

## ❖ Descripción de las instalaciones.

El edificio objeto del análisis más pormenorizado ha sido el edificio C. En este edificio podemos encontrar diferentes equipos de climatización y ventilación:

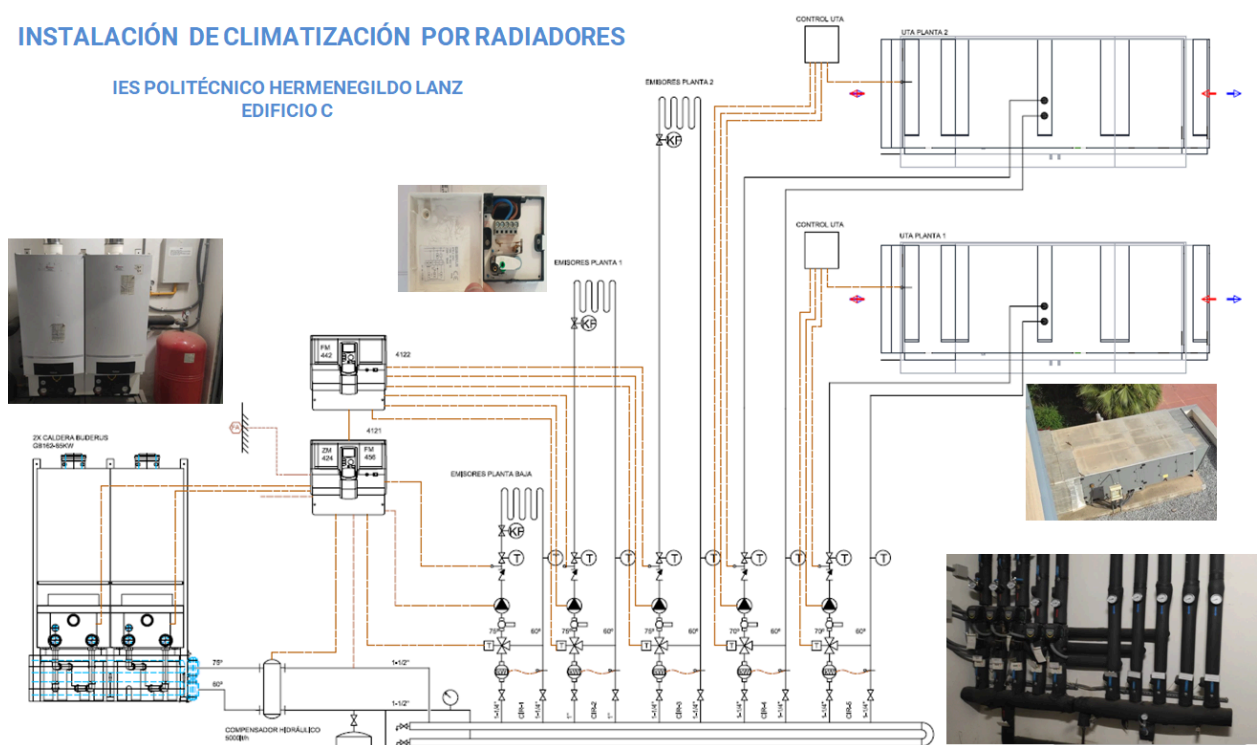
- Sistema de calefacción por radiadores con calderas de condensación de gas natural.
- Sistema de climatización con equipos de expansión directa en oficinas y sala técnica donde se encuentra el rack informático.
- Unidades de Tratamiento de aire (UTA's) para asegurar la calidad adecuada de aire por medios mecánicos. Hay dos unidades que están conectadas al circuito de calefacción. Ambas poseen recuperador de calor de flujo cruzado integrado, con un rendimiento puede oscilar entre 50% y 60%.

La instalación de calefacción está compuesta por dos calderas de condensación que funcionan en cascada y a través del sistema de bombeo envían agua a los radiadores situados en las aulas y en los despachos. Cada uno de los recintos (aulas u oficinas) cuenta con un termostato y una válvula de zona que permite sectorizar la instalación, mejorando así la eficiencia energética de la misma.

Los radiadores utilizados son de aluminio.

### INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN POR RADIADORES

IES POLITÉCNICO HERMENEGILDO LANZ  
EDIFICIO C



En la instalación hay 5 circuitos, uno por planta y otro dos para alimentar a las UTAS's. Cada uno funciona con una bomba circuladora independiente. Esta sectorización de la instalación permite que podamos activar o parar cada uno de los sistemas de bombeo, por lo tanto podamos seleccionar la planta a calefactar de manera independiente. Esta posibilidad de sectorización se debe tener en cuenta a la hora del análisis de los usos y de los consumos energéticos.

Además, las bombas recirculadoras son modulantes, lo que las hace que puedan adaptarse a la hora de bombear el caudal solicitado por la instalación en función del número de estancias que demanden servicio de calefacción.

Este aspecto hace que la instalación sea eficiente tanto desde el punto de vista de la producción de calor, como de su transporte a las unidades terminales .

El sistema de control de la instalación es horario. Este control se realiza a través de un LOGO, donde se define el calendario escolar y el número de horas de funcionamiento de la instalación según la época del año. Una vez que la instalación está en marcha, ya entran en funcionamiento los termostato de zona.

Los equipos de expansión directa son tipo split 1x1. Cada uno de ellos está situado en una zona y funciona de manera independiente controlado por su termostato. Este es el único sistema de climatización para verano. La gran mayoría de los equipos son de tecnología inverter. En los edificios A, B y D del centro disponen de una instalación con dos calderas de Gasóleo de 400kW que también funcionan en cascada. En este caso, no hay termostatos de zona, sino válvulas de reglaje programables para el control de la instalación en algunas aulas, básicamente las que tienen un menor horario de ocupación. Esta instalación no se va a definir con más detalle por no haberse estudiado en profundidad en este proyecto.

## ❖ Análisis

Para analizar los datos de consumo térmico se parte de lo siguiente:

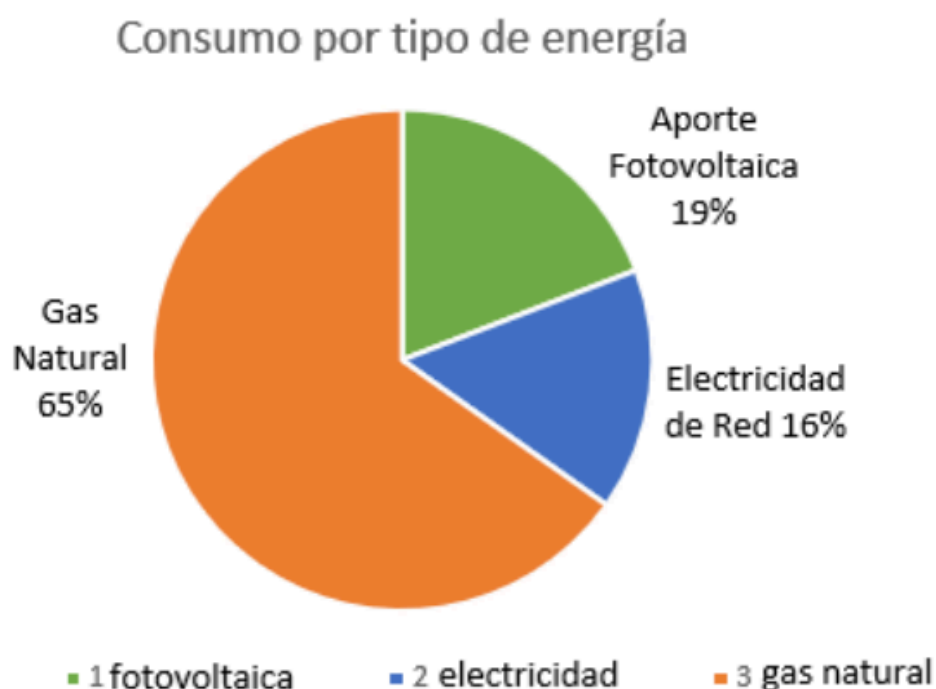
- El sistema de calefacción trabaja durante 243 horas en el año tipo.
- Los equipos autónomos de aire acondicionado para aulas y despachos trabajan durante 216 horas en el año de estudio.
- Las Unidades de Tratamiento de Aire (UTA) no funcionan durante el año de estudio.
- Hay 3 equipos de recirculación de agua caliente de calefacción. Al ser modulantes, se considera que trabajan en torno al 60 % de su capacidad máxima, para el cálculo del consumo eléctrico en instalación de calefacción.

El análisis de los consumos térmicos se ha realizado sobre los datos del edificio C del centro por ser el edificio del que más información se dispone.

La siguiente tabla recoge los datos de potencia térmica y eléctrica de las diferentes instalaciones, las horas de uso anuales, los consumos anuales y el coste total por fuente de energía.

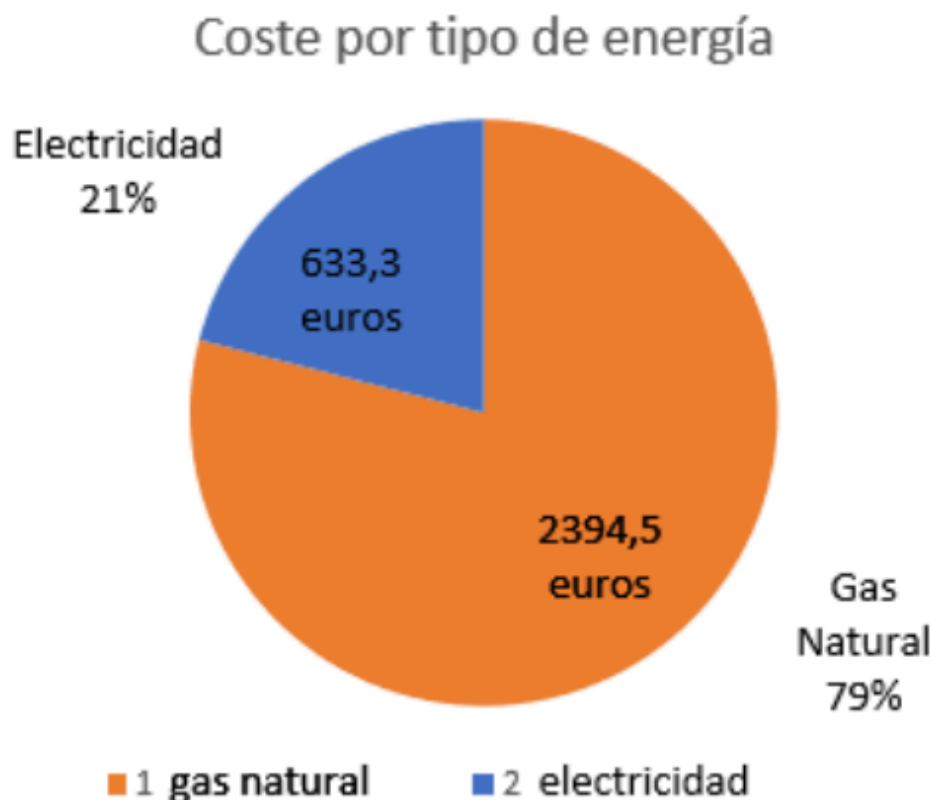
Instalación	Pot. Térmica Nominal (kW)	Pot. Eléctrica nominal (kW)	Horas de uso anual	Energía primaria	Consumo anual (kWh)	Coste total (€)
Generación de calor	64,30	-	243	Gas Natural	17001,00	2.394,50 €
3 bombas de circulación	-	2208,00	243	Electricidad	320,00	
Climatización aulas y despachos de jefatura	22,75	7,29	216	Electricidad	1575,00	633,30 €
Climatización de sala rack	2,65	0,82	8760	Electricidad	7183,00	
UTAs	26,80	6,00	0	Electricidad	0,00	
Recuperador de calor	15,80	0,37	0	Electricidad	0,00	
2 Bombas recirculadoras	-	1,47	0	Electricidad	0,00	
<b>TOTALES</b>	132,3	18,163		Gas Natural	17001,00	
				Electricidad	9078,00	
<b>Aporte de fotovoltaica</b>	-			Electricidad	5000,00	

A continuación, se muestra en forma gráfica el consumo o aporte por energía primaria y el coste anual de cada energía.



**Imagen 5.2.2 Resumen de consumos energéticos por tipo de energía, para la climatización Edificio C.**

Se observa que el mayor consumo corresponde al gas natural, siendo este más de la mitad del consumo energético total. En cuanto a la electricidad, el consumo de energía es menor que lo que se genera con la instalación fotovoltaica. Sin embargo, esto no significa que el consumo eléctrico sea nulo, ya que este consumo eléctrico solo hace referencia al de la instalación de climatización (la parte de iluminación, instalación informática, etc se analiza más adelante).



***Imagen 5.2.3 Resumen de costos energéticos, para climatización, por tipo de energía.***

En el gráfico se observa que el coste que supone el gas natural es mucho mayor que el coste de electricidad, lo cual no es sorprendente, viendo que el consumo de gas natural es más de cuatro veces el consumo eléctrico de la instalación de climatización.

### ❖ **Propuestas de mejora. Medidas de ahorro energético (MAEs)**

#### ➤ **OPTIMIZACIÓN DE LA FACTURACIÓN DE GAS NATURAL:**

La medida de mejora propuesta busca ajustar la tarifa de facturación a la demanda real para evitar costes innecesarios. Actualmente, la comercializadora del centro es Gas Natural Fenosa y el tramo de suministro denominado TUR, RL.3, comprende de los 15.000 kWh hasta los 50.000 kWh anuales. Se considera el cambio de compañía a Total Energies, ya que ofrece precios competitivos y una tarifa de gas más acorde a los consumos declarados para el edificio. La comparativa arroja un precio calculado de 1530 euros para el año tipo de consumo en gas natural.

#### ➤ **MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS EN LAS UTA.**

Se recomienda aplicar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de tratamiento de aire y sus recuperadores, ya que no se encuentran en óptimas condiciones, aunque no es necesario renovarlos por equipos más modernos. El consumo energético de los equipos de ventilación y

climatización depende de las pérdidas de presión del sistema en su conjunto, y los filtros de aire tienen un papel clave en el consumo del equipo de ventilación. Es necesario limpiarlos con regularidad y cambiarlos cuando lleguen al final de su periodo de vida útil. Si el grado de suciedad es elevado, los ventiladores se verán forzados a trabajar para compensar las pérdidas de presión adicionales, lo que repercutirá en un mayor consumo. También se recomienda sustituir los presostatos diferenciales (DPS) deteriorados para aumentar la eficiencia de los equipos, acompañado de las necesarias revisiones de los motores de los ventiladores de impulsión y extracción, así como de sus filtros (G4), y la realización de las operaciones de mantenimiento preventivas y correctivas pertinentes.

➤ **AHORRO EN CONSUMO ENERGÉTICO DE AIRE ACONDICIONADO.**

La solución adoptada es la instalación de sensores de movimiento o presencia para evitar que los equipos de aire acondicionado estén funcionando cuando no hay nadie usando las dependencias, y de esta manera, controlar las consecuencias de gasto energético derivadas de los malos hábitos y el mal uso de estos equipos. En el centro sólo se dispone de 8 equipos autónomos ubicados en algunas dependencias. El sistema elegido consta de un contactor con relé de trabajo, llamado módulo central, al que se le une mediante bluetooth, un detector de presencia instalado de forma cenital y que ha sido tasado por la empresa suministradora de material ACTUM.

➤ **SUSTITUCIÓN O PERMUTA DEL EQUIPO AUTÓNOMO DE LA SALA DE RACK.** La sala de Rack donde se ubican los recursos informáticos y electrónicos que dan soporte a la red del centro necesitan unas condiciones de temperatura entre 18°C y 27°C por lo que se encuentra permanentemente climatizada por un equipo de AC. Se ha comprobado que tiene una tecnología antigua e ineficiente, y por ello, se propone su sustitución por un equipo nuevo partido de AC Mitsubishi MSZ-HR 25 VF con tecnología INVERTER y calificación energética A++ en refrigeración y A+++ en calefacción. La tecnología INVERTER evita los picos de arranque mediante variadores de frecuencia, suponiendo un ahorro del 60% de energía con respecto a la tecnología anterior. También se propone, en lugar de su sustitución por un equipo nuevo, la permuta con el equipo de la sala de archivo de secretaría que actualmente tiene poco uso y tiene mejores prestaciones energéticas, y que trabaja con el mismo refrigerante y sus potencias son similares. Esta propuesta tendría un ahorro importante en el coste de material y además también en mano de obra, ya que podría plantearse como una práctica de taller con el alumnado del GS de Mantenimiento de instalaciones térmicas y de fluidos, con la supervisión del equipo docente. Es altamente recomendable llevar a cabo algunas de estas dos medidas, ya que este equipo de AC es el mayor consumidor de las instalaciones de refrigeración en el centro.

➤ **INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

Se propone la instalación de energía solar térmica como apoyo de la calefacción. Los equipos elegidos son 4 captadores de la marca Escosol de

2,23 m<sup>2</sup> y capacidad de 170 l y un depósito acumulador de 750 l y temperatura de trabajo de 90°C. Con esta medida se consigue una mejora en la calificación energética del edificio pasando del rango B al rango A, ya que las emisiones bajarán hasta los 29kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>año, y el consumo de energía primaria no renovable también disminuiría hasta los 145,1 kwh/m<sup>2</sup>año, tal y como se indica en el certificado energético del edificio.

#### ➤ INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Se propone instalar detectores de presencia que permitan encender y apagar el sistema de iluminación de cada estancia de forma automática, según el nivel de iluminación existente y la presencia de personas. Además, se propone instalar en el sistema de iluminación, lámparas de tecnología LED en aquellas estancias donde no se haya sustituido aún por lámparas de otra tecnología. Otra medida propuesta consiste en programar los ordenadores para que se apaguen de forma automática cuando finalice el horario lectivo, para evitar olvidos en los que el ordenador se queda encendido. Con el mismo fin, se propone reducir el tiempo de inactividad de los equipos, activando la suspensión o hibernación del ordenador transcurrido un determinado tiempo en el que no se está usando.

### ❖ Mejoras constructivas

#### ➤ Opacos en edificios A,B y D:

Se propone el uso de aislamiento insuflado para mejorar la eficiencia energética reduciendo las pérdidas o ganancias térmicas. La medida consistiría en inyectar un material aislante en las cámaras de aire existentes en las fachadas del edificio, utilizando equipos especiales de insuflación. El material propuesto es Poliuretano (PUR) proyectado con CO<sub>2</sub> en celda cerrada, con una conductividad térmica aproximada de 0,032 (ya que puede variar en función del fabricante). El principal propósito del aislamiento insuflado es crear una capa aislante continua y uniforme, que ocupe los espacios existentes y reduzca la transferencia de calor entre el interior y el exterior (o viceversa). El material utilizado para el aislamiento insuflado puede variar según la aplicación y las características específicas del edificio. Algunos materiales comunes incluyen la celulosa, la fibra de vidrio y la lana mineral, entre otros. Con esto se gana una mejora significativa en cuanto a la transmitancia térmica pasando de 1.19 W/m<sup>2</sup>K a 0.45W/m<sup>2</sup>K para la fachada tipo A y de 0.93W/m<sup>2</sup>K a 0.40W/m<sup>2</sup>K en fachada tipo B. En cuanto a la carpintería para que siga respetando su estilo debido a la catalogación que conlleva se ha previsto hacer una modificación manteniendo el mismo color actual pero siendo el nuevo tipo PVC correderas o fijas según las necesidades para los edificios A,B y D. Tras el estudio iniciado para la insuflación de poliuretano en la cámara de aire en los edificios A,B y D se ha llegado a la siguiente conclusión:

Con las mediciones generadas deduciendo los huecos obtenemos:

- Planta Baja: 1874.6 m<sup>2</sup>
- Planta primera: 1197.15 m<sup>2</sup>
- Planta segunda: 205.52 m<sup>2</sup>

El precio de m2 de aislamiento insuflado en cámara de aire de poliuretano con un espesor medio de 50 mm ronda los 8.52 euros/m2, por lo cual obtendremos los siguientes presupuestos divididos por plantas:

- Planta Baja: 13.318.63 euros
- Planta primera: 7.903.83 euros
- Planta segunda: 1.425.40 euros

Con una inversión de 22.647.86 euros aislaríamos al completo el edificio obteniendo ya no solo un considerable ahorro económico futuro en calefacción y refrigeración, sino que La rehabilitación con este producto, permite estar alineada con la agenda 2030, fomentando la reducción de las emisiones de CO2 e impulsando la economía circular.

—Tipo de aislamiento—  
☒ Espuma de poliuretano

—Espesor medio de la cámara de aire (mm)—  
☐ 40 ☒ 50 ☐ 60

[Ampliar](#) [Ocultar los capítulos](#) [Enviar sugerencia](#) [Exportación:](#)

NAE010 m² Aislamiento por inyección, desde el interior, en cámaras de aire de cerramiento de doble hoja de fábrica. 8.52€  
 Aislamiento en cerramientos de doble hoja de fábrica, relleno de la cámara de aire de 50 mm de espesor medio, mediante inyección de espuma de poliuretano de baja densidad, de 12 a 18 kg/m³ y conductividad térmica 0,038 W/(mK).

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend	Precio unitario	Precio partida
mt16pop020b	m²	Espuma de poliuretano inyectada "in situ", densidad de 12 a 18 kg/m³ y conductividad térmica 0,038 W/(mK), para el relleno de cámara de aire de 50 mm de espesor medio, en cerramientos de doble hoja de fábrica, según UNE-EN 14315-1.	1,000	3,23	3,23
mt09moe000a	kg	Mortero de cemento, color gris, compuesto de cemento, áridos seleccionados y aditivos, tipo GP CS III V2 según UNE-EN 996-1.	0,600	0,21	0,13
mq00mpa030	h	Maquinaria para proyección de productos aislantes.	0,101	15,22	1,54
mo030	h	Oficial 1º aplicador de productos aislantes.	0,096	17,24	1,66
mo068	h	Ayudante aplicador de productos aislantes.	0,096	16,13	1,55
	%	Medios auxiliares	2,000	8,11	0,16
	%	Costes indirectos	3,000	8,27	0,25
			Total:		8,52

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (1)	Obligatoriedad (2)	Sistema (3)
UNE-EN 996-1:2010 Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco y enlucido.	1.6.2011	1.6.2012	4

*Captura de pantalla del tipo de aislamiento seleccionado*

### ➤ Propuesta de mejora del control solar:

Colocación de toldos: Toldos fijos de la empresa BricoDepot en las fachadas suroeste y al sureste. Se ha optado por la colocación de toldos de dimensiones 3,80 m de ancho y 3 m de largo extendido completamente.

Es conveniente usar colores acordes al tipo de edificio, funcionales y poco llamativos por ello esta empresa nos ofrece este toldo retráctil manual de aluminio y poliéster, resistente a la corrosión y a los rayos ultravioleta (UV).

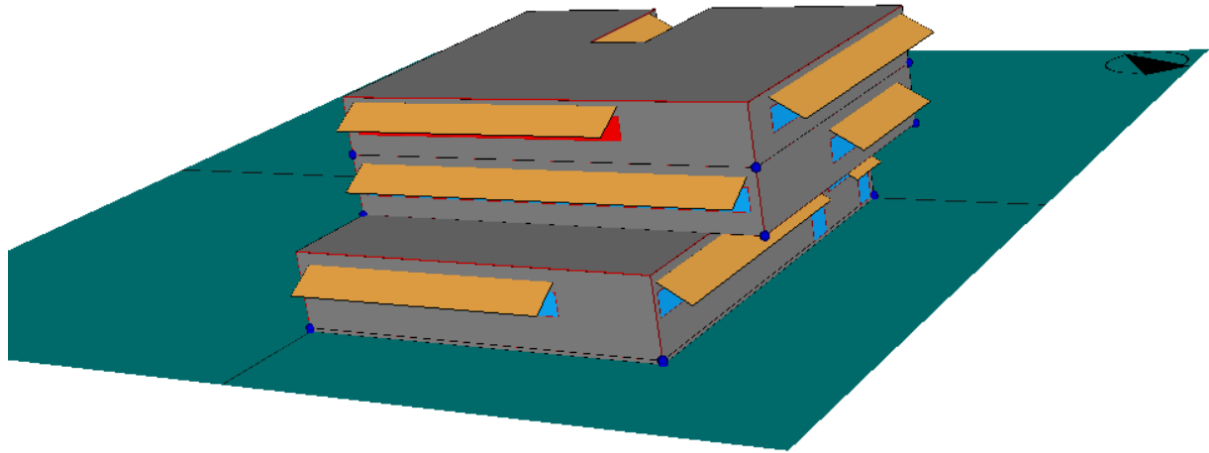
Tiene una inclinación ajustable de hasta 42°



Toldos necesarios según dimensiones de cada hueco



Vista axonométrica con medidas de mejora (Estado actual Edificio C)



### ➤ Recomendaciones en huecos edificio A, B y D

Se ha hecho una clasificación de las ventanas del edificio y se propondrán mejoras que mantengan la esencia exigida en el edificio antiguo. Estas propuestas se enfocan en aumentar la eficiencia disminuyendo los puentes térmicos producidos en los huecos, consiguiendo así un mejor aislamiento y menor coste en climatización.

- Instalar vidrios de doble o triple acristalamiento donde no los hubiera: Los vidrios con varias capas ayudan a mejorar el aislamiento térmico y acústico de las ventanas. El espacio entre las capas de vidrio puede llenarse con gas argón para mejorar aún más las propiedades de aislamiento.
- Utilizar vidrios de baja emisividad (Low-E): Estos vidrios cuentan con una capa especial que refleja el calor hacia el interior en invierno y hacia el exterior en verano. Esto ayuda a mantener la temperatura interior más estable y reduce la transferencia de calor a través de las ventanas.
- Instalar marcos de ventanas eficientes: Los marcos de las ventanas tienen un papel muy importante en el aislamiento del hueco. Los marcos de PVC, madera o aluminio con rotura de puente térmico, son opciones muy ventajosas. Esta medida es recomendable hacerla conjuntamente con el cambio de vidrios, ya que abarataría los costos de instalación y se aislaría el hueco por completo.
- Utilizar selladores y juntas de calidad: Para evitar fugas de aire y filtraciones, es importante asegurarse de que las ventanas estén correctamente selladas. Se pueden aplicar selladores de calidad y utilizar juntas adecuadas para minimizar las corrientes de aire.
- Instalar persianas o cortinas térmicas: Las persianas o cortinas con propiedades aislantes pueden ayudar a reducir la transferencia de

calor a través de las ventanas. Estas se colocarán donde no las hubiera, o en su caso sustituirlas por unas de mayor calidad.

- Considerar el uso de láminas o vinilos reflectantes: Estas películas se aplican directamente sobre el vidrio y pueden reducir la ganancia solar, bloquear los rayos UV y mejorar la privacidad. Son de fácil colocación y tienen precios asequibles.

### ➤ **Recomendaciones en huecos Edificio C**

En cuanto al Edificio C se ha propuesto la inclusión de Argón entre las capas de los vidrios, para así mejorar la transmitancia térmica con un coeficiente variable de 0.1 a 0.3 W/m<sup>2</sup>K