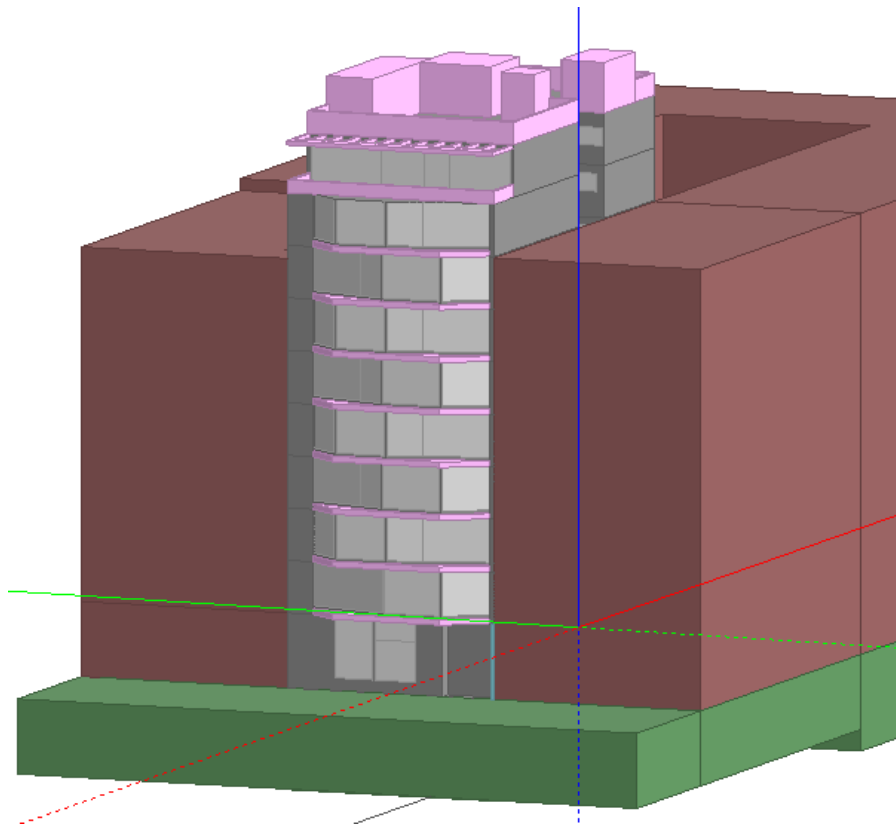


# Simulación de Medidas de Ahorro energético

## Edificio de Oficinas

Ubicación: Madrid España



## Tabla de contenido

Resumen Ejecutivo.....	3
Descripción del Proyecto.....	3
Desarrollo del Modelo del Escenario 1.....	4
Análisis de Resultados del Escenario 1.....	6
Desarrollo del Modelo del Escenario 2.....	7
Análisis de Resultados del Escenario 2.....	9
Análisis de Resultados del conjunto de Escenarios 1 y 2.....	10

## Resumen Ejecutivo

Este informe presenta la evaluación de medidas de ahorro energético, donde se analizarán dos escenarios de mejora propuestos por Grupo Aire Limpio. El objetivo principal es estudiar la reducción del caudal de aire exterior y la sustitución de los filtros en las Unidades de Tratamiento de Aire (UTA), con el fin de identificar oportunidades de ahorro energético y fundamentar decisiones clave para el diseño del proyecto.

Los escenarios serán evaluados desde una perspectiva técnica, con un enfoque en la reducción del consumo energético relacionado con la climatización y ventilación de un edificio que comparta características similares a las planteadas por el cliente. Para ello, se ha seleccionado un proyecto de referencia que cuenta con una superficie y ocupación aproximadas a las del edificio en estudio, lo que permitirá estimar de manera precisa los porcentajes de ahorro energético asociados a las medidas propuestas.

## Descripción del Proyecto

El proyecto seleccionado para modelar medidas de ahorro energético es un edificio de oficinas ubicado en Madrid, España, con una superficie aproximada de 46.432,3 m<sup>2</sup>. El edificio tiene una planta rectangular que consta de 10 pisos sobre rasante y 1 piso subterráneo.

- **Planta bajo rasante:** Alberga espacios mecánicos y eléctricos, oficinas, salas de conferencias, vestuarios, pasillos, baños y un estacionamiento para bicicletas.
- **Planta baja:** Incluye áreas mecánicas y eléctricas, oficinas, recepción, pasillos y baños.
- **Planta primera:** Contiene pasillos, comedor, cocina y acceso a las terrazas.
- **Plantas superiores (2ª a 8ª):** Se destinan a oficinas, pasillos y baños.

El sistema de climatización está compuesto por 11 unidades VRV por planta con recuperación de energía. Para la ventilación, se utilizan 6 Unidades de Tratamiento de Aire (UTA).

La iluminación es completamente LED y cuenta con sistemas de control de atenuación por luz diurna en las áreas de oficinas. El deslumbramiento y la radiación solar se gestionan mediante lamas fijas de aluminio lacado, mejorando así la eficiencia energética del edificio.

## Desarrollo del Modelo del Escenario 1

En este escenario, se analiza un edificio de oficinas ubicado en Madrid con una superficie aproximada de 46.000 m<sup>2</sup>. Se evalúan los caudales mínimos de aire exterior requeridos para cumplir con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE). El RITE establece un caudal mínimo de 109.305 m<sup>3</sup>/h (12,5 l/s por persona), que será la referencia para el caso actual.

Mediante la incorporación de tres etapas de filtración (VBank, SFEG y V8), se puede reducir el caudal mínimo de aire exterior en un 35%, lo que permitiría disminuir el caudal a 69.955 m<sup>3</sup>/h (8 l/s por persona). Este escenario, con la reducción del caudal, será la base de comparación para evaluar los ahorros energéticos y el impacto en el edificio en comparación con el caudal exigido por el RITE.

A continuación se encuentra un resumen de los datos del edificio así como las diferencias entre el modelo actual vs escenario de mejora.

**Tabla 1 – Resumen de modelo energético (Escenario 1)**

Input Parameter	Modelo Actual	Escenario de Mejora 1_ Reducción del Caudal
<b>Información general</b>		
Ubicación del proyecto / Clima	Madrid, España / ESP MADRID IWE C	
Superficie del proyecto	46,432.3 m <sup>2</sup>	
Número de pisos	10 pisos sobre el nivel del suelo	
Ocupación	2,429 personas	
Horario de operación	6:00 am a 8:00 pm de Lunes a Sábado	
<b>Envolvente</b>		
Muro Exterior sobre rasante	M_A int_U 0.32: Cement 0.015 m + 1/2 pie LP métrico o catalán 0.13 m + Cement 0.015 m + MW Lana mineral 0.04 m + Air Gap 0.05 m + MW Lana mineral 0.06 m + Gypsum Plastering 0.025 m	
Cubierta	Cubierta transit_form_U 0.25: Artificial stone 0.03 m + Air Gap 0.1 m + Cement 0.08 m + XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 0.12 m + Hormigón armado 0.14 m	
Losa sobre suelo	S_Solera_:Hormigón armado 0.45 m + Gravel 0.15 m	
Relación ventana-pared	29.1% Proporción Total bruta de ventana-pared	
Ventanas	SunGuard Super Neutral SN 70S_6/16/4+4_U 1.3_g 37_TI 69_, U-VT-SGC: 1.55 W/m <sup>2</sup> /k - 0.37, 0.69	
Lucernarios	N/A	
Puertas	Puertas batientes: Factor U de 3,975; Puertas no batientes: Factor U de 8,233	
Infiltración	Tasa de infiltración 0.70 ren/h	
<b>Iluminación</b>		
LPD interior	Vestidores - 5.83W/m <sup>2</sup> Lobby – 1.78 W/m <sup>2</sup> Área de comedor - 6.46 W/m <sup>2</sup>	

	Almacén – 4.69 W/m <sup>2</sup> Sala de conferencia – 4.30 W/m <sup>2</sup> Cuarto electrico/mecanico - 5.35 W/m <sup>2</sup> Pasillos - 4.96 W/m <sup>2</sup> Baños - 5.81 W/m <sup>2</sup> Área de oficinas - 8.62 W/m <sup>2</sup>	
Iluminación exterior	900 Watts	
Controles de iluminación	Regulación de la luz diurna con regulación continua hasta el 10% (para los espacios de oficinas)	
<b>Plug Loads</b>		
Densidad de potencia de los equipos	Lobby – 2.50 W/m <sup>2</sup> Área de comedor - 5.00 W/m <sup>2</sup> Sala de conferencia – 9.38 W/m <sup>2</sup> Cuarto electrico/mecanico - 20.00 W/m <sup>2</sup> Área de oficinas - 5.00 W/m <sup>2</sup>	
<b>ACS</b>		
Flujo máximo (Caudales finales de accesorios de agua)	0.084 L/s	
Tipo de calentador de agua	Calentador de agua eléctrico	
Capacidad del calentador de agua	240 Litros	
Eficiencia del calentador de agua	90%	
<b>HVAC</b>		
Tipo de sistema primario	6 Unidades Tratamiento de Aire (UTA) 11 Unidades VRV por planta	
Aire de suministro	109,305.00 m <sup>3</sup> /h	69,955.00 m <sup>3</sup> /h
Aire exterior	109,305.00 m <sup>3</sup> /h	69,955.00 m <sup>3</sup> /h
Energy Recovery	Entálpico con un 60% de eficacia de recuperación de energía	
Capacidad de calefacción	Unidades VRV - 1,905.8 kW	Unidades VRV - 1,813.02 kW
Eficiencia de calefacción	Unidades VRV - 4.17 COP / 4.51 COP / 5.17 COP / 5.25 COP	
Capacidad de refrigeración	Unidades VRV - 1,138.30 kW	Unidades VRV - 912.37 kW
Cooling Efficiency	Unidades VRV - 3.49 COP / 3.91 COP / 4.72 COP / 5.11 COP	
Potencia del ventilador	UTA Fans – 119.89 kW VRV Fans – 4.08 kW	UTA Fans – 76.73 kW VRV Fans – 4.08 kW
Controles del ventilador	Velocidad variable	
Economizador	Ninguno	

## Análisis de Resultados del Escenario 1

En la tabla que muestras, bajo la implementación del MAE 01 (Reducción del Caudal), se observa una reducción considerable del consumo energético en calefacción y refrigeración, con ahorros de **16,75% en calefacción** y **12,99% en refrigeración**. Esto es congruente con la reducción del caudal de aire en un 35%, ya que el flujo de aire disminuido reduce la carga de los sistemas HVAC, lo que genera una menor demanda de energía térmica.

La reducción en calefacción es particularmente significativa, probablemente porque la disminución del caudal de aire tiene un mayor impacto en las cargas de calefacción debido a los cambios en la transferencia de calor. En refrigeración, la reducción también es importante, pero un poco menor en comparación, debido a las diferentes dinámicas de enfriamiento. En general, el ahorro energético total del edificio es del **4,95%**, lo cual es un impacto positivo en la reducción de los costos operativos.

Consumo y Coste de la Energía			
	Modelo Actual	MAE 01 Reducción del Caudal	% Ahorro
<b>Electricidad [kWh]</b>			
Calefacción	218.062,23	181.526,97	16,75%
Refrigeración	185.788,08	161.651,91	12,99%
Iluminación interior	538.818,07	538.818,07	0,00%
Iluminación Exterior	2.713,20	2.713,20	0,00%
Equipamiento (carga de enchufes y procesos)	447.475,26	447.475,26	0,00%
Ventiladores (UTA's)	271.674,27	247.217,06	9,00%
Ventiladores (Generales)	9.766,03	9.766,03	0,00%
Bombas del ACS	5,90	5,90	0,00%
ACS	43.849,45	43.849,45	0,00%
<b>Energía total [kWh]</b>	<b>1.718.152,59</b>	<b>1.633.023,59</b>	<b>4,95%</b>
<b>Energía por superficie total del edificio [kWh/m2]</b>	<b>37,00</b>	<b>35,17</b>	
<b>Precio de la Electricidad [€/kWh]</b>	<b>0,195</b>		
<b>Costes [€/kWh]</b>	<b>€335.039,68</b>	<b>€ 318.439,60</b>	<b>4,95%</b>

## Desarrollo del Modelo del Escenario 2

En este estudio, se evalúa un edificio de oficinas ubicado en Madrid con una superficie aproximada de 46,000 m<sup>2</sup>. El análisis compara el sistema de filtración actual de la Unidad de Tratamiento de Aire (UTA), compuesto por filtros tradicionales (F7, carbón activado y F9), vs un sistema de filtración avanzada que incluye tres etapas de filtración (VBank, SFEG y V8).

A continuación se encuentra un resumen de los datos del edificio así como las diferencias entre el modelo actual vs escenario de mejora.

**Tabla 1 – Resumen de modelo energético (Escenario 2)**

Input Parameter	Modelo Actual	Escenario de Mejora 2_ Filtros
<b>Información general</b>		
Ubicación del proyecto / Clima	Madrid, España / ESP MADRID IWEC	
Superficie del proyecto	46,432.3 m <sup>2</sup>	
Número de pisos	10 pisos sobre el nivel del suelo	
Ocupación	2,429 personas	
Horario de operación	6:00 am a 8:00 pm de Lunes a Sábado	
<b>Envolvente</b>		
Muro Exterior sobre rasante	M_A int_U 0.32: Cement 0.015 m + 1/2 pie LP métrico o catalán 0.13 m + Cement 0.015 m + MW Lana mineral 0.04 m + Air Gap 0.05 m + MW Lana mineral 0.06 m + Gypsum Plastering 0.025 m	
Cubierta	Cubierta transit_form_U 0.25: Artificial stone 0.03 m + Air Gap 0.1 m + Cement 0.08 m + XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 0.12 m + Hormigón armado 0.14 m	
Losa sobre suelo	S_Solera_:Hormigón armado 0.45 m + Gravel 0.15 m	
Relación ventana-pared	29.1% Proporción Total bruta de ventana-pared	
Ventanas	SunGuard Super Neutral SN 70S_6/16/4+4_U 1.3_g 37_Tl 69_, U-VT-SGC: 1.55 W/m <sup>2</sup> /k - 0.37, 0.69	
Lucernarios	N/A	
Puertas	Puertas batientes: Factor U de 3,975; Puertas no batientes: Factor U de 8,233	
Infiltración	Tasa de infiltración 0.70 ren/h	
<b>Iluminación</b>		
LPD interior	Vestidores - 5.83W/m <sup>2</sup> Lobby – 1.78 W/m <sup>2</sup> Área de comedor - 6.46 W/m <sup>2</sup> Almacén – 4.69 W/m <sup>2</sup> Sala de conferencia – 4.30 W/m <sup>2</sup> Cuarto electrico/mecanico - 5.35 W/m <sup>2</sup> Pasillos - 4.96 W/m <sup>2</sup> Baños - 5.81 W/m <sup>2</sup> Área de oficinas - 8.62 W/m <sup>2</sup>	
Iluminación exterior	900 Watts	

Controles de iluminación	Regulación de la luz diurna con regulación continua hasta el 10% (para los espacios de oficinas)	
<b>Plug Loads</b>		
Densidad de potencia de los equipos	Lobby – 2.50 W/m <sup>2</sup> Área de comedor - 5.00 W/m <sup>2</sup> Sala de conferencia – 9.38 W/m <sup>2</sup> Cuarto electrico/mecanico - 20.00 W/m <sup>2</sup> Área de oficinas - 5.00 W/m <sup>2</sup>	
<b>ACS</b>		
Flujo máximo (Caudales finales de accesorios de agua)	0.084 L/s	
Tipo de calentador de agua	Calentador de agua eléctrico	
Capacidad del calentador de agua	240 Litros	
Eficiencia del calentador de agua	90%	
<b>HVAC</b>		
Tipo de sistema primario	6 Unidades Tratamiento de Aire (UTA) 11 Unidades VRV por planta	
Aire de suministro	109,305.00 m <sup>3</sup> /h	
Aire exterior	109,305.00 m <sup>3</sup> /h	
Energy Recovery	Entálpico con un 60% de eficacia de recuperación de energía	
Capacidad de calefacción	Unidades VRV - 1,905.8 kW	Unidades VRV - 1,813.02 kW
Eficiencia de calefacción	Unidades VRV - 4.17 COP / 4.51 COP / 5.17 COP / 5.25 COP	
Capacidad de refrigeración	Unidades VRV - 1,138.30 kW	Unidades VRV - 912.37 kW
Cooling Efficiency	Unidades VRV - 3.49 COP / 3.91 COP / 4.72 COP / 5.11 COP	
Potencia del ventilador	UTA Fans – 119.89 kW VRV Fans – 4.08 kW	UTA Fans – 40.32 kW VRV Fans – 4.08 kW
Controles del ventilador	Velocidad variable	
Economizador	Ninguno	

## Análisis de Resultados del Escenario 2

La tabla muestra un análisis comparativo entre el modelo actual y el escenario MAE 02, que incluye un sistema de filtración avanzada compuesto por VBank, SFEG y V8. El objetivo es evaluar el impacto de este sistema en el consumo energético del edificio, destacando varios componentes clave.

La reducción del consumo en los ventiladores UTA's es el principal contribuyente al ahorro total, con un ahorro del 66,37%.

El ahorro total de la medida es de un **10,49%** el cuál destaca los beneficios de implementar la nueva tecnología de filtración. Aunque no hay cambios en otros sistemas como la iluminación y el equipamiento, la mejora general es considerable y se refleja en una menor demanda de energía por metro cuadrado del edificio.

Consumo y Coste de la Energía			
	Modelo Actual	MAE 02_Sistema de filtración avanzada (VBank, SFEG y V8)	% Ahorro
	<b>Electricidad [kWh]</b>		
Calefacción	218.062,33	218.062,33	0,00%
Refrigeración	185.788,08	185.788,08	0,00%
Iluminación interior	538.818,07	538.818,07	0,00%
Iluminación Exterior	2.713,20	2.713,20	0,00%
Equipamiento (carga de enchufes y procesos)	447.475,26	447.475,26	0,00%
Ventiladores (UTA's)	271.674,27	91.364,01	66,37%
Ventiladores (Generales)	9.766,03	9.766,03	0,00%
Bombas del ACS	5,90	5,90	0,00%
ACS	43.849,45	43.849,45	0,00%
<b>Energía total [kWh]</b>	<b>1.718.152,23</b>	<b>1.537.841,97</b>	<b>10,49%</b>
<b>Energía por superficie total del edificio [kWh/m2]</b>	<b>37,00</b>	<b>33,12</b>	
<b>Precio de la Electricidad [€/kWh]</b>	<b>0,195</b>		
<b>Costes [€/kWh]</b>	<b>€ 335.039,68</b>	<b>€ 299.879,18</b>	<b>10,49%</b>

## Análisis de Resultados del conjunto de Escenarios 1 y 2

En el análisis de consumo energético del edificio, se está evaluando la incorporación de un sistema de filtración avanzada de tres etapas (VBank, SFEG, V8) en las Unidades de Tratamiento de Aire (UTA), en comparación con un sistema de filtración tradicional (F7, carbón activado, F9). Este cambio permite una reducción del caudal mínimo de aire exterior del 35%, pasando de los valores exigidos por la normativa RITE a una reducción del caudal de 69.955 m<sup>3</sup>/h (equivalente a 8 l/s por persona).

Este análisis evidencia que, mediante la implementación de la filtración avanzada (VBank, SFEG, V8) y la reducción del caudal de aire exterior en un 35%, el edificio logra una reducción global del consumo energético del **15,08%**, principalmente en los sistemas de ventilación (con un ahorro del 69,40%), refrigeración (con un ahorro del 18,35%) y calefacción (con un ahorro del 16,75%). Este análisis sugiere que la implementación de las medidas de optimización, particularmente en el sistema de ventilación, calefacción así como la refrigeración, podría generar beneficios económicos y de eficiencia energética importantes.

Consumo y Coste de la Energía			
	Modelo Actual	MAE 01 & 02_Reducción del Caudal y Sistema de filtración avanzada (VBank, SFEG y V8)	% Ahorro
<b>Electricidad [kWh]</b>			
Calefacción	218.062,33	181.526,97	16,75%
Refrigeración	185.788,08	151.695,79	18,35%
Iluminación interior	538.818,07	538.818,07	0,00%
Iluminación Exterior	2.713,20	2.713,20	0,00%
Equipamiento (carga de enchufes y procesos)	447.475,26	447.475,26	0,00%
Ventiladores (UTA´s)	271.674,27	83.139,05	69,40%
Ventiladores (Generales)	9.766,03	9.766,03	0,00%
Bombas del ACS	5,90	5,90	0,00%
ACS	43.849,45	43.849,45	0,00%
<b>Energía total [kWh]</b>	<b>1.718.152,23</b>	<b>1.458.989,46</b>	<b>15,08%</b>
<b>Energía por superficie total del edificio [kWh/m2]</b>	<b>37,00</b>	<b>31,42</b>	
<b>Precio de la Electricidad [€/kWh]</b>	<b>0,195</b>		
<b>Costes [€/kWh]</b>	<b>€ 335.039,68</b>	<b>€ 284.502,94</b>	<b>15,08%</b>