

# CERTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA ESCUELA INFANTIL MUNICIPAL DE CATADAU

*Grado en Arquitectura Técnica.  
Julio 2013*

**PROYECTO FINAL DE GRADO**  
Modalidad: Científico Técnico

Alumno: **Bisbal Bosch, Pedro Juan.**

Tutores: **Aparicio Fernández, Carola.**  
**Vivancos Bono, José Luis.**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

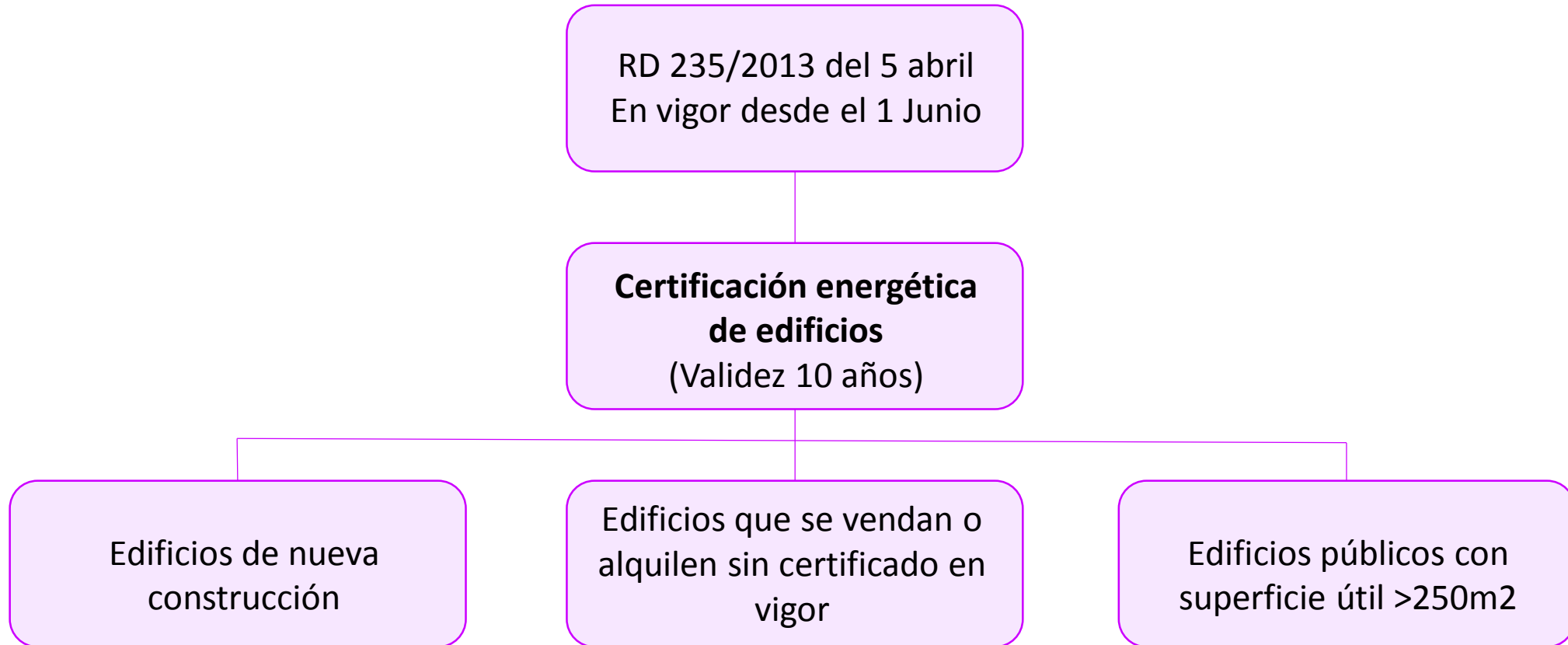


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

# CONTENIDO

1. Introducción
2. Objetivos
3. Aplicaciones utilizadas
4. Descripción del edificio
5. Resultados
6. Propuestas de mejora
7. Resultados de las mejoras
8. Propuesta elegida
9. Conclusiones

# 1. INTRODUCCIÓN



*\*Existen una serie de edificios que por sus características, según el RD 235/2013 no están obligados a realizar la certificación energética.*

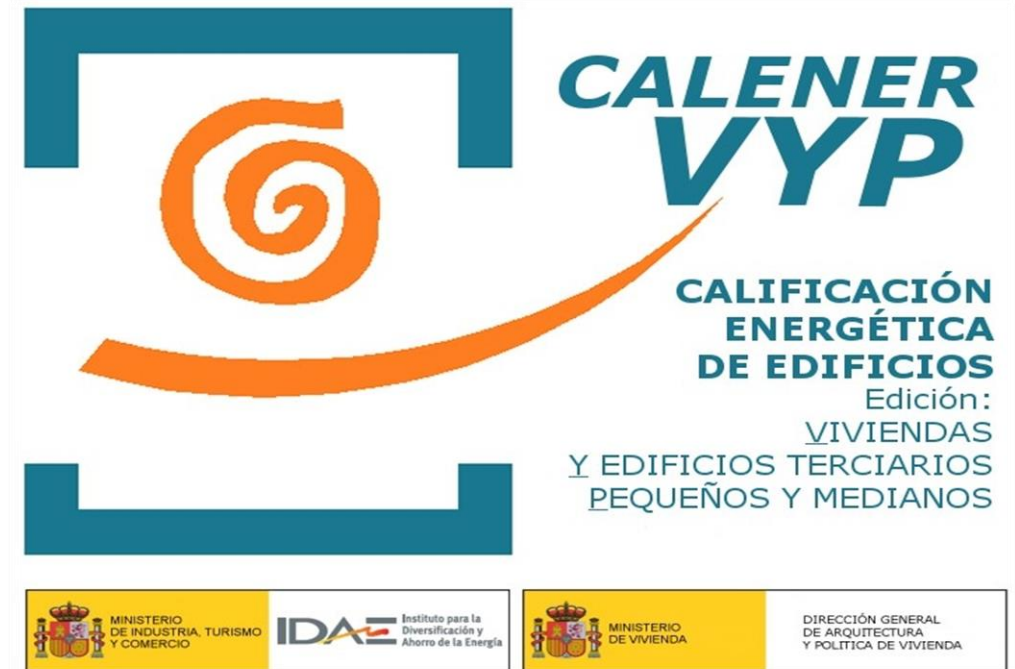
## 2. OBJETIVOS



# 3. APLICACIONES UTILIZADAS

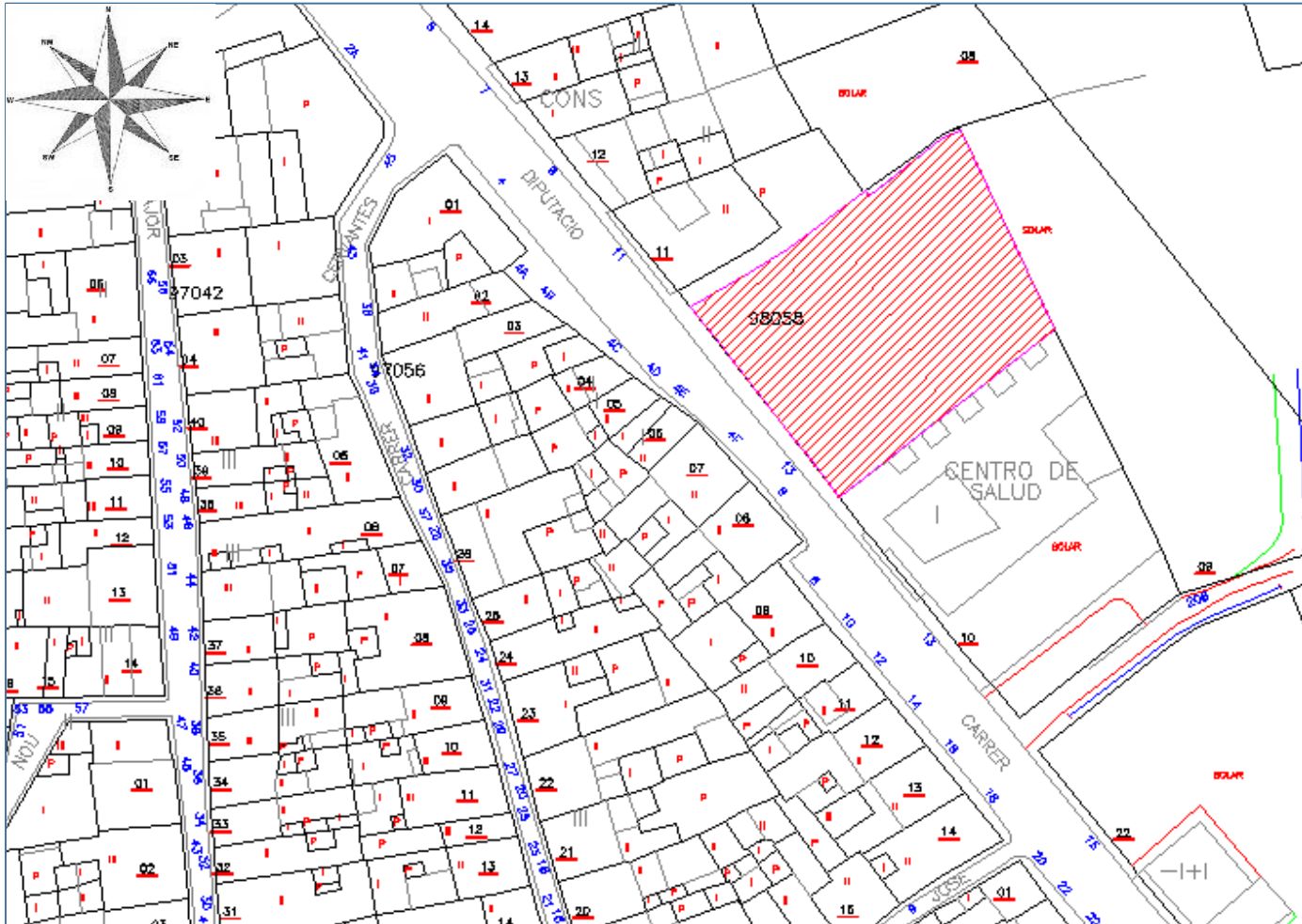


LIDER (Cálculo de la demanda energética  
CTE DB-HE1)



CALENER VYP (Calificación energética del edificio  
CTE DB-HE2, HE3, HE4, HE5)

# 4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO



Calle Diputación, 19 Catadau (Valencia):

- CTE DB-HE1: Zona climática: B3  
Higrometría: 4 (según proyecto)

Edificio aislado con zona ajardinada en la misma parcela

Elevado sobre forjado sanitario en una única planta.



- La fachada principal está orientada al Suroeste y recayente a la C/Diputación. (orientación 234º respecto al norte)



- La fachada lateral está orientada al Noroeste y no recae a ninguna calle (orientación 328º respecto al norte).





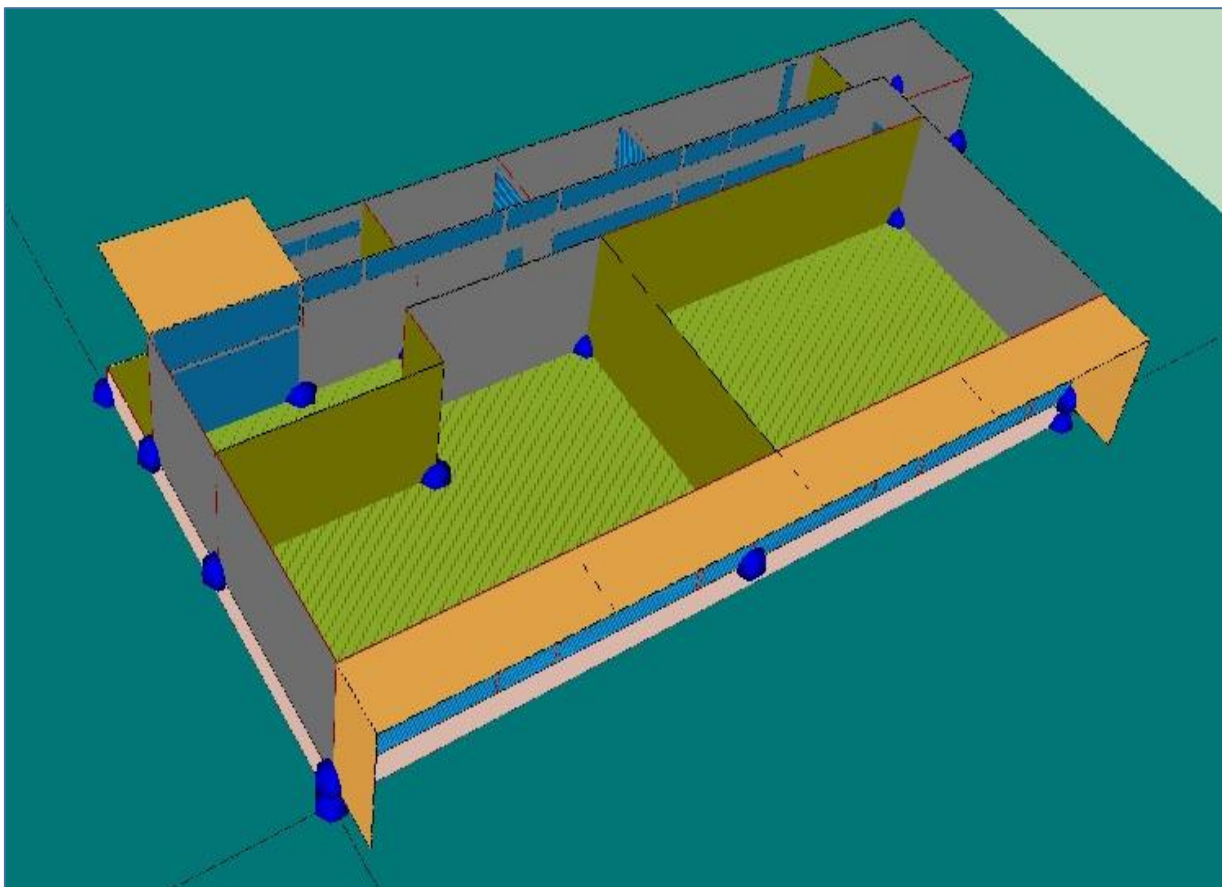
- La fachada posterior está orientada al Noreste recayendo a zona agrícola (orientación  $54^\circ$  respecto al norte).



- La fachada de las aulas está orientada al Sureste y recae a un patio y zona de juegos (orientación  $148^\circ$  respecto al norte).



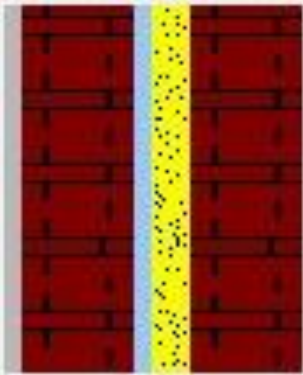
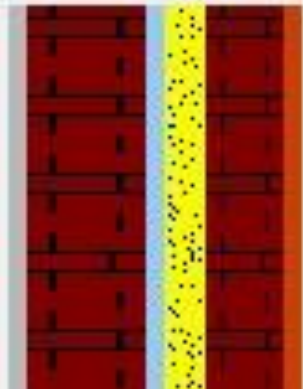





La zona administrativa (+2,95) y la docente (+3,95) se diferencian por la altura libre de los forjados. Están compuestas por:

- 3 aulas, con baños y zona de descanso en cada una.
- 1 aula polivalente (comedor), con cocina.
- Zona de administración con despacho y sala de profesores (con acceso a patio exterior).
- Dos aseos
- 1 cuarto para material de limpieza.
- Cuarto de instalaciones.

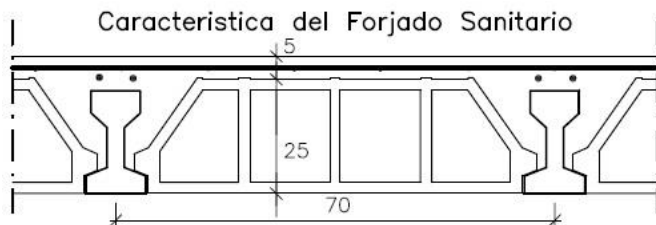
En su exterior tiene una amplia zona de juegos y otra ajardinada. Dispone de un pequeño patio donde se puede acceder desde el despacho o la sala de profesores

	Cerramiento	U (W/m <sup>2</sup> K)	Materiales del cerramiento (de exterior a interior)
	Fachadas Suroeste, Nordeste, Noroeste.	0,52	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfoscado maestreado a máquina,</li> <li>- Fábrica de ladrillo hueco de 11cm,</li> <li>- Cámara de aire,</li> <li>- Aislamiento térmico de poliestireno extrusinado (4cm)</li> <li>- Fábrica de ladrillo hueco de 11cm,</li> <li>- Enlucido y pintado</li> </ul>
	Fachada Sureste	0,56	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfoscado maestreado a máquina,</li> <li>- Fábrica de ladrillo hueco de 11cm,</li> <li>- Cámara de aire,</li> <li>- Aislamiento térmico de poliestireno extrusinado (4cm)</li> <li>- Fábrica de ladrillo hueco de 7cm,</li> <li>- Enlucido y pintado o con ladrillo cerámico</li> </ul>

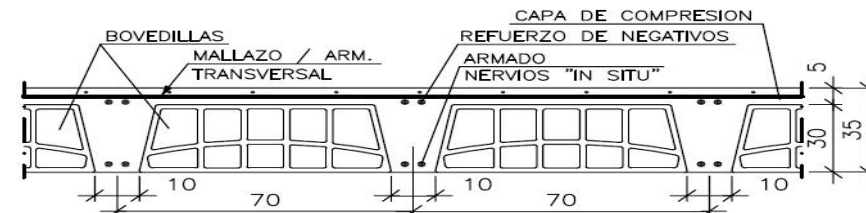
	Cerramiento	U (W/m <sup>2</sup> K)	Materiales del cerramiento (exterior a interior)
	Particiones interiores	2,01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ladrillo hueco de 11cm,</li> <li>- enlucidas y pintadas o con ladrillo cerámico según situación</li> </ul>
	Cerramiento cuarto de instalaciones	0,71	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfoscado maestreado a máquina,</li> <li>- fábrica de ladrillo hueco de 11cm</li> <li>- cámara de aire</li> <li>- aislamiento térmico de poliestireno extrusionado (4cm) con propiedades acusticas</li> <li>- fábrica de ladrillo hueco de 11cm</li> <li>- enlucido y pintado.</li> </ul>

	Cerramiento	U (W/m <sup>2</sup> K)	Materiales del cerramiento (de exterior a interior)
	Azotea	0,38	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grava (10 cm),</li> <li>- Capa separadora de geotextil de polipropileno polietileno,</li> <li>- membrana impermeabilizante de monocapa no adherida</li> <li>- capa separadora de geotextil,</li> <li>- aislamiento térmico de panel de poliestireno extruido clase IV,</li> <li>- hormigón celular,</li> <li>- Imprimación asfáltica</li> <li>- Forjado unidireccional con casetones de hormigón prefabricado</li> </ul>

	Cerramiento	U (W/m <sup>2</sup> K)	Materiales del cerramiento
	Forjado Sanitario	2,12	Viguetas de hormigón autorresistentes y bovedillas prefabricadas de hormigón (canto 25+5 cm)



VIGUETA AUTORRESISTENTE  
 INTEREJE: 70 cm.  
 CANTO FORJADO: (25+5) cm.



INTEREJE: 70 cm.  
 CANTO FORJADO: (30+5) cm.

	Hueco	Materiales del cerramiento
	Carpintería fachada aulas	<p>Doble acristalamiento de seguridad (vidrios monolíticos transparentes) unidos mediante una lámina de butiral de polivinilo incoloro (3+3-6-3+3).</p> <p>Carpintería metálica con rotura de puente térmico, realizada con perfiles de aluminio anodizado. Acabada en color natural.</p>
	Carpintería Patio	<p>Doble acristalamiento de seguridad (vidrios monolíticos Transparentes) unidos mediante una lámina de butiral de polivinilo incoloro (3+3-3+3).</p> <p>Carpintería metálica con rotura de puente térmico, realizada con perfiles de aluminio anodizado. Acabada en color natural.</p>

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

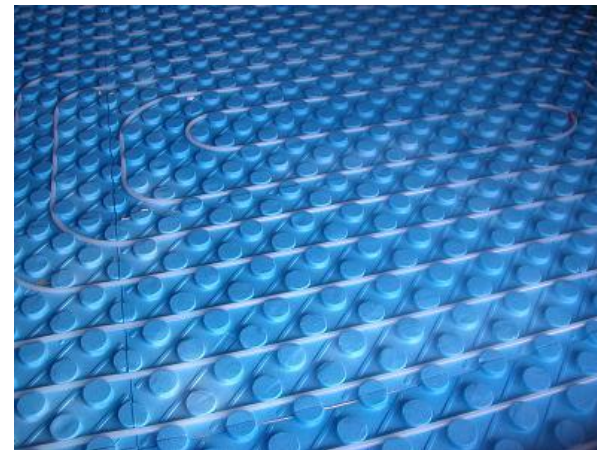
$$R_t = R + R_1 + R_2 + R \dots$$

$$U = \frac{1}{R_t}$$

Cerramiento	U (W/m <sup>2</sup> K)	R <sub>t</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	Espesor (m)	U <sub>max</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	U <sub>lim</sub> (B3) (W/m <sup>2</sup> K)	Cumple
Fachadas Suroeste, Nordeste, Noroeste.	0,52	1,92	0,35	1,07	0,82	SI
Fachada Sureste	0,56	1,79	0,31	1,07	0,82	SI
Cuarto máquinas	0,72	1,39	0,37	1,07	0,82	SI
Patio	0,52	1,41	0,35	1,07	0,82	SI
Azotea	0,38	2,63	0,25	0,59	0,45	SI
Huecos	3,48	0,29	-	5,70	-	SI



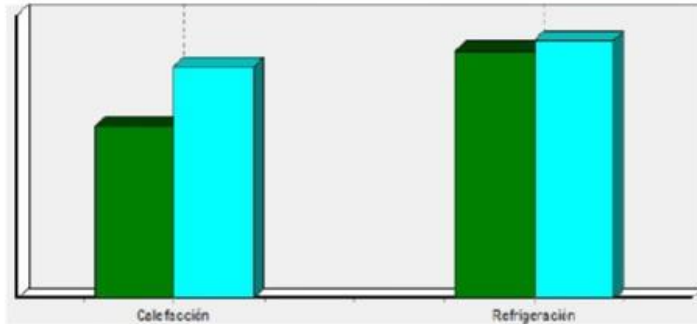
Sistema	Equipo	Unidades terminales
Climatización por suelo radiante	Caldera de gasóleo - Potencia útil: 33,7 kW - Rto útil con carga: 86 %  - Depósito gasoil 1000l	Suelo radiante (3 circuitos): - A Pol + 1 = 6,10 kW - A2+A3 = 7 kW - Adm + pasillo = 7,70kW
ACS	Captadores solares: - Captación: 75% Acumulador eléctrico (100l)	



# 5. RESULTADOS

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	74,0	95,8
Proporción relativa calefacción refrigeración	41,0	59,0



Resultados LIDER

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto		
	18,7 B		
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	C	22,8	8604,8
Demanda refrigeración	C	32,8	12378,8
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	C	6,9	2604,1
Emisiones CO2 refrigeración	A	0,0	0,0
Emisiones CO2 ACS	A	1,5	566,1
Emisiones CO2 Iluminación	C	10,3	3887,3
Emisiones CO2 Totales			7057,5

Resultados CALENER VYP



# 6. PROPUESTAS DE MEJORA

## Caso 1

- 1.1. Cambio de iluminación por LED
- 1.2. Instalación de estores en fachada Sureste
- 1.3. Combinación de LED + Estores

## Caso 2

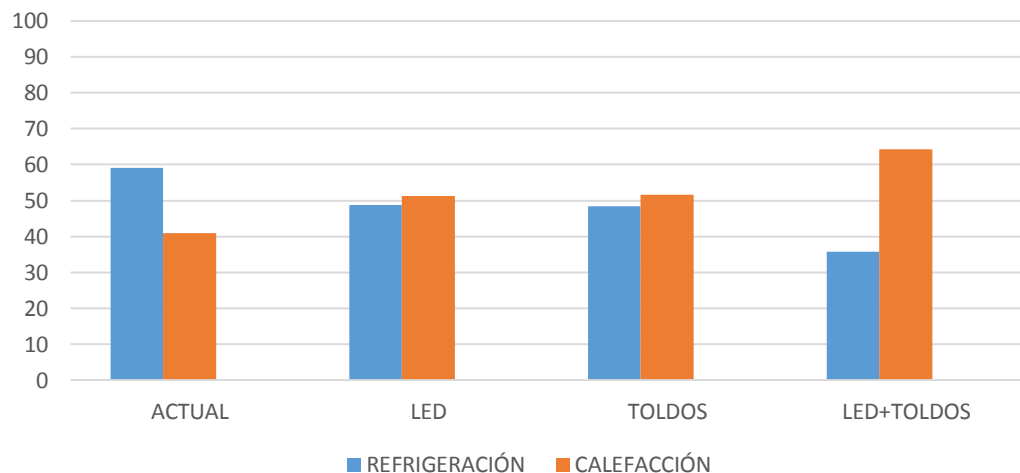
- 2.1. Cambio caldera GLP
- 2.2. Cambio caldera condensación GLP
- 2.3. Cambio caldera Biomasa

## Caso 3

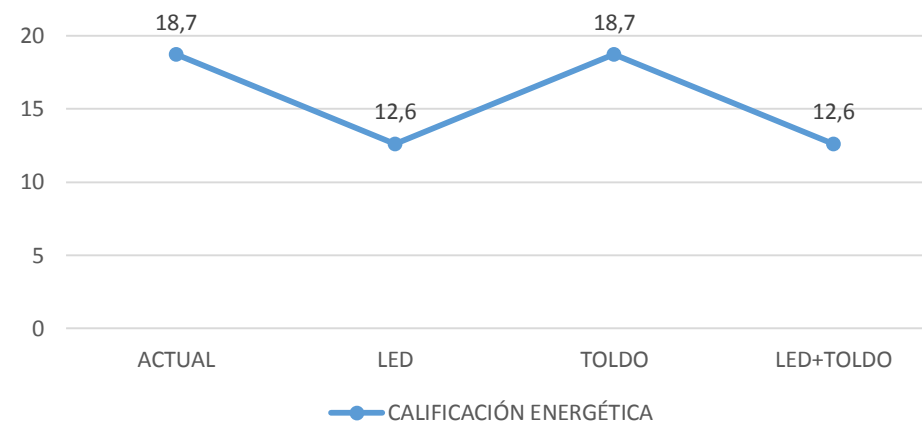
Combinación de cada caldera del Caso 2 con cada una de las opciones del Caso 1

# 7. RESULTADOS DE LAS MEJORAS (Caso 1)

DEMANDA ENERGÉTICA (%)

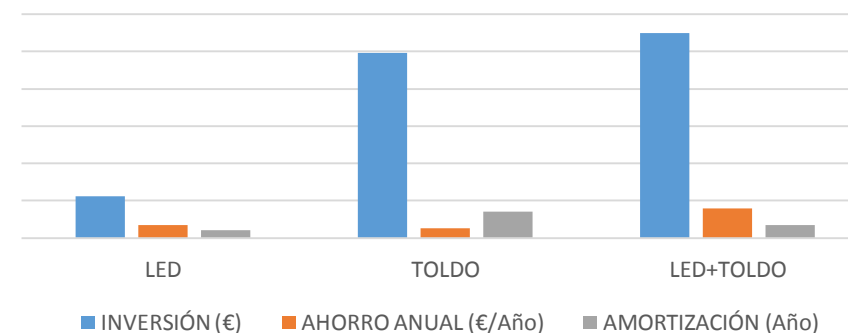


CALIFICACIÓN ENERGÉTICA B  
(Emisiones kgCO2/m2)



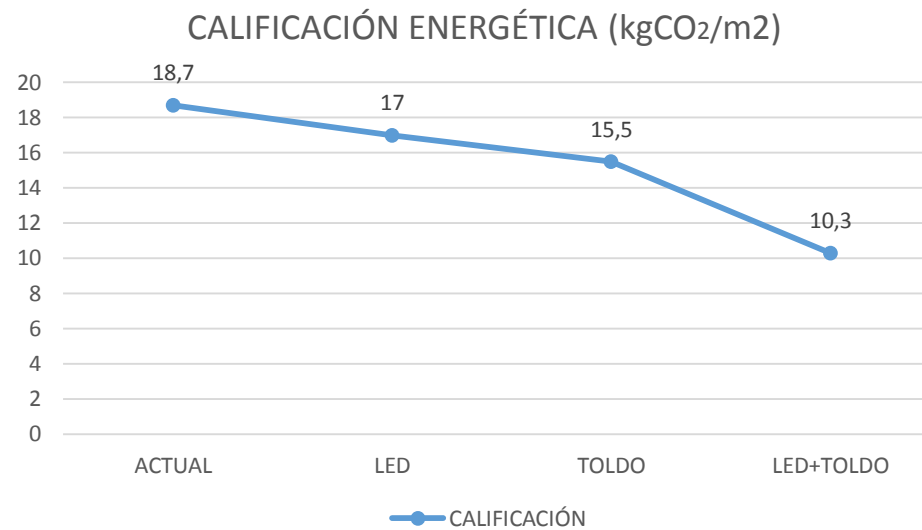
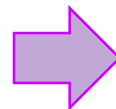
ANÁLISIS ECONÓMICO

ANÁLISIS ECONÓMICO	LED	TOLDO	LED+TOLDO
INVERSIÓN (€)	2250.32	9930.06	10980.38
AHORRO (€/AÑO)	699.33	526.53	1591.57
AMORTIZACIÓN (AÑOS)	4.27	14.20	6.9

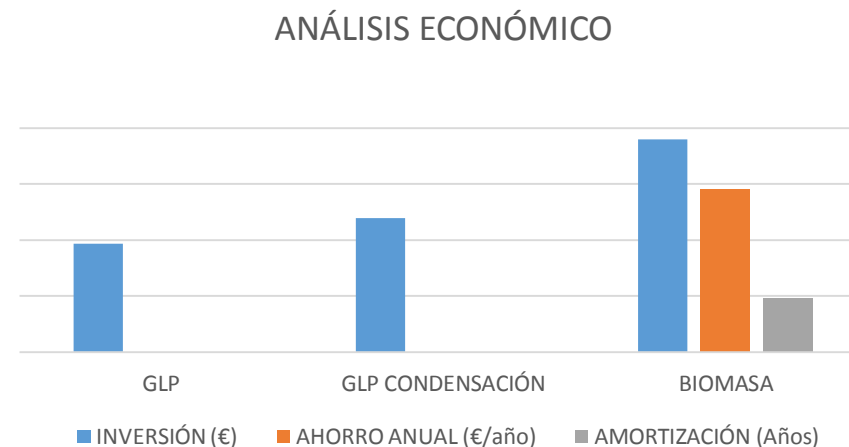
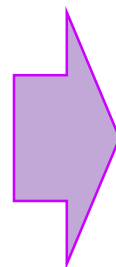


# 7. RESULTADOS DE LAS MEJORAS (Caso 2)

	Gasóleo	GLP	Condensación GLG	Biomasa
Calificación energética (kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	18,7 B	17 B	15,5 B	10,3 A
Demanda calefacción	C	C	C	C
Demanda refrigeración	C	B	B	B
Emisiones CO <sub>2</sub> Calefacción	C	B	B	A
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	A	A	A
Emisiones CO <sub>2</sub> Iluminación	C	C	C	C
Emisiones CO <sub>2</sub> totales (kWh/año)	7.057,5	6.415,9	5.849,8	3.887,3



ANÁLISIS ECONÓMICO	GLP	GLP CONDENSACIÓN	BIOMASA
INVERSIÓN (€)	1932	2398	3799
AHORRO (€/AÑO)	-	-	290,98
AMORTIZACIÓN (AÑOS)	-	-	9,56



# 7. RESULTADOS DE LAS MEJORAS (Caso 3)

		Calificación energética	Demanda calefacción	Demanda refrigeración	Emisiones CO2 Calefacción	Emisiones CO2 ACS	Emisiones CO2 Iluminación	Emisiones CO2 totales (kWh/año)	Inversión (€)	Ahorro (€/año)	Amortización (años)
Gasóleo	LED	<b>12.6 B</b>	C	C	B	A	C	4755.3	-	-	-
	Toldos	<b>18.7 B</b>	C	B	C	A	C	7057.8	-	-	-
	Led+Toldos	<b>12.6 B</b>	C	B	B	A	C	4755.3	-	-	-
GLP (1)	1. LED	<b>10.9 B</b>	C	C	B	A	C	4113.7	4.182,32	705,891	5,92
	2. Toldos	<b>17.0 B</b>	C	B	B	A	C	6415.9	-	-	-
	3. Led+Toldos	<b>10.9 B</b>	C	B	B	A	C	4113.7	14.112,38	705,891	20
Condens. GLP (2)	1. LED	<b>9.4 B</b>	C	C	A	A	C	3547.6	4.648,32	1.413,91	3,29
	2. Toldos	<b>15.5 B</b>	C	B	B	A	C	5849.8	-	-	-
	3. Led+Toldos	<b>9.4 B</b>	C	B	A	A	C	3547.6	14.578,38	1.413,91	10,31
Biomasa (3)	1. LED	<b>4.2 A</b>	C	C	A	A	C	1585.1	6.049,32	2.328,135	2,6
	2. Toldos	<b>10.3 A</b>	C	B	A	A	C	3887.3	-	-	-
	3. Led+Toldos	<b>4.2 A</b>	C	B	A	A	C	1585.1	15.979,38	2.328,135	6,86

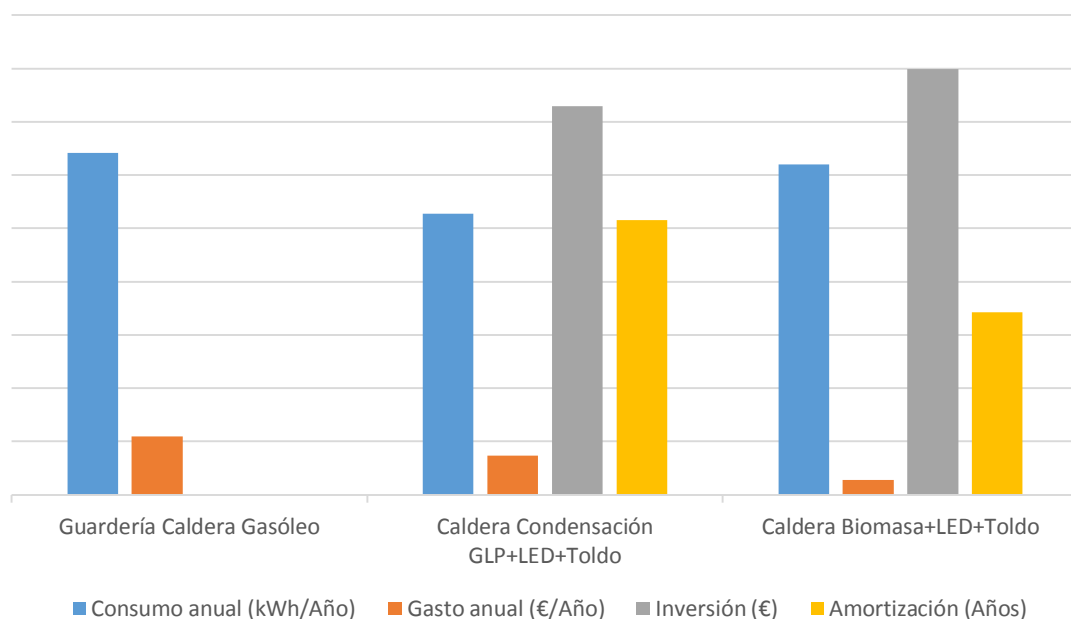
# 7. RESULTADOS DE LAS MEJORAS (Caso 3)

		Calificación energética	Demanda calefacción	Demanda refrigeración	Emisiones CO2 Calefacción	Emisiones CO2 ACS	Emisiones CO2 Iluminación	Emisiones CO2 totales (kWh/año)	Inversión (€)	Ahorro (€/año)	Amortización (años)
Gasóleo	LED	<b>12.6 B</b>	C	C	B	A	C	4755.3	-	-	-
	Toldos	<b>18.7 B</b>	C	B	C	A	C	7057.8	-	-	-
	Led+Toldos	<b>12.6 B</b>	C	B	B	A	C	4755.3	-	-	-
GLP (1)	1. LED	<b>10.9 B</b>	C	C	B	A	C	4113.7	4.182,32	705,891	5,92
	2. Toldos	<b>17.0 B</b>	C	B	B	A	C	6415.9	-	-	-
	3. Led+Toldos	<b>10.9 B</b>	C	B	B	A	C	4113.7	14.112,38	705,891	20
Condens. GLP (2)	1. LED	<b>9.4 B</b>	C	C	A	A	C	3547.6	4.648,32	1.413,91	3,29
	2. Toldos	<b>15.5 B</b>	C	B	B	A	C	5849.8	-	-	-
	3. Led+Toldos	<b>9.4 B</b>	C	B	A	A	C	3547.6	14.578,38	1.413,91	10,31
Biomasa (3)	1. LED	<b>4.2 A</b>	C	C	A	A	C	1585.1	6.049,32	2.328,135	2,6
	2. Toldos	<b>10.3 A</b>	C	B	A	A	C	3887.3	-	-	-
	3. Led+Toldos	<b>4.2 A</b>	C	B	A	A	C	1585.1	15.979,38	2.328,135	6,86

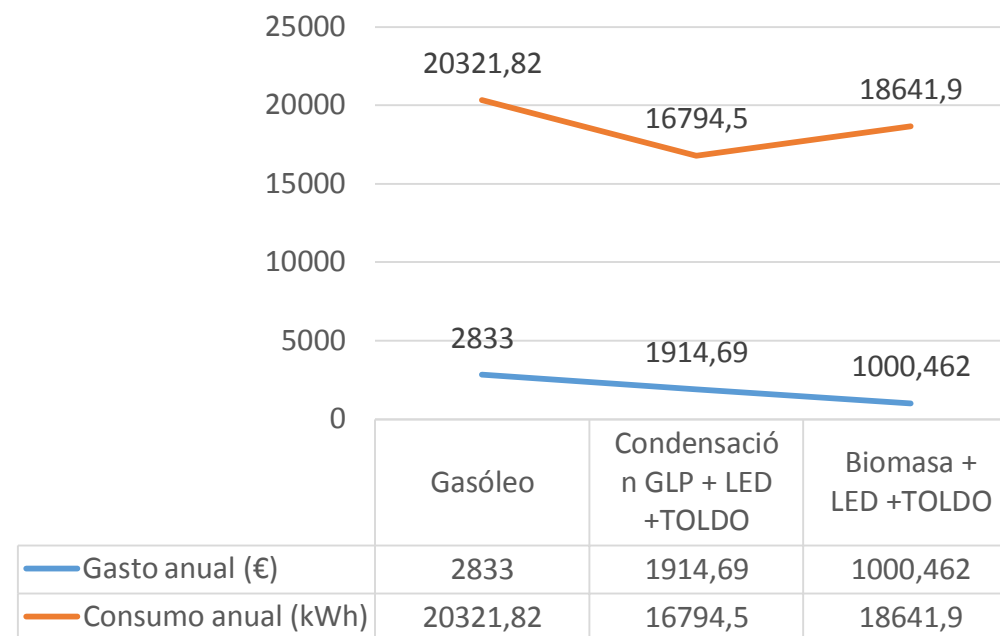
# 7. RESULTADOS DE LAS MEJORAS (Caso 3)

Elegimos las dos opciones que mejores resultados ofrecen y las analizamos por separado

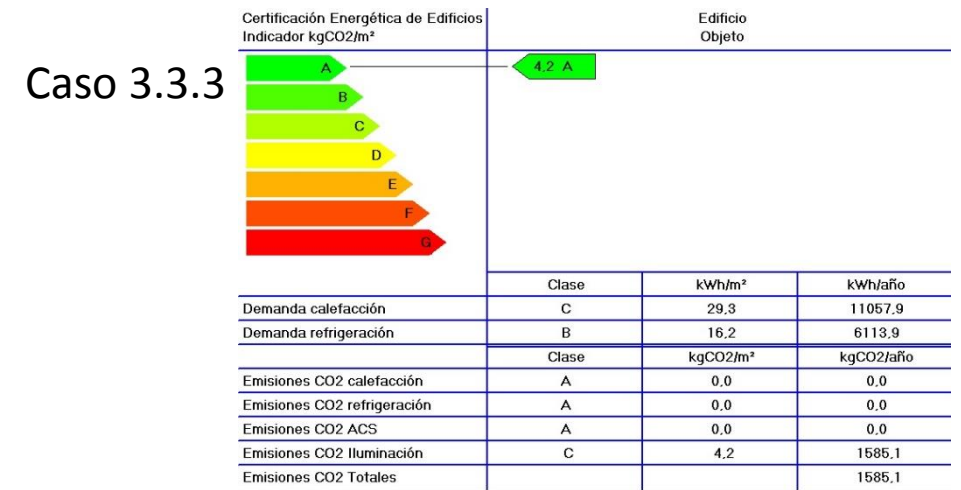
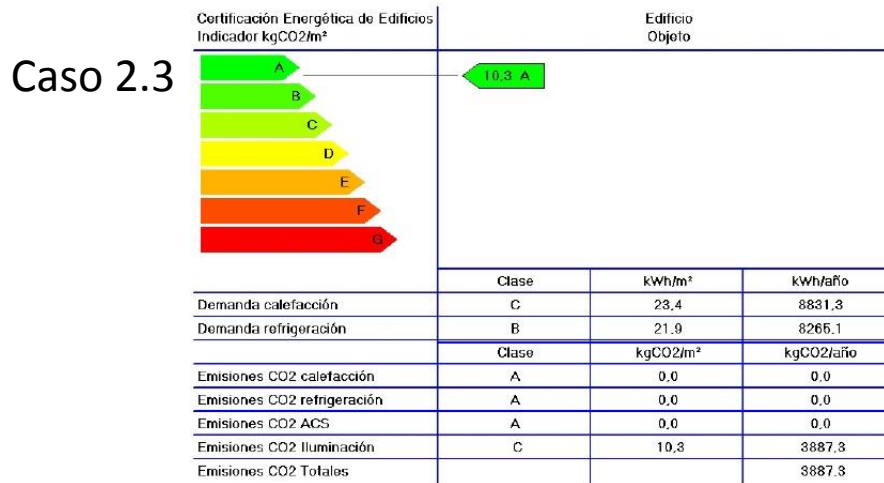
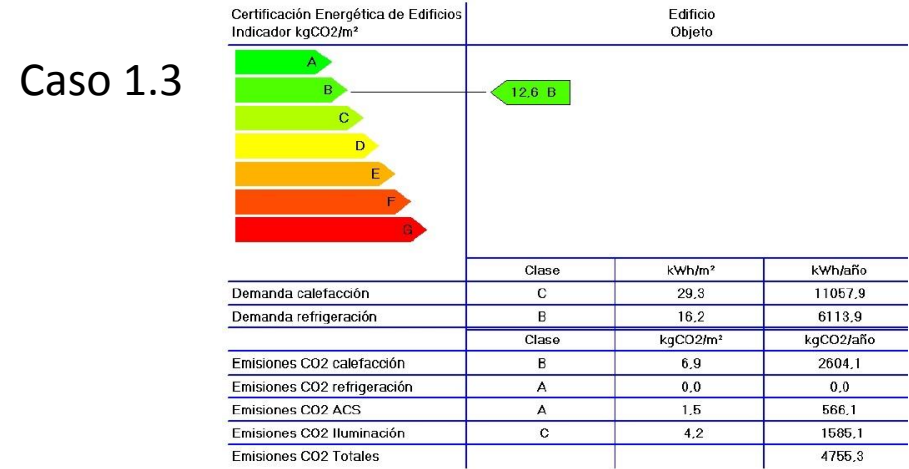
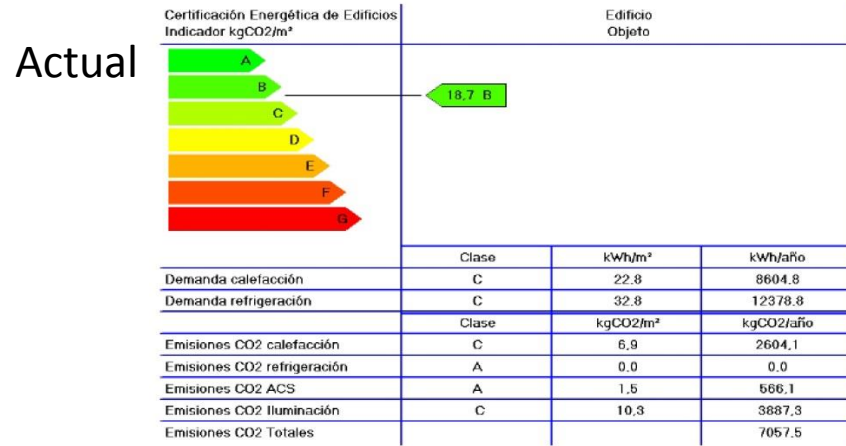
Análisis mejoras



Consumo y Gasto anual



# 7. RESULTADOS DE LAS MEJORAS



# 8. PROPUESTA ELEGIDA

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto		
	4.2 A		
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	C	29,3	11057,9
Demanda refrigeración	B	16,2	6113,9
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	A	0,0	0,0
Emisiones CO2 refrigeración	A	0,0	0,0
Emisiones CO2 ACS	A	0,0	0,0
Emisiones CO2 Iluminación	C	4,2	1585,1
Emisiones CO2 Totales			1585,1

Después de analizar todos los resultados obtenidos, elegimos la opción del cambio de caldera a Biomasa, cambio de iluminación por LED y la instalación de toldos en la fachada Sureste, ya que la caldera de condensación por GLP pese a tener un alto rendimiento de funcionamiento, incrementaba en el tiempo de amortización y el gasto anual. En cuanto a la energía consumida era menor que la de biomasa, pero el combustible de Pellets de madera es mucho mas económico.



# 9. CONCLUSIONES

- Menor actuación posible en reformas del edificio para las mejoras, ya que esta en uso.
- Valoración de la rentabilización en el edificio.
- Conocimiento y uso de la normativa (CTE, RITE, Norma UNE, RD...)
- Dificultad encontrada con las aplicaciones utilizadas y los conocimientos previos.
- Importancia de la Eficiencia energética en la edificación.
- Conocimientos adquiridos.
- Agradecimientos



*MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

*Pedro Juan Bisbal Bosch*

*Julio 2013*

**CERTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA ESCUELA INFANTIL MUNICIPAL DE CATADAU**