

# Proyecto IMPULSE: “Cómo abordar la planificación de la rehabilitación energética de edificios públicos mediante la metodología IMPULSE”

## Conferencia Nacional y encuentro sobre políticas

4 de Julio de 2019, Elx

*Miriam Navarro Escudero*

*Coordinadora Área I+D+i internacional*

*Instituto Valenciano de la Edificación*



**Call**

Interreg MED

**Type**

Transnational Cooperation Projects

**Duration**

11/2016 – 07/2019

**Overall Budget**

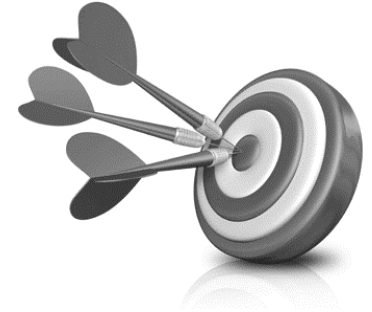
2.222.863 €

**Web**

<https://impulse.interreg-med.eu/>



## ¿Qué objetivos persigue IMPULSE?



- **Objetivo general:** crear un sistema integrado de apoyo a la gestión para la planificación de intervenciones energéticamente eficientes en edificios públicos.



Impulse pretende ser una **herramienta de apoyo** para las administraciones públicas a la hora de crear o revisar sus **Planes de Acción de Energía Sostenible (PAES)**, incorporando acciones de eficiencia energética fiables y asequibles para su parque de edificatorio.

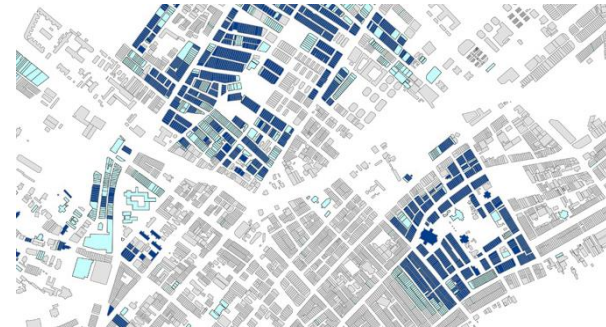
El **principal problema** es la falta de **disponibilidad de datos de consumo energético** de los edificios así como de sistemas de apoyo a la toma de decisiones intuitivos que permita llegar a planes de acción más asequibles con soluciones rentables y realistas.



## ¿Cómo?

- Creando una aplicación informática que apoye a las administraciones públicas a la hora de gestionar los proyectos de rehabilitación energética en su parque de edificios públicos. Herramienta SIG que muestre indicadores energéticos y económicos para evaluar el impacto de diferentes escenarios de rehabilitación para grupos de edificios a escala ciudad.

**Tipologías de edificios públicos:**  
diferenciadas por colores

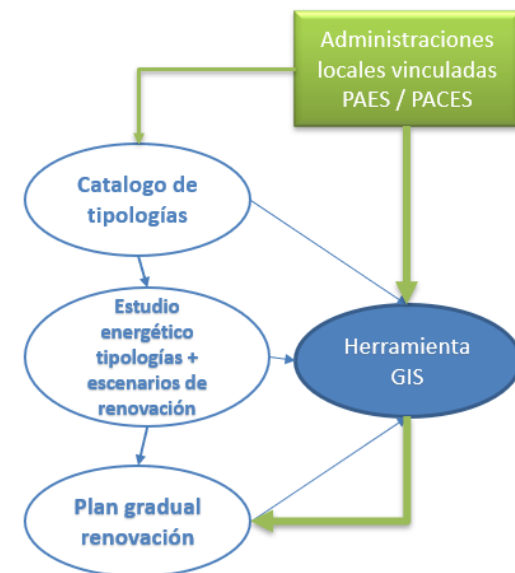


**Indicadores energéticos se visualizan =>**  
rendimiento energético del escenario  
base y de los diferentes escenarios  
potenciales de renovación





## ¿Cómo?

- **Catalogo de tipologías de edificios públicos en cada ciudad piloto**
- **Estudio energético de las tipologías incluidas en el catálogo y los potenciales escenarios de renovación**
- **Herramientas para la definición de planes de renovación energética**
- **SIG (Sistema de información georreferenciada):** mapeo de las tipologías y sus correspondientes indicadores de rendimiento energético, resultados de escenarios de renovación potenciales y demostración de las intervenciones coste-óptimas.
- **Proyectos de renovación a pequeña escala** en un edificio de cada ciudad piloto: renovación, monitorización pre y post de indicadores energéticos.
- **Aplicación IMPULSE para creación de PAES/PACES.**
- **Transferencia del conocimiento:** sesiones de formación; involucración de otras autoridades locales en el uso del sistema IMPULSE, reuniones con autoridades locales con poder de decisión.



# ¿Cómo?

- Catalogo de tipologías de edificios públicos en cada ciudad piloto**
  - Datos recogidos (Superficie construida, dirección y coordenadas, tipo de uso del edificio, año de construcción, nº de plantas, geometría cubierta, material cubierta, estructura, fachada, aislamiento envolvente, acristalamiento y marcos, sistemas calefacción y refrigeración, información disponible: certificados, auditorias, planos, consumos energéticos,etc. )**

  Project co-financed by the European Regional Development Fund				Public Authority:						
List of Public Buildings and Classification into Public Buildings' Typologies (PBTs)										
Building No	Building name	Building floor area (m <sup>2</sup> )	Address (incl. postcode)	GPS Coordinates		Classification Criteria (CC) into Public Building Typologies (PBT)				
				Latitude	Longitude	Building type / use (CC1)	Construction year (CC2)	Nº of floors (CC3)	Gross floor area (m <sup>2</sup> ) (CC4)	Construction type (CC5)
1	Building X	16.399	Carrer de les Tres Forques, 98, 46018 Valencia, Spain	39.4638255	-0.4027952	Offices	E.g. 1980-2006	E.g. 3-5	E.g. >5000	E.g. lightweight
2	Building X	4.000	Av. de Blasco Ibáñez, 35, 46021 Valencia, Spain	39.4764657	-0.3546648	Educational	E.g. 1937-1959	E.g. ≥6	E.g. 1000-5000	E.g. heavyweight
3	etc.									
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										





# ¿Cómo?

## ■ Clasificación final de la ciudad de Elx

Typologies		<1979		1980-2006		>2006	
		<=2 floors	3-5 floors	<=2 floors	3-5 floors	<=2 floors	3-5 floors
Educational buildings	<1000 m2	PTB12		PBT11			
	1000-5000 m2	PBT4	PBT1	PBT2	PBT3		
	>5000 m2				PBT7		
Comunitario	<1000 m2			PBT6			
	1000-5000 m2			PBT5			
	>5000 m2						
Sports centers	<1000 m2						
	1000-5000 m2			PBT8		PBT9	
	>5000 m2						
Office buildings	<1000 m2		PBT10				
	1000-5000 m2						
	>5000 m2						

Number of buildings / typology		1960-1979		1980-2006		>2006	
		<=2 floors	3-5 floors	<=2 floors	3-5 floors	<=2 floors	3-5 floors
Educational buildings	<1000 m2	8		2			
	1000-5000 m2	7	17	8	13		
	>5000 m2				2		
Comunitario	<1000 m2			3			
	1000-5000 m2			4			
	>5000 m2						
Sports centers	<1000 m2						
	1000-5000 m2			4		2	
	>5000 m2						
Offices buildings	<1000 m2		2				
	1000-5000 m2						
	>5000 m2						

57

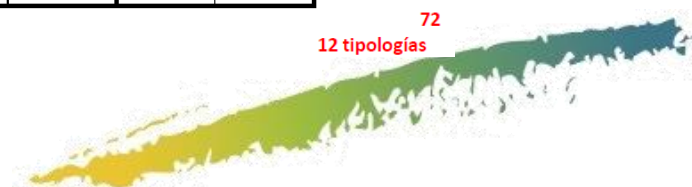
7

6

2

72

12 tipologies



## ¿Cómo?

### Conclusiones de la caracterización en el conjunto de las ciudades piloto

	Criteria	Typologies & percentage over the total	Nº of buildings per PBT & percentage over the total
<b>Cannes</b>	Building use: Compulsory Construction year Number of floors Surface	10 PBTs: 5 educational (50%) 1 cultural centers (10%) 2 office buildings (20%) 2 sport halls (20%)	42 buildings: <b>26 educational (62%)</b> 4 cultural centers (10%) 6 office buildings (14%) 6 Sport halls (14%)
<b>Elche</b>	Building use: Compulsory Construction year Number of floors Surface	12 PBTs: 7 educational (58%) 2 community centers (17%) 1 office buildings (8%) 2 Sport centers (17%)	71 buildings: <b>57 educational (80%)</b> 6 community centers (8%) 2 office buildings (3%) 6 Sport centers (8%)
<b>Heraklion</b>	Building use: Compulsory Construction year Number of floors Cooling system	10 PBTs: 8 educational (80%) 1 health & social care (1%) 1 educational pre-school (1%)	73 buildings: <b>65 educational (89%)</b> 2 cultural centers (3%) 6 educational pre-school (8%)
<b>Osijek</b>	Different way of organaising	10 PBTs: 6 educational (60%)	70 buildings: <b>47 educational (67%)</b>
<b>Mostar</b>	Building use: Compulsory Construction year Number of floors Surface	12 PBTs: 5 educational (42%) 3 cultural Institutions and sports Facilities (25%) 2 office buildings (17%) 2 community/public assembly buildings (17%)	73 buildings: <b>34 educational (47%)</b> 11 cultural Institutions and sports Facilities (15%) 17 office buildings (23%) 11 community/public assembly buildings (15%)
<b>Ravenna</b>	Building use: Compulsory Number of floors Construtive type (bricks/concrete) Surface	10 PBTs: 4 educational (36%) 1 public entertainment(9%) 3 office buildings (27%) 2 sport halls (18%) 1 residential for communities (9%)	42 buildings: <b>41 educational (53%)</b> 7 cultural centers (9%) 11 office buildings (14%) 14 Sport halls (18%) 5 residential for communities (6%)

**50-90 % educational buildings**  
other more repeated typologies:  
offices, sport centers

**50% pilot Cities have chosen the same dominating criteria for classification** (building use, number of floors, surface and construction year)

Other classification criteria used:  
heating systems, construction characteristics (structure/framework, thermal insulation)



# ¿Cómo?

- Estudio energético de las tipologías incluidas en el catálogo**
  - Selección de 1 edificio embajador/tipología : recogida exhaustiva de información sobre los 12 edificios embajadores.**

Edificio Embajador de la Tipología de Edificación Pública:		PBT3	
INFORMACIÓN GENERAL			Rango de clasificación
Nombre del Centro	C.E.I.P. El Plà		
Propietario	Conselleria de Educaci3n, Investigaci3n, Cultura y Deporte		
Arrendatario	Ayuntamiento de Elche		
Direcci3n del edificio	Carrer Alqueria de Aznar, 2, 03204 Elche (Alicante), Spain		
Uso del edificio	Edificio educacional de infantil y primaria		Educacional
Año de construcci3n	1982		1980-2006
Año de renovaci3n/ámbito de actuaci3n (si procede)			
Nº de plantas	3 plantas		3-5
Altura media de planta (m)	Planta baja: 3m, primera planta: 3m, segunda planta: 3m		
Superficie total construida (m <sup>2</sup> )	3.121,53 m <sup>2</sup>		1.000-5.000
Desglose de áreas (m <sup>2</sup> ) por planta	Planta baja: 919,49 m <sup>2</sup> , planta primera: 1.013,07 m <sup>2</sup> , planta segunda: 1.013,07 m <sup>2</sup>		
Desglose de áreas (m <sup>2</sup> ) por sistema	Total área calefactada: 2.162,70m <sup>2</sup> (Administraci3n, aseos, aulas, cocina-comedor, no habitable, zonas comunes, usos) Total área refrigerada: 159,90m <sup>2</sup> (Administraci3n, usos múltiples) Total área con ventilaci3n mecánica: 0m <sup>2</sup>		
Número de ocupantes	452		
Horario de ocupaci3n	Ocupaci3n: 207 días al año, Lunes a Viernes 09:00-17:30 No ocupado: Durante fin de semana		
Fotografías	 		



# ¿Cómo?

- Estudio energético de las tipologías incluidas en el catálogo
  - Selección de 1 edificio embajador/tipología : recogida exhaustiva de información sobre los 12 edificios embajadores.

INFORMACIÓN SOBRE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO						
<b>Elementos constructivos principales</b>						
<b>Paramentos exteriores</b>		<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>			
Pequeña descripción del elemento constructivo (principales materiales por capa / grosor)	Ladrillo caravista con aislante térmico en la cámara y ladrillo hueco, con un espesor total de 20,5 cm					
Área del edificio donde se encuentra	Fachadas norte, sur, este y oeste					
Orientación (°) / Inclinación (°)	O. N (30°) / T. 30° ; O. S (270°) / T. 90°; O. E (0°) / T. 90°; O. D (180°) / T. 30°					
Área (m <sup>2</sup> )	313,87 - 435,33 - 190,28 - 163,488					
Transmitancia térmica -U (W/m <sup>2</sup> K)	0,6					
Otras características técnicas (opcional) (fabricante/detalles de producto, descripción detallada de los materiales por capa, otras propiedades térmicas/ópticas por ejemplo coeficiente de absorción solar, emisividad, etc.)	Formada por ladrillo ladrillo caravista (11,5 cm), aislante térmico (4 cm), ladrillo hueco (4 cm) y enlucido de yeso					
Fotografías de los elementos constructivos						
<b>Cubierta</b>						
<b>Pequeña descripción del elemento constructivo (principales materiales por capa / grosor)</b>		<b>Tipo 1</b>				
Cubierta plana formada por forjado, hormigón de pendiente, impermeabilización y capa de grava						
Área del edificio donde se encuentra		Cubierta ubicada en todo el edificio				
Orientación (°) / Inclinación (°)		O. Horizontal (0°) / T. 0°				
Área (m <sup>2</sup> )		1.071,23				
Transmitancia térmica -U (W/m <sup>2</sup> K)		0,47				
Otras características técnicas (opcional) (fabricante/detalles de producto, descripción detallada de los materiales por capa, otras propiedades térmicas/ópticas por ejemplo coeficiente de absorción solar, emisividad, etc.)		La cubierta comprende los siguientes elementos: - Enlucido de yeso - Forjado unidireccional de HA de 300 mm de canto - Hormigón de pendientes - Impermeabilización - Aislante térmico (60 mm) - Capa de gravas				
Fotografías de los elementos constructivos						
<b>INFORMACIÓN SOBRE LOS SISTEMAS DEL EDIFICIO</b>						
<b>Sistemas de servicio principales del edificio</b>						
<b>Sistema de calefacción</b>		<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>	<b>Tipo 3</b>	<b>Tipo 4</b>	<b>Tipo 5</b>
Pequeña descripción del sistema (combustible utilizado, tipo de sistema generador, sistema de distribución, unidades térmicas)		Caldera de gasoil, con distribución de tuberías alrededor del edificio y radiadores como unidades terminales	Unidad local de a/c - Split	Unidad local de a/c - Split	Unidad local de a/c - Split	Unidad local de a/c - Split
Área de servicio		Planta baja menos cocina y aseo, planta primera menos vivienda y aseo, planta segunda menos aseo	Sala de profesores	Dirección	Sala de actos	Comedor, Aulas Infratek 3 años, Informática
Volumen de instalación (m <sup>3</sup> )		130	2000	2000	2000	2000
Potencia de calefacción (kW)		130,53	0	0	0	0
Eficiencia (%) / Coeficiente de Rendimiento (COP)		Rendimiento: 80,3%	COP: 5,28	COP: 5,98	COP: 5,98	COP: 5,6
Nivel de aislamiento del sistema generador de calefacción		Aislamiento insuficiente	N/A	N/A	N/A	N/A
Nivel de aislamiento del sistema de distribución de calefacción (tuberías/conductos)		Aislamiento insuficiente	N/A	N/A	N/A	N/A
Horario operativo		02 Nov a 31 Mar, Lunes a Viernes, 9:30-13:30	02 Nov a 31 Mar, Lunes a Viernes, 9:00-12:00, 15:30-17:00	02 Nov a 31 Mar, Lunes a Viernes, 9:00-12:00, 15:30-17:00	02 Nov a 31 Mar, Lunes a Viernes, 9:00-12:00, 15:30-17:00	02 Nov a 31 Mar, Lunes a Viernes, 9:00-12:00, 15:30-17:00
Tipo de control		Manual	Control local de la unidad	Control local de la unidad	Control local de la unidad	Control local de la unidad
Otras características técnicas (opcional) (fabricante/detalles de producto, otras características de aislamiento energético, etc.)						
Fotografías del sistema						
<b>Sistema de refrigeración</b>		<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>	<b>Tipo 3</b>	<b>Tipo 4</b>	
Pequeña descripción del sistema (combustible utilizado, tipo de sistema generador, sistema de distribución, unidades térmicas)		Unidad local de a/c - Split	Unidad local de a/c - Split	Unidad local de a/c - Split	Unidad local de a/c - Split	
Área de servicio		Sala de profesores	Dirección	Sala de actos	Comedor, Aulas Infratek 3 años, Informática	
Volumen de instalación (m <sup>3</sup> )		2000	2000	2000	2000	
Potencia de refrigeración (kW)		6,6	246,9	613,4	613,4	
Eficiencia (%) / Ratio de Eficiencia Energética (EER)		EER: 3,51	EER: 3,62	EER: 3,62	EER: 3,6	
Nivel de aislamiento del sistema de distribución de refrigeración (tuberías/conductos)		N/A	N/A	N/A	N/A	
Horario operativo		01 May a 31 Oct, Lunes a Viernes, 9:00-12:00, 15:30-17:00	01 May a 31 Oct, Lunes a Viernes, 9:00-12:00, 15:30-17:00	01 May a 31 Oct, Lunes a Viernes, 9:00-12:00, 15:30-17:00	01 May a 31 Oct, Lunes a Viernes, 9:00-12:00, 15:30-17:00	
Tipo de control		Manual	Control local de la unidad	Control local de la unidad	Control local de la unidad	
Otras características técnicas (opcional) (fabricante/detalles de producto, otras características de aislamiento energético, etc.)						
Fotografías del sistema						



## ¿Cómo?

- Estudio energético de las tipologías incluidas en el catálogo
  - Modelización energética con herramientas dinámicas: escenario base + 8 escenarios de renovación (mínima, media, profunda, nZEB)
  - Sobre 30 indicadores recogidos (energía, ambiental, económico)

KPIs para el escenario base			Embajador_PBT1	Embajador_PBT2
<b>Nombre del edificio</b>				
C.E.I.P Eugenio d'Ors				
C.E.I.P La Baia				
<b>Superficie del edificio (m<sup>2</sup>)</b>			2.784,50	1.787,83
Indicadores de rendimiento energético	Consumo anual total de energía primaria	kWh/m2/año	74,70	59,72
		kWh/año	208002,15	106769,21
	Consumo anual de energía final para calefacción	kWh/m2/año	17,10	20,30
		kWh/año	47614,95	36292,95
	Consumo anual de energía final para refrigeración	kWh/m2/año	0,40	1,10
		kWh/año	1113,80	1966,61
	Consumo anual de energía final para agua caliente sanitaria	kWh/m2/año	0,90	7,40
		kWh/año	2506,05	13229,94
	Consumo anual de energía final para iluminación	kWh/m2/año	22,00	8,00
		kWh/año	61259,00	14302,64
	Consumo anual de electricidad	kWh/m2/año	23,36	17,75
		kWh/año	65045,92	31733,98
	Consumo anual de combustibles fósiles	kWh/m2/año	17,04	19,05
		kWh/año	47447,88	34058,16
	Generación anual de energía de fuentes renovables	kWh/m2/año	0,00	0,00
	kWh/año	0,00	0,00	
Clasificación energética	Conforme a la legislación nacional	E	C	

KPIs para el escenario base				Embajador_PBT1	Embajador_PBT2
<b>Nombre del edificio</b>					
C.E.I.P Eugenio d'Ors					
C.E.I.P La Baia					
<b>Superficie del edificio (m<sup>2</sup>)</b>				2.784,50	1.787,83
Indicadores de rendimiento (KPI)	Indicadores medioambientales	Emisiones anuales totales de CO <sub>2</sub>	kg/m2/año	13,00	11,90
			kg/año	36198,50	21275,18
		Emisiones anuales totales de CO <sub>2</sub> por consumo de energía eléctrica	kg/m2/año	7,70	6,00
			kg/año	21440,65	10726,98
		Emisiones anuales totales de CO <sub>2</sub> por consumo de combustibles fósiles	kg/m2/año	5,30	5,90
			kg/año	14757,85	10548,20

KPIs para el escenario base				Embajador_PBT1	Embajador_PBT2
<b>Nombre del edificio</b>					
C.E.I.P Eugenio d'Ors					
C.E.I.P La Baia					
<b>Superficie del edificio (m<sup>2</sup>)</b>				2.784,50	1.787,83
Indicadores económicos	Coste operativo energético total anual	Moneda nacional/m2/año	5,04	4,12	
		Moneda nacional/año	14036,58	7368,43	
	Coste anual de energía eléctrica	Moneda nacional/m2/año	4,23	3,21	
		Moneda nacional/año	11773,31	5743,85	
	Coste anual de combustibles fósiles	Moneda nacional/m2/año	0,81	0,91	
		Moneda nacional/año	2263,26	1624,57	

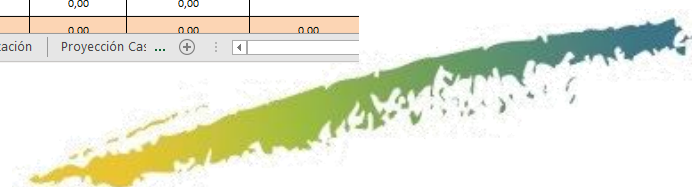


# ¿Cómo?

## Estudio energético de las tipologías incluidas en el catálogo

KPIs para escenarios de renovación mínima			Embajador_PBT1			Embajador_PBT2			Embajador_PBT3		
Escenario de renovación			Escenario1_PBT1	Escenario2_PBT1 (opcional)	Escenario3_PBT1 (opcional)	Escenario1_PBT2	Escenario2_PBT2 (opcional)	Escenario3_PBT2 (opcional)	Escenario1_PBT3	Escenario2_PBT3 (opcional)	Escenario3_PBT3 (opcional)
Nombre del edificio			C.E.I.P. Eugenio d'Ors			C.E.I.P. La Baia			C.E.I.P. El Pla		
Superficie del edificio (m <sup>2</sup> )			2784,5			1787,83			2955,18		
Descripción corta			Sustitución de la iluminación existente por LED	Colectores solares para ACS (50%) en cubierta		Sustitución de la iluminación existente por LED, mejora de la hermeticidad (instalación de burletes y sellado del marco de ventanas) y sustitución de vidrios por vidrios bajo emisivos	Colectores solares para ACS (50%) en cubierta		Sustitución de la iluminación existente por LED	Colectores solares para ACS (50%) en cubierta	
Energy Performance Indicators	Consumo anual total de energía primaria	kWh/m <sup>2</sup> /año	58,80	74,00		50,70	53,50		41,80	47,10	
		kWh/año	163728,60	206053,00	0,00	90642,98	95648,91	0,00	123526,52	139188,98	0,00
	Consumo anual de energía final para calefacción	kWh/m <sup>2</sup> /año	18,90	17,10		15,30	20,30		13,10	13,10	
		kWh/año	52627,05	47614,95	0,00	27353,80	36292,95	0,00	38712,86	38712,86	0,00
	Consumo anual de energía final para refrigeración	kWh/m <sup>2</sup> /año	0,40	0,40		1,30	1,10		0,80	0,80	
		kWh/año	1113,80	1113,80	0,00	2324,18	1966,61	0,00	2364,14	2364,14	0,00
	Consumo anual de energía final para agua caliente sanitaria	kWh/m <sup>2</sup> /año	0,90	0,50		7,00	3,80		3,50	1,90	
		kWh/año	2506,05	1392,25	0,00	12514,81	6793,75	0,00	10343,13	5614,84	0,00
	Consumo anual de energía final para iluminación	kWh/m <sup>2</sup> /año	14,40	22,00		6,20	8,00		6,80	10,90	
		kWh/año	40096,80	61259,00	0,00	11084,55	14302,64	0,00	20095,22	32211,46	0,00
	Consumo anual de electricidad	kWh/m <sup>2</sup> /año	15,81	22,96		15,38	14,15	0,00	11,18	14,42	0,00
		kWh/año	44022,95	63932,12	0,00	27496,83	25297,79	0,00	33038,91	42613,70	0,00
	Consumo anual de combustibles fósiles	kWh/m <sup>2</sup> /año	18,79	17,04		14,42	19,05		13,02	12,28	
	kWh/año	52320,76	47447,88	0,00	25780,51	34058,16	0,00	38476,44	36289,61	0,00	
Generación anual de energía de fuentes renovables	kWh/m <sup>2</sup> /año	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00		
	kWh/año	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

► ... Escenario\_Base **Renovación mínima** Renovación media Renovación profunda Renovación de consumo casi nulo Priorización Proyección Ca: ... (+) : ◀



# ¿Cómo?

- Estudio energético de las tipologías incluidas en el catálogo
  - Priorización y proyección de indicadores al stock de edificios.

Proyección de los resultados del edificio Embajador en la muestra de prueba inicial de edificios (e.g. 90 buildings)

Edificio No.	Nombre del edificio	Superficie del edificio (m <sup>2</sup> )	Tipología de edificio público	Escenario de mejora	Tipo de mejora	Indicadores clave de rendimiento																				
						Indicadores de rendimiento energético								Indicadores ambientales				Indicadores de coste								
						Energía primaria anual total consumida		Consumo anual electricidad		Consumo anual de combustibles fósiles		Generación anual de energía renovable		Emisiones anuales totales de CO <sub>2</sub>		Emisiones anuales de CO <sub>2</sub> por consumo de electricidad		Emisiones anuales de CO <sub>2</sub> por consumo de combustibles fósiles		Coste operativo energético total anual			Coste anual de electricidad		Coste anual de combustible fósil	
						KWh/m <sup>2</sup> /año	KWh/año	KWh/m <sup>2</sup> /año	kWh/año	KWh/m <sup>2</sup> /año	kWh/año	KWh/m <sup>2</sup> /año	kWh/año	kg/m <sup>2</sup> /año	kg/año	kg/m <sup>2</sup> /año	kg/año	kg/m <sup>2</sup> /año	kg/año	Moneda nacional/año	Moneda nacional/año	Moneda nacional/año	Moneda nacional/año	Moneda nacional/año	Moneda nacional/año	
1	Edificio Municipal de Oficinas	397,15	PBT10	Scenario1		62,4	62222,76	28,5	2848,78	0	0,00	0	0,00	9,4	3373,21	9,4	3373,21	0	0,00	5,1595	5143,80	5,1595	5143,80	0	0,00	
2	C.C.C.E. L'Escolador i Centre de Formació Municipal	4064	PBT4	Scenario1		74,4	30226160	16,3	66243,20	32	130048,00	0	0,00	15,3	62179,20	5,34	21701,76	9,96	40477,44	4,4767	18193,31	2,3503	11950,02	1,5294	6203,29	
3	C.E.I.P. La Bas	1187,83	PBT2	Scenario2		53,5	63686,40	14,15	23297,79	19,15	34098,36	0	0,00	10,6	3695,00	4,68	1637,04	5,32	19393,35	3,469305	3403,49	2,5615	4578,30	0,908685	1624,57	
4	C.E.I.P. Antonio Machado	2025	PBT2	Scenario2		53,5	108337,50	14,15	28653,75	19,15	38576,25	0	0,00	10,6	21465,00	4,68	9477,00	5,32	19393,35	3,469305	7026,42	2,5615	5186,33	0,908685	1940,09	
5	C.E.I.P. Ausias March	3218	PBT3	Scenario1		41,8	134512,40	11,18	36977,24	13,02	41898,36	0	0,00	8,1	26065,80	4,05	13032,90	4,05	13032,90	2,644634	8510,43	2,02358	6511,88	0,621954	1986,55	
6	C.E.I.P. Baix Vinalopó	5016,05	PBT7	Scenario2		41,1	206159,66	11,84	53390,03	12,86	64506,40	0	0,00	7,9	39626,80	3,9	15562,60	4	20064,20	2,756462	13826,55	2,14304	10749,60	0,613422	3076,36	
7	C.E.I.P. Candallia	1524	PBT1	Scenario1		58,8	31051,20	16,81	84172,44	18,79	100037,96	0	0,00	11,1	59096,40	5,26	28004,24	5,84	31092,16	3,757893	20007,02	2,86161	15325,21	0,896283	4177,81	
8	C.E.I.P. Carabianca	3120	PBT1	Scenario1		58,8	183456,00	16,81	49327,20	18,79	58624,80	0	0,00	11,1	34632,00	5,26	16411,20	5,84	31220,80	3,757893	11274,63	2,86161	8328,22	0,896283	2796,40	
9	C.E.I.P. Dana d'Elis	3637	PBT1	Scenario1		58,8	213855,60	16,81	57600,37	18,79	68339,23	0	0,00	11,1	40370,70	5,26	19130,62	5,84	31240,08	3,757893	13867,48	2,86161	10407,68	0,896283	3253,78	
10	C.E.I.P.EI Palmaral - Building n°1	440	PBT12	Scenario2		59,1	26004,00	16,37	6762,80	19,03	8373,20	0	0,00	9,9	4356,00	5,11	2248,40	4,79	2107,60	3,750597	1650,26	2,78197	1224,07	0,968627	426,20	
11	C.E.I.P.EI Palmaral - Building n°2	440	PBT12	Scenario2		59,1	26004,00	16,37	6762,80	19,03	8373,20	0	0,00	9,9	4356,00	5,11	2248,40	4,79	2107,60	3,750597	1650,26	2,78197	1224,07	0,968627	426,20	
12	C.E.I.P.EI Palmaral - Building n°3	440	PBT12	Scenario2		59,1	26004,00	16,37	6762,80	19,03	8373,20	0	0,00	9,9	4356,00	5,11	2248,40	4,79	2107,60	3,750597	1650,26	2,78197	1224,07	0,968627	426,20	
13	C.E.I.P.EI Palmaral - Building n°4	351,34	PBT12	Scenario2		59,1	20764,19	16,37	5400,10	19,03	6688,00	0	0,00	9,9	3478,27	5,11	1795,35	4,79	1682,32	3,750597	1317,73	2,78197	971,42	0,968627	340,32	
14	C.E.I.P.EI Palmaral - Building n°5	440	PBT12	Scenario2		59,1	26004,00	16,37	6762,80	19,03	8373,20	0	0,00	9,9	4356,00	5,11	2248,40	4,79	2107,60	3,750597	1650,26	2,78197	1224,07	0,968627	426,20	
15	C.E.I.P.EI Palmaral - Building n°6	440	PBT12	Scenario2		59,1	26004,00	16,37	6762,80	19,03	8373,20	0	0,00	9,9	4356,00	5,11	2248,40	4,79	2107,60	3,750597	1650,26	2,78197	1224,07	0,968627	426,20	
16	C.E.I.P.EI Palmaral - Building n°7	440	PBT12	Scenario2		59,1	26004,00	16,37	6762,80	19,03	8373,20	0	0,00	9,9	4356,00	5,11	2248,40	4,79	2107,60	3,750597	1650,26	2,78197	1224,07	0,968627	426,20	
17	C.E.I.P.EI Palmaral - Building n°8	440	PBT12	Scenario2		59,1	26004,00	16,37	6762,80	19,03	8373,20	0	0,00	9,9	4356,00	5,11	2248,40	4,79	2107,60	3,750597	1650,26	2,78197	1224,07	0,968627	426,20	
18	C.E.I.P.EI Pià	2955,19	PBT3	Scenario1		41,8	123526,52	11,18	33038,91	13,02	38476,44	0	0,00	8,1	23336,36	4,05	11968,48	4,05	11968,48	2,644634	1895,37	2,02358	5380,04	0,621954	1826,33	
19	C.E.I.P.EI Toscar	3319	PBT1	Scenario1		58,8	19517,20	16,81	52473,39	18,79	62384,01	0	0,00	11,1	36840,40	5,26	17457,94	5,84	31932,36	3,757893	12472,45	2,86161	9497,68	0,896283	2374,76	
20	C.E.I.P. Eugenio d'Ors	2194,5	PBT1	Scenario1		58,8	83729,60	16,81	44022,95	18,79	52330,78	0	0,00	11,1	30907,95	5,26	14646,47	5,84	32381,48	3,757893	10463,85	2,86161	7888,15	0,896283	2435,70	
21	C.E.I.P. Francisco Cantó	5120	PBT7	Scenario2		41,1	210432,00	11,84	60620,80	12,86	65843,20	0	0,00	7,9	40448,00	3,9	19568,00	4	20480,00	2,756462	14113,09	2,14304	10572,36	0,613422	3140,72	
22	C.E.I.P. Hispanidad	3024	PBT1	Scenario1		58,8	188960,00	16,81	50582,00	18,79	60128,00	0	0,00	11,1	35520,00	5,26	16832,00	5,84	18688,00	3,757893	12025,26	2,86161	9167,15	0,896283	2868,11	
23	C.E.I.P. Jaime Balmes	3200	PBT1	Scenario1		58,8	177811,20	16,81	47809,44	18,79	58620,00	0	0,00	11,1	33566,40	5,26	15306,24	5,84	17660,16	3,757893	11863,87	2,86161	8653,51	0,896283	2710,36	
24	C.E.I.P. Jaume I	3528	PBT1	Scenario1		58,8	207446,40	16,81	55777,68	18,79	66291,12	0	0,00	11,1	31910,80	5,26	18557,28	5,84	20603,52	3,757893	13257,85	2,86161	10095,76	0,896283	3162,05	
25	C.E.I.P. Jorge Guillén	4158	PBT3	Scenario1		41,8	173720,80	11,18	44944,08	13,02	54111,12	0	0,00	8,1	33683,60	4,05	16331,60	4,05	16331,60	2,644634	10391,10	2,02358	8470,00	0,621954	2581,10	
26	C.E.I.P. José Ferrándiz Cruz	1945	PBT1	Scenario1		58,8	143368,00	16,81	39750,45	18,79	38545,95	0	0,00	11,1	27693,50	5,26	10230,70	5,84	11359,80	3,757893	7209,10	2,86161	5565,63	0,896283	1743,27	
27	C.E.I.P. Julio Me López Chozco	3438	PBT3	Scenario1		41,8	143708,40	11,18	38436,84	13,02	44762,76	0	0,00	8,1	27847,80	4,05	13923,90	4,05	13923,90	2,644634	9092,25	2,02358	6957,07	0,621954	2135,18	
28	C.E.I.P. Vicente Blasco Ibáñez	3236	PBT3	Scenario1		41,8	135264,80	11,18	36178,48	13,02	42132,72	0	0,00	8,1	26211,60	4,05	13105,80	4,05	13105,80	2,644634	8958,04	2,02358	6548,30	0,621954	2009,73	
29	C.E.I.P. La Aloudua	1876	PBT1	Scenario1		58,8	203212,80	16,81	54633,36	18,79	64398,24	0	0,00	11,1	38361,60	5,26	18178,56	5,84	20183,04	3,757893	12387,28	2,86161	9893,72	0,896283	3097,55	
30	C.E.I.P. La Marina	2020	PBT2	Scenario2		53,5	108070,00	14,15	26983,00	19,05	34841,00	0	0,00	10,6	2142,00	4,68	9453,60	5,32	11958,40	3,469305	7039,07	2,5615	5173,52	0,908685	1635,54	
31	C.E.I.P. La Pau	2020	PBT2	Scenario2		53,5	108070,00	14,15	26983,00	19,05	34841,00	0	0,00	10,6	2142,00	4,68	9453,60	5,32	11958,40	3,469305	7039,07	2,5615	5173,52	0,908685	1635,54	
32	C.E.I.P. León Felipe	3551	PBT1	Scenario1		58,8	214678,80	16,81	57122,31	18,79	68602,23	0	0,00	11,1	40526,10	5,26	19024,26	5,84	21321,84	3,757893	13720,07	2,86161	10447,74	0,896283	3272,33	
33	C.E.I.P. Luis Cervelló	3481	PBT3	Scenario1		41,8	145505,80	11,18	38917,58	13,02	45322,62	0	0,00	8,1	28196,10	4,05	14098,05	4,05	14098,05	2,644634	9205,97	2,02358	7044,08	0,621954	2169,89	
34	C.E.I.P. Luis Vives	3200	PBT1	Scenario1		58,8	188960,00	16,81	50582,00	18,79	60128,00	0	0,00	11,1	35520,00	5,26	16832,00	5,84	18688,00	3,757893	12025,26	2,86161	9167,15	0,896283	2868,11	
35	C.E.I.P. Mariano Benlliure	2540	PBT3	Scenario1		41,8	166712,00	11,18	28397,20	13,02	33070,80	0	0,00	8,1	20574,00	4,05	10287,00	4,05	10287,00	2,644634	6717,37	2,02358	5139,89	0,621954	1577,48	
36	C.E.I.P. Miguel de Cervantes	3254	PBT3	Scenario1		41,8	138017,20	11,18	36379,72	13,02	42367,08	0	0,00	8,1	26357,40	4,05	13178,70	4,05	13178,70	2,644634	8805,64	2,02358	6584,73	0,621954	2020,91	
37	C.E.I.P. Miguel de Unamuno	1462	PBT3	Scenario1		41,8	131118,60	11,18	28315,36	13,02	16325,24	0	0,00	8,1	11842,20	4,05	5321,10	4,05	5321,10	2,644634	3696,45	2,02358	258,47	0,621954	307,89	
38	C.E.I.P. Miguel Hernández	3321	PBT3																							

## ¿Cómo?

- **Resultados del estudio energético – Renovación mínima (medidas más comunes)**
  - **Sustitución de luminarias existentes por LEDs:**
    - 5-30% ahorro de energía primaria total anual
    - Ahorro medio entorno al 15%
    - Periodo de amortización simple  $\approx$  2 años
  - **Instalación de colectores solares para ACS (50%)**
    - 5% ahorro de energía primaria total anual
    - Periodo de amortización simple  $>20$  años. (Generalmente edificios con bajo consumo de ACS)



## ¿Cómo?

- **Resultados del estudio energético – Renovación media/profunda (medidas más comunes)**
  - En la mitad de los casos los escenarios son comunes
  - **Combinaciones: reemplazo de iluminación existente por LEDs, instalación de colectores solares para ACS (50-100%), aislamiento térmico en fachadas y cubiertas, mejora de la estanquidad y permeabilidad, sustitución de ventanas.**
    - 25-45% ahorro de energía primaria total anual
    - Periodo de amortización simple  $\approx$  10-20 años
    - La instalación de SATE incrementa el periodo de retorno considerablemente



## ¿Cómo?

- **Resultados del estudio energético – Renovación nZEB (medidas más comunes)**
  - En la mitad de los casos los escenarios son comunes
  - Combinaciones de medidas anteriores con producción de energía fotovoltaica
    - 50-80% ahorro de energía primaria total anual
    - Periodo de amortización simple  $\approx$  5-15 años
    - La instalación de SATE incrementa el periodo de retorno considerablemente, 20-35 años.



## ¿Cómo?

- **Herramientas para la definición de planes de renovación energética y su financiación**
  - Planes para la renovación energética de 3% de la superficie total del stock de edificios públicos anualmente (DIRECTIVE 2012/27/EU - EED)
  - Herramienta Excel que tiene en cuenta el stock de edificios públicos y todos los escenarios de renovación analizados
  - ¿Qué es importante para cada ciudad?
    - Rentabilidad del dinero invertido en medidas de rehabilitación: renovación a pequeña escala + inversión baja en medidas de EE
    - Ahorro de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>: escenarios de renovación profunda/nZEB + elevada inversión en medidas de EE



## ¿Cómo?

- **Herramientas para la definición de planes de renovación energética**
- Definición de los 5 indicadores clave (KPIs) y su factor de peso

	Weight factor	Measures
Simple Payback period - yr	50	yr
Annual electricity cost savings - %	50	%
Total annual CO2 emissions - kg/m <sup>2</sup> /yr	0	kg/m <sup>2</sup> /yr
Annual electricity cost - National Currency/yr	0	National Currency/yr
Simple Payback period - yr	0	yr

- Penalizaciones positivas o negativas de algunas características especiales

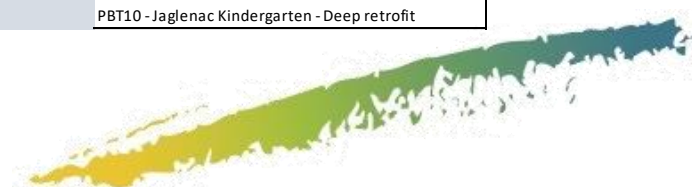
	Option	Penalization (± 30%)
Building Typology	PBT1	0%
Type of Retrofit	Deep retrofit	0%
RES	NO RES	0%



## ¿Cómo?

- **Herramientas para la definición de planes de renovación energética y su financiación**
  - **Resultados:**
    - Superficie renovada
    - Inversión anual, €
    - Ahorros anuales estimados, €, CO2, kWh
    - Listado de edificios que se han de renovar cada año

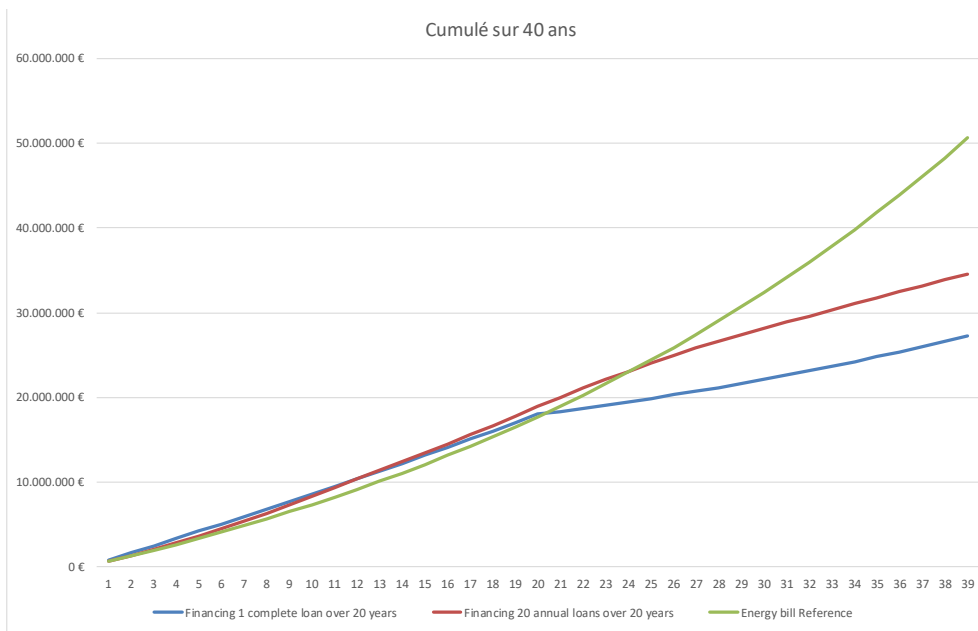
Year		1	2	3
Floor area retrofited	m <sup>2</sup>	12.223,76	13.010,07	11.552,31
Anualy investment	NC	11.229.455	16.063.637	16.693.788
Savings - currency	NC/a	839.735	1.069.862	882.724
Savings - CO2	tCo2/a	543	898	614
Savings - kWh	kWh/a	2.769.855	3.551.169	2.722.958
	1	PBT4 - Višnjevac Sports Hall - Minor Retrofit	PBT6 - Dobriša Cesarić, Neretvanska - Elementary Scho	PBT7 - August Šenoa Elementary School - Deep retrofit
	2	PBT4 - Sports Hall FKF - Minor Retrofit	PBT7 - Vladimir Becić Elementary School - Deep retrofit	PBT7 - Vijenac Elementary School - Deep retrofit
	3	PBT4 - Franjo Krežma Sports Hall - Minor Retrofit	PBT7 - Mladost Elementary School - Deep retrofit	PBT7 - FKF, Frankopanska - Elementary School - Deep re
	4	PBT4 - Ljudevit Gaj Sports Hall - Minor Retrofit	PBT7 - Antun Mihanović Elementary School - Deep retr	PBT10 - Cvrčak Kindergarten - Deep retrofit
	5	PBT6 - Višnjevac Elementary School - Deep retrofit	PBT7 - Franjo Krežma Elementary School - Deep retrofit	PBT10 - Pčelica Kindergarten - Deep retrofit
	6	PBT6 - Josipovac Elementary School - Deep retrofit		PBT10 - Stribor Kindergarten - Deep retrofit
	7	PBT6 - Ivan Filipović Elementary School - Deep retrofit		PBT10 - Sunčica Kindergarten - Deep retrofit
	8	PBT6 - Grigor Vitez Elementary School - Deep retrofit		PBT10 - Sjenčica Kindergarten - Deep retrofit
	9	PBT6 - Tenja Elementary School - Deep retrofit		PBT10 - Latica Kindergarten - Deep retrofit
	10	PBT6 - Dobriša Cesarić, Drinska - Elementary School - De		PBT10 - Jaglenac Kindergarten - Deep retrofit



## ¿Cómo?

### ■ Herramientas para la definición de planes de renovación energética y su financiación

#### ■ Resultados:



#### Comparison / Reference

		Financing 1 complete loan over 20 years	Financing 20 annual loans over 20 years	Energy bill Reference
Complete expense over 40 years	k€	↑ 27.262 €	↑ 34.562 €	↓ 50.622 €
Benefit / Reference	k€	↑ -23.361 €	↑ -16.060 €	↓ 0 €
	%	↑ -46%	↑ -32%	↓ 0%
Total of interests	k€	↓ 1.843 €	↓ 2.576 €	↑ 0 €
Total of the capital	k€	↓ 11.173 €	↓ 13.129 €	↑ 0 €
Total invoices NRJ	k€	↑ 14.247 €	↑ 18.857 €	↓ 50.622 €

#### Comparison 2 types financing

		Financing 1 complete loan over 20 years	Financing 20 annual loans over 20 years	Distance
Complete expense over 40 years	k€	↑ 27.262 €	↓ 34.562 €	7.301 €
Annual medium expense	k€ / year	↑ 699 €	↓ 886 €	187 €
Total of interests	k€	↑ 1.843 €	↓ 2.576 €	734 €
Total of the capital	k€	↑ 11.173 €	↓ 13.129 €	1.957 €
Total invoices NRJ	k€	↑ 14.247 €	↓ 18.857 €	4.610 €



# ¿Cómo?

## ■ SIG (Sistema de información georreferenciada)

- Mapeo de las tipologías y sus correspondientes indicadores de rendimiento energético, resultados de escenarios de renovación potenciales y demostración de las intervenciones coste-óptimas.



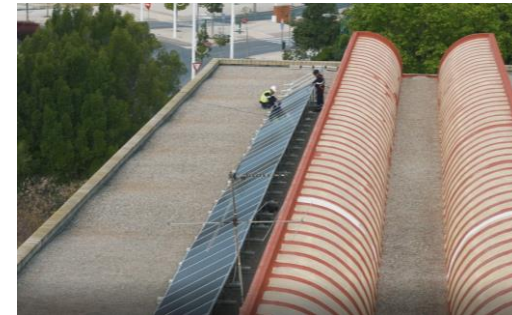
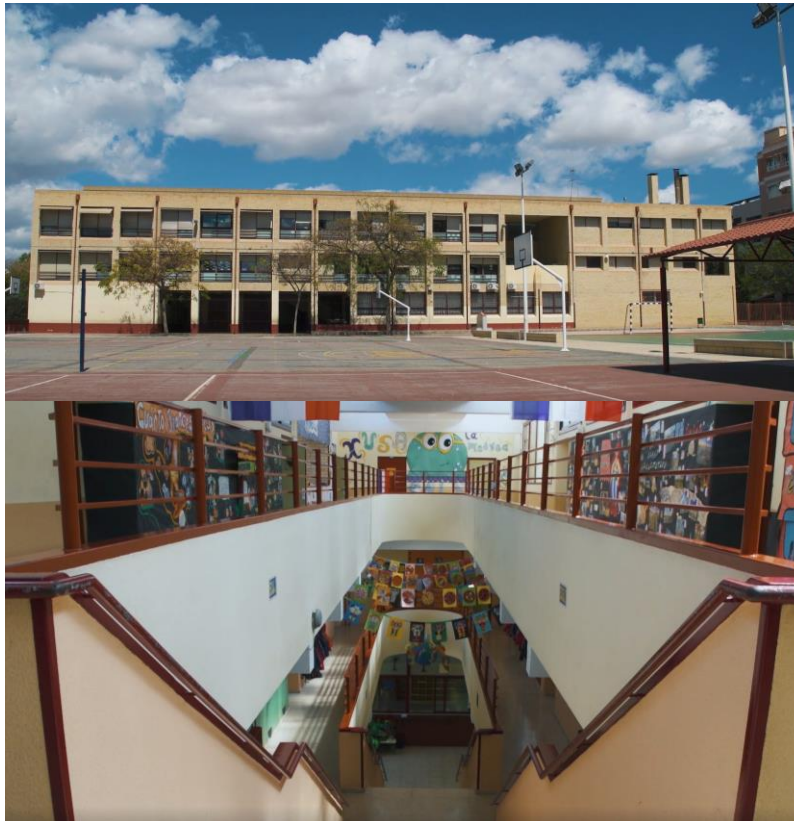
## ¿Cómo?

- **Proyectos de renovación a pequeña escala y planes de monitorización**
  - Selección de edificio piloto (Principal criterio: Coste total de la inversión por energía total anual ahorrada)
  - Rehabilitación con mayor impacto al menor coste (35,000 € de presupuesto)
  - 6 proyectos de renovación: 1 por cada ciudad piloto
  - 5 pilotos en centros educativos (centros de infantil y/o primaria) + 1 piloto en oficinas
  - Monitorización de consumos energéticos: 2 + 2 meses (antes y posterior obra de renovación).



## ¿Cómo?

- Proyecto de renovación a pequeña: el caso de Elx
  - C.E.I.P. El Plà: paneles fotovoltaicos, sustitución parcial de ventanas, iluminación a LED



## ¿Cómo?

### ■ Aplicación IMPULSE para creación/revisión de PAES.

PLAN DE ACCIÓN PARA LA ENERGÍA SOSTENIBLE. ELCHE, 2013-2020								
<b>ACCIÓN</b>	1.1.2. Mejora de envolvente térmica (Rehabilitación térmica de edificios). Sustitución de carpintería exterior							
<b>CATEGORÍA</b>	1. Edificios y equipamiento/instalaciones	<b>SECTOR</b>	1.1. Edificios y equipamiento/instalaciones municipales					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Fomentar la rehabilitación térmica de la envolvente de los edificios municipales, mediante la sustitución de carpintería exterior y disponiendo vidrios que presenten un mejor comportamiento térmico y acústico.							
<b>DEPARTAMENTO RESPONSABLE</b>	Servicio técnico de Urbanismo. Arquitectura							
<b>CALENDARIO</b>	<b>Fecha de inicio</b>	2013	<b>Fecha finalización</b>	2020				
				288.000 €				
<b>FINANCIACIÓN</b>	Mediante subvenciones municipales y vías de financiación externa							
<b>OBJETIVOS A ALCANZAR EN 2020</b>								
<b>MWh</b>			<b>t CO<sub>2</sub> evitadas</b>					
<b>Ahorrados</b>	<b>Producidos con fuentes renovables</b>		<b>Absoluto</b>	<b>Per cápita</b>				
27,92	-		12,28	0,0001				
<b>Contribución anual</b>								
<b>Año</b>	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>% implantación</b>	12,5	25	37,5	50	62,5	75	87,5	100
<b>Inversión</b>	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000
<b>MWh ahorrados</b>	3,49	6,98	10,47	13,96	17,45	20,94	24,43	27,92
<b>MWh renovables</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>t CO<sub>2</sub> evitadas</b>	1,535	3,07	4,605	6,14	7,675	9,21	10,745	12,28

- **Transferencia del conocimiento:** sesiones de formación; involucración de otras autoridades locales en el uso del sistema IMPULSE, reuniones con autoridades locales con poder de decisión.



## Más info:

- <https://impulse.interreg-med.eu/>
- <http://www.five.es/project/impulse/>
- <https://impulseonline.eu/>
- [https://youtu.be/wltHh\\_w-iWE](https://youtu.be/wltHh_w-iWE)



# Gracias!

Miriam Navarro Escudero

Coordinadora Àrea I+D+i Internacional  
Instituto Valenciano de la Edificación

Email: [mnavarro@five.es](mailto:mnavarro@five.es)

