presupuesto, configure la solución final. Para ello se plantea un proceso que contemple, ordenadamente pero sin perder de vista el conjunto y de forma holística. Esto supone 4 pasos en la fase de diseño arquitectónico del edificio:

1. Reducir las demandas pasivamente.
 2. Implementar sistemas sean altamente eficientes y confortables.
 3. Sinergias entre edificios.
 4. Energías para compensar los consumos.
- Y 3 pasos posteriores referentes a la ejecución, gestión del edificio:
5. Sistema de gestión energética inteligente, predictivo y orientado al mantenimiento.
 6. Supervisar la ejecución en obra.
 7. Plan de medida y verificación para la optimización del uso.

De todo lo anterior, el objetivo marcado es alcanzar un confort con 50kWh/m² año de consumo de energía final, que sean compensados con producción de energía renovable, asegurando estándares óptimos de confort térmico, lumínico y visual) de los usuarios.

- C0₂** Medidas para Reducir Huella de Carbono
- P** Medidas Pasivas
- A** Medidas Activas

Bioclimatismo

Esquema Estructural

C0₂ **P**

Producción Necesaria
P0
P1
Límite NZEB consumo = producción in situ
C1
C0
Consumo

Esquema basado en las losas aligeradas tipo Hobeck con estructura vertical de hormigón y con estructura de transición en planta baja mediante en V.

Estructura en fachada de acero a modo de cortinas unidas en cubierta.

Bajo rasante resultado con losas macizas y estructura vertical en hormigón. Contención mediante persianas y orientación con zapatas aisladas.

C0₂ **P**

Orientación

La orientación de los edificios, principalmente el de oficinas es la idonea para Madrid puesto que se orienta principalmente a Norte y Sur minimizando la exposición de las fachadas Este y Oeste. Llama a la atención sobre los mayores requerimientos de la reducción de las ganancias exteriores.

Estructura Activada

C0₂ **A**

El sistema de clima se realizará activando la estructura con agua por su interior, bien fría o caliente al igual que los antepechos de las ventanas.

Este sistema no emite nada alguno y es el que genera el mayor confort para el usuario. Las temperaturas de operación son más cercanas al confort con la consiguiente reducción del consumo energético.

Además se utilizarán intercambiadores adiabáticos para transferir la temperatura del aire de extracción al de renovación.

C0₂ **P**

Factor de Forma

Los edificios planteados optimizan su factor de forma en relación a la instalación en el solar mejorando los ratios de exposición.

C0₂ **P**

C0₂ **A**

Lazo Térmico

Se prevé un lazo térmico conectado a la geometría de las persianas y que conecte todos los edificios para aprovechar sinergias térmicas. Las bombas de calor de cada edificio están agua agua para frío y calor conectadas al lazo.

Intercambiador de Calor

C0₂ **A**

El aire de renovación se cogirá del pozo canadiense del sótano -3 para así acondicionar y reducir el lazo térmico.

Además se utilizarán intercambiadores adiabáticos para transferir la temperatura del aire de extracción al de renovación.

C0₂ **P**

Acústica

El confort acústico se consigue en base a los techos de hormigón absorbentes, los paneles de materiales específicos cerca del techo y del conjunto aislante más suelo técnico.

C0₂ **P**

Ejecución en Obra

Control de obra exhaustivo de los procedimientos y la ejecución que incluye pruebas de calidad como test de infiltración o análisis termográficos del edificio y de sus instalaciones.

C0₂ **P**

Fachadas

Protección Solar / U

C0₂ **P**

Se definen las orientaciones E-S-O con sombreadamientos verticales y horizontales asegurando la protección solar suficiente para que se cuente con luz difusa para la iluminación natural interior además de unas bandejas horizontales a 1/3 de techo que refleja la luz directa hacia dentro para profundizar más aún la luz natural.

Se evita el muro cortina por ser muy costoso y muy poco eficiente. Se considera una U de 0.19W/m²-K para los cerramientos opacos (antitecho), 1.4 W/m²-K para los cristales de la fachada Norte y de 1.8 W/m²-K para las fachadas E-S-O.

C0₂ **P**

Gestión del Agua

Se define un sistema de cubierta verde con sombreadamientos producidos por textiles y/o placas fotovoltaicas. Obtendremos la mejor contribución de cara a la certificación energética.

C0₂ **P**

Inercia Térmica

El uso de la inercia como elemento que permite regular de forma óptima las condiciones exteriores de los edificios. En esta sentido se proyecta con soluciones de techos y antepechos soluciones con agua que minimicen las pérdidas y/o ganancias de los cristales.

C0₂ **P**

Iluminación / LED

C0₂ **A**

Se proyecta sistemas de iluminación muy eficientes, en base a tecnología LED y soluciones punto a punto. Uso dimmers y sensores de presencia.

Se parte de 200Lux en general y soluciones punto a punto que alcanzan 500Lux.

La iluminación se realizará en base a sistemas LED de muy alta eficiencia, con potencias prometidas de 40W/m².

C0₂ **A**

BMS / Monitorización

Sistema de gestión responsable de asegurar el confort a partir de parámetros sencillos que operan sobre el clima, la iluminación y la ventilación. También sobre la compensación del consumo con las energías renovables.

C0₂ **A**

Energía Renovable

En última instancia, y una vez alcanzados los objetivos de energía primaria, se prevé una compensación de la misma en base a instalaciones renovables.

El lazo climatizado geométrico se computa como energía renovable, además de los PV. Se prevé 800m² de PV para compensar el 20% del consumo y dejar el edificio en 40kWh/m² y año.

C0₂ **A**

Migración ZNEB - ZIB

Desde el Near Zero Energy Building hacia el Zero Impact Building

La ejecución de un edificio y/o la obtención de sus materiales, genera una serie de emisiones de CO₂ que en caso de proceder de combustibles fósiles son difícilmente reversibles.

Por ello se abre la posibilidad al análisis de pormenorizado del impacto en la huella de carbono de todas y cada una de las actuaciones.

C0₂ **A**

CPD con condensación indirecta:

Se propone el uso de agua para la climatización del espacio de CPD trabajando a altas temperaturas.

C0₂ **A**

CPD conectado al lazo térmico:

Sinergia muy útil en caso de producir agua caliente.

C0₂ **A**

Incremento de superficie PV:

Una superficie aproximada de 4.000m² permite compensar el 100% del consumo del edificio.

C0₂ **A**

Tratamiento H₂O de grises y negras:

Sector de las aguas negras mediante la obtención de lodos deshidratados evitando vender nada al abarcullado.

C0₂ **P**

Materialidad:

Se propone elegir todos los materiales usados en el edificio con un parámetro añadido el consumo de CO₂.

C0₂ **A**

Sinergias con los túneles del metro:

Compensar energía consumida aprovechando el aire de los túneles del metro por el efecto pistón que éstos producen.

C0₂ **P**

Uso de Laptops:

Acciones que los usuarios del edificio pueden acometer para minimizar el consumo energético. Los ordenadores portátiles con bajo emisiones en comparación con los PC, esto permite, sin ninguna medida activa una reducción de la demanda interna alrededor del 15%.

C0₂ **P**

Formación del usuario:

Las buenas prácticas de los usuarios ultradesarrolladas con un buen diseño y un correcto mantenimiento son la mejor arma para alcanzar el consumo 0.

DEFINICIÓN DE NECESIDADES

Participación técnica interna en Metro

Proceso Vivo y Dinámico



Palanca Interna



participación
43 p

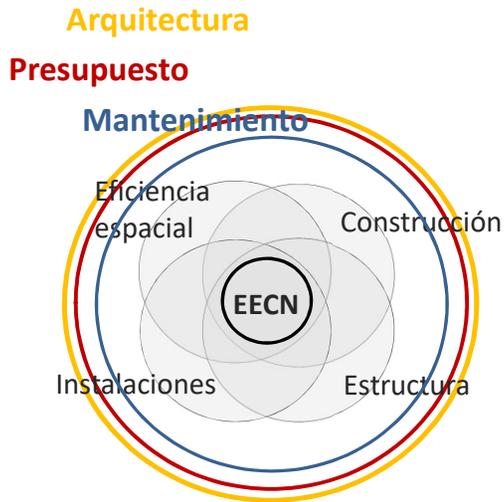


informar implicar



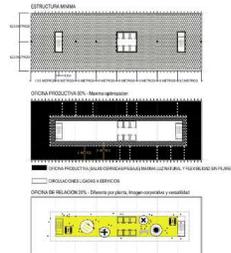
PRESTACIONES (I)

Planteamiento global



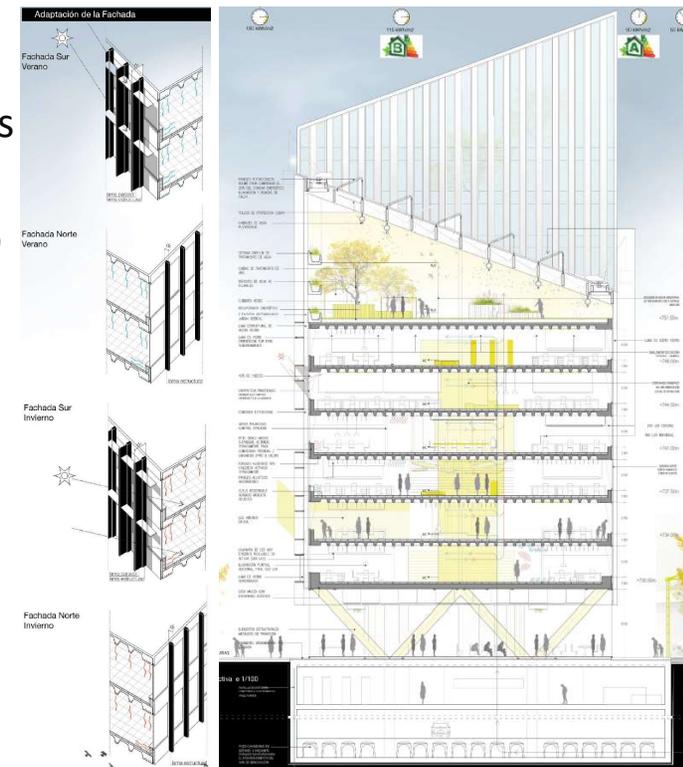
Alta calidad en:

- Estructura
- Envoltente térmica
- Instalaciones



Estructura envolvente - envolvente energética

- Costillas estructurales
- Tratamiento de fachadas (orientación, petos opacos, estores de protección)
- Galería perimetral mantenimiento
- Atemperamiento de cubiertas (sombreamiento y vegetación)
- Elementos prefabricados



PRESTACIONES (II)

Acondicionamiento e instalaciones

- Calefacción y ACS: 2 calderas roof top, refuerzo GHP.
- Refrigeración: 2 enfriadoras aire-agua, refuerzo GHP.
- Ventilación: climatizadores.
- Iluminación: LED, con sistema DALI.
- Automatización y control: BMS

DB-HE

- Herramienta HULC, clase A.



Certificación VERDE



Renovables “in situ” o en el entorno. EECN

- Geotermia: 56 sondeos de 150m + 2 GHP

SIMULACIÓN		
LAZO PRIMARIO / SECUNDARIO FRÍO <i>(se proyectan 4 equipos)</i>	LAZO PRIMARIO / SECUNDARIO CALOR <i>(se proyectan 4 equipos)</i>	LAZO GEOTÉRMICO <i>(se proyectan 4 equipos con el intercambiador geotérmico de 56 sondeos)</i>
-2 GHP condensando (272 kW c.u.)	-2 GHP evaporando (317 kW c.u.)	-2 GHP evaporando (317 kW c.u.)
-2 enfriadoras condensadas aire (637 kW c.u.)	-2 calderas (280 kW c.u.)	-2 GHP condensando (251 kW c.u.)
<i>**Las bombas del primario se han simulado a caudal constante y las del secundario a caudal variable.</i>	<i>**Las bombas del primario se han simulado a caudal constante y las del secundario a caudal variable.</i>	<i>**Estos dos equipos son los mismos con inversión hidráulica, pero para poder representarlos en el modelo de Energy plus se han duplicado funcionando sólo los dos correspondientes en temporada de calentamiento o temporada de enfriamiento.</i>

- Fotovoltaica: 512 módulos de 305Wp c.u.
Contribución: 11,5kWh/m²
- EECN: EnergyPlus y Radiance 5.0

Condiciones del edificio	Instalaciones consideradas en nZEB	Consumos	
- Temperatura interior entre 25 °C y 21°C	- Calefacción	Source Electricity [kWh/m ²]	
- Ocupación 8 m ² por persona	- Refrigeración	Heating	1.7
- Vidrios con elevado factor solar	- Ventilación	Cooling	16.4
- Costillas en fachada Norte y Sur	- ACS	Interior Lighting	23.9
- Control del alumbrado	- Iluminación	Fans	6.8
	- No incluye consumos internos de equipos para el Puesto de Trabajo.	Pumps	10.5
		Total Source Energy	59.3

Energía Primaria renovable Consumida	5,61 kWh/m ² .año
Energía Primaria no renovable Consumida	26,49 kWh/m ² .año
Energía Primaria Total Consumida	32,10 kWh/m ² .año

< 30kWh/m².año
< 90kWh/m².año

EVOLUCIÓN CONTÍNUA

Continúa la participación de Metro

Adaptación a presupuesto. Toma de decisiones

Técnicos de Metro (50):

- Patrimonio
- Recursos Humanos
- Ingeniería Energía
- Ingeniería Telecomunicaciones
- Ingeniería Clima
- Área Ingeniería
- Obras
- Medioambiente
- Servicios Generales
- Seguridad
- Protección Civil
- Área de Soporte Informático
- Área de Mantenimiento de Instalaciones
- Salud Laboral.

23.300 m²c

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

1.121€/m² PEM

Búsqueda constante de soluciones

Arquitectura
Instalaciones



MANTENER REQUISITOS



OBRA

Proceso VIVO. Toma de decisiones.



MIRANDO HACIA LA FASE DE USO

Puesta en marcha del edificio



- Control de calidad.
- Puesta en marcha de instalaciones.
- Integración de sistemas.
- Seguimiento estacional. Reajuste y calibración de sistemas.

Cambio de cultura

- Digitalización
- Well
- Puesto flexible
- Gestión del cambio
- Formación





VI Congreso EECN

Edificios Energía Casi Nula

Madrid, 23 Octubre 2019

victorino.arranz@metromadrid.es

mluz.baldasano@metromadrid.es



batlleiroig

