CERtuS

Acuerdo de Subvención N./ IEE/13/906/SI2.675068

Cofinanciado por el programa Energía Inteligente-Europa de la Unión Europea

Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

Opciones Rentables y Mecanismos de Financiación para la Renovación de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo en el Parque de Edificios Existente

Un cambio profundo en la renovación de nZEB para edificios públicos

CERtuS

El Proyecto de Promoción/Difusión sobre Iniciativas Integradas de la Agencia Ejecutiva para la Pequeña y Mediana Empresa (EASME) CERtuS - Opciones Rentables y Mecanismos de Financiación para la Renovación de Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo en el Parque de Edificios Existente - ha recibido fondos de la UE - IEE EASME bajo el Acuerdo de Subvención nº IEE/13/906/SI2.675068

PÁGINA WEB DEL PROYECTO
http://www.certus-project.eu

COORDINADOR DE PROYECTO Y EDITOR DE ESTE DOCUMENTO
Stella Styliani FANOU
styliani.fanou@enea.it
ENEA
Agencia Nacional Italiana para Nuevas Tecnologías, Energía y Desarrollo Económico Sostenible.
Casaccia Researche Centre
Via Anguillarese, 301
00123 Anguillara Sabazia, ROMA
ITALIA
http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/efficienza-energetica
http://www.enea.it/it

ASESOR DE PROYECTOS DE LA CE
Philippe MOSELEY
EASME
Agencia Ejecutiva para la Pequeña y Mediana Empresa de la Comunidad Europea

Aviso legal
El contenido de esta publicación compromete solamente a sus autores. No refleja necesariamente la opinión de la Comunidad Europea. Ni EASME ni la Comisión Europea se responsabilizan del uso que se pueda dar a la información aportada en este documento.

INTRODUCCIÓN - EL CONTEXTO 5

REVISIÓN DE LAS POLÍTICAS ENERGÉTICAS EUROPEAS EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN 7

DÓNDE NOS ENCONTRAMOS. LA nZEB EN EUROPA Y CONCRETAMENTE EN LOS PAISES CERTUS 7

LA RENOVACIÓN ENERGÉTICA Y SU RELEVANCIA EN LOS EDIFICIOS PÚBLICOS 8

FINANCIANDO LA RENOVACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS PÚBLICOS 9

EL PROYECTO CERTUS 10

LOS PILOTOS DEL PROYECTO CERTUS 14

MESSINA, ITALIA 14

ALIMOS, GRECIA 26

COIMBRA, PORTUGAL 36

ERRENTERIA, ESPAÑA 45

PRESENTACIÓN DE OTROS RESULTADOS DEL PROYECTO CERTUS 58

LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES 63

LECCIONES DE DISEÑO, CONSUMO Y SUPUESTOS DE RENDIMIENTO 64

RECOMENDACIONES 66

EL EQUIPO DEL PROYECTO CERTUS 69

EQUIPO CERTUS 70

SOCIOS DEL PROYECTO CERTUS 71

REFERENCIAS 73

CERtuS

INTRODUCCIÓN - EL CONTEXTO

La última Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la eficiencia energética impone medidas estrictas de eficiencia energética sobre el sector público. Muchos de los edificios en el sur de Europa necesitan de una profunda renovación para llegar a ser Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo (nZEB).

Para el sector público es complicado cumplir con la Directiva, ya que la renovación necesaria en los edificios públicos y su transformación a Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo requieren mucho capital. Algunas de las intervenciones implican un periodo largo de recuperación de este capital. Debido a ello, las entidades financieras y las Empresas de Servicios Energéticos (ESCOs) no muestran mucho interés, especialmente con los recursos limitados con los que cuentan los bancos.

El objetivo de CERtuS es generar confianza entre los grupos de interés con respecto a estas inversiones e iniciar el crecimiento de este sector de servicios energéticos. Se necesitan proyectos representativos que puedan ser empleados como modelos de replicación.

Para ello, CERtuS ha desarrollado doce diseños de renovación nZEB para edificios públicos en cuatro municipios de Italia, Grecia, España y Portugal, y están acompañados de una detallada evaluación técnica y económica. Para estos doce planes de renovación CERtuS ha adaptado los procedimientos y modelos de servicio energético existentes y ha identificado planes de financiación adecuados para los proyectos de construcción y los requisitos específicos de cada municipio.

Los resultados de CERtuS son altamente replicables y su replicación se asegura mediante el desarrollo de directrices y material de formación para capacitar a los empleados de los municipios, folletos y herramientas web con este fin.

RESUMEN DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA DE LA UE EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

La eficiencia energética de edificios es una de las cuestiones más relevantes y estratégicas que se están debatiendo en los últimos años a nivel global y europeo, debido a que los edificios son responsables de más del 40% del uso de energía mundial y hasta el 30% de las emisiones de gas invernadero [1].

La Unión Europea se ha convertido en el promotor de programas, directrices y Directivas, tales como la 2002/91/CE y 2010/31/UE sobre el rendimiento energético de edificios, la 2006/32/CE sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos, y la 2012/27/UE sobre la eficiencia energética, con el fin de establecer instrumentos, criterios y soluciones comunes y armonizadas sobre el tema específico del aumento de eficiencia energética de edificios tanto existentes como nuevos.

Todas las Directivas mencionadas son piedras angulares de la Eficiencia Energética. Desde 2010, la refundición de la Directiva 2010/3/UE sobre eficiencia energética de edificios (EPBD, por sus siglas en inglés) introdujo el concepto de nZEB a nivel europeo: 'edificio *de consumo de energía casi nulo' es un edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno.* EL EPBD requiere una definición final nacional detallada bajo la responsabilidad de cada Estado Miembro Europeo.

Según la refundición de la Directiva de la UE sobre EPBD, para finales de 2020 todos los nuevos edificios deberán ser edificios de consumo de energía casi nulo. La fecha límite es aún más cercana (finales del 2018) para los edificios existentes ocupados por y/o de propiedad de autoridades públicas. Obviamente, los edificios nuevos tendrán un efecto limitado sobre la reducción global de energía, ya que representan una pequeña parte del parque de viviendas. Por otro lado, normalmente los edificios existentes se pueden mejorar a un coste muy inferior a lo que supondría demoler y construir edificios nuevos. Si el consumo de energía es alto en los edificios existentes, el potencial de ahorro será proporcional, y esto supone una gran oportunidad para mejorar la eficiencia energética. También es cierto que es más complicado aplicar el concepto nZEB en edificios existentes que en edificios nuevos. El rendimiento de un edificio es la suma de los siguientes factores, los cuales ya están definidos en los edificios existentes: (i) características de la envolvente del edificio; (ii) sistemas de climatización y BAS, si existen; (iii) el uso del edificio y el comportamiento de los usuarios; (iv) el tipo de edificio; (v) lugar y condiciones climáticas; y (vi) mantenimiento y gestión. La cuestión clave es como rinden los factores individuamente y lo bien que se encuentran integrados para rendir conjuntamente. Como ya se ha mencionado, se deben considerar varios parámetros a la hora de trabajar con edificios existentes.

En los edificios existentes todos o algunos de estos factores son mejorables, pero existen limitaciones y obstáculos que surgen por cuestiones técnicas (p.ej. falta de información adecuada, como datos de consumo o fallos en las medidas), económicas y/o organizativas/gestión.

Surgen aún más dificultades cuando las opciones de renovación chocan con los requisitos de conservación de edificios históricos, ya que las autoridades que se oponen fijan ciertas limitaciones. Por esta razón, la eficiencia energética y la aplicación de nZEB a edificios históricos es un caso especial y puede resultar muy complicado, aunque no es imposible mediante la implantación de medidas de energética adaptadas a sus características específicas.

EL PUNTO EN EL QUE NOS ENCONTRAMOS: NZEB EN EUROPA Y ESPECÍFICAMENTE EN LOS CUATRO PAÍSES CERTUS

Según el reciente informe sobre aplicaciones nacionales de nZEB [2] no existe un progreso homogéneo y común a nivel nacional dentro de los Estados Miembros. Además, el desarrollo y establecimiento de una aplicación nacional de nZEB se está dilatando en la mayoría de países, ya que su aplicación en los países del sur de Europa ha sido un proceso lento. Según afirma el informe arriba mencionado, alrededor del 40% de los Estados Miembros no tenían, a esa fecha, una definición detallada de los nZEB, mientras que el 60% de ellos establecieron su propia descripción detallada de nZEB, aunque a otro nivel de definición. El informe también muestra que los Estados Miembros del Centro y Norte de Europa se encuentran en un punto más avanzado a la hora de implementar los artículos de la Directiva. Existe una brecha entre los países del sur de Europa y los Estados Miembros del Centro y Norte en lo que se

refiere a ponerse al día en relación a su progreso hacia nZEB.

El estado actual de las definiciones nacionales de nZEB en los cuatro países CERtuS es el siguiente:

En Italia, el Decreto Ministerial del 26 de Junio de 2015 completa la transposición de la Directiva Europea EPBD 2002/91/CE, define los requisitos nZEB y fija nuevos requisitos mínimos, que han de cumplirse a partir de Octubre 2015. Los edificios existentes y nuevos se caracterizan por tener un rendimiento energético muy alto y unas necesidades energéticas muy escasas, que son cubiertas mayormente por energía renovable producida en las zonas correspondientes del edificio (in situ y no cerca).

En esta medida legislativa también se incluye un nuevo método de cálculo de rendimiento energético, basado en la comparación con un edificio de referencia con las características establecidas en el decreto. Todo uso de energía necesario para cumplir con el uso estándar del edificio se incluye en el cómputo del rendimiento energético del edificio, el cual se refiere a distintas clases. También se define el formato para los informes de proyectos técnicos sobre actualizaciones significativas e instalaciones técnicas nuevas y nZEB.

En Grecia, la Ley N.4342/15 recientemente publicada incorpora la Directiva 2012/27/UE sobre eficiencia energética a su legislación nacional. Los niveles de nZEB y la aportación esperada de la RES se encuentran en desarrollo.

En Portugal, la legislación nacional (Decreto Ley 118/2013) define los Edificios de Consumo de Energía Casi Nulo como edificios de alto rendimiento energético en los que las necesidades energéticas están mayormente garantizadas mediante energías renovables que se producen in situ o cerca.

En este Decreto Ley también se especifica que un nZEB deberá poseer: Un componente eficiente que cumpla los niveles límites más estrictos de viabilidad económica que se puedan obtener al aplicar el método de coste óptimo, diferenciando entre edificios existentes y nuevos. Formas de conseguir, a nivel local, energía renovable que cubra gran parte del resto de necesidades de energía previstas, preferiblemente en el mismo edificio o terreno del edificio o en infraestructuras de uso compartido, tan cerca como sea posible del lugar donde no sea posible cumplir con las necesidades de energía renovable.

El Decreto Ley 118/2013 establece que un método de coste óptimo y los niveles de rendimiento energético mínimos se deben definir en el plan nacional de renovación de edificios y aprobar por los miembros del gobierno responsables de los ámbitos de energía, planificación regional y finanzas. Sin embargo, aún no se ha definido dicho plan y por lo tanto, no se han definido los niveles de rendimiento energético.

España aún no ha definido los nZEBs. Se espera que se presente una definición detallada entre los años 2016 y 2018 y, aunque su implantación no será obligatoria hasta diciembre de 2020, se podrá aplicar de manera voluntaria y servirá como una referencia en cuanto a incentivos.

Una revisión del Código Técnico de la Edificación, planificada para el 2018, actualizará la normativa técnica sobre rendimiento energético e incluirá la definición de nZEBs. Establecerá para todos los edificios de propiedad de autoridades públicas construidos a partir del 31/12/2018 y para todos los demás edificios a partir del 31/12/2020 la obligación de cumplir con los requisitos correspondientes.

LA RENOVACIÓN ENERGÉTICA Y SU RELEVANCIA EN EDIFICIOS PÚBLICOS

En la refundición de la DEEE se requiere que “el sector público, en cada Estado miembro, sirva de ejemplo en el ámbito de la eficiencia energética de los edificios” y “los edificios ocupados por las autoridades públicas y los frecuentados habitualmente por el público deben constituir un ejemplo”.

La renovación de eficiencia energética en edificios públicos y otras opciones, como los nZEBs, de alto rendimiento energético demuestran que la innovación en energía a través de profundas renovaciones de la envolvente y la contribución de RES es posible. Los edificios públicos podrían liderar esta iniciativa y convertirse en perfectos ejemplos de esto. El impacto de los sistemas y tecnologías innovadoras, como el confort interior, pueden ser experimentados por los usuarios y visitantes diarios de los edificios públicos, y se pueden replicar en el sector privado. Además, también es importante saber en qué se ha usado el dinero público.

La renovación energética del parque de edificios públicos abre el camino a unas renovaciones ambiciosas y a gran escala del parque completo de

edificios. Su papel es simbólico, pero pude tener un efecto de propagación.

La financiación de la Renovación energética en edificios públicos

Las inversiones realizadas en los edificios existentes tienden a concentrarse en medidas con un periodo de amortización a corto o medio plazo (menos de 10 años), y estos generan menos de un 30% de ahorro energético. Sin embargo, según Bullier y Milin [4], las políticas energéticas y climáticas ambiciosas ahorran hasta un 80% de energía en edificios, lo que es solamente posible mediante intervenciones estructurales como el aislamiento de fachadas o la sustitución de ventanas. Estas profundas renovaciones tienen un periodo de amortización de entre quince y cuarenta años en la UE, a los precios actuales de la energía. Esto varía según país y tipo de edificio. La amortización se refiere a los costes de inversión energética (sin medidas generales de renovación), a precios estables.

EL PROYECTO CERTUS

Los países del Sur de Europa se encuentran afectados por una grave crisis económica. Esto está teniendo un efecto negativo sobre los denominados objetivos 20/20/20. Las inversiones en ahorro energético se han complicado en el sector público debido a un cambio de prioridades.

Particularmente, esto está dificultando el cumplimiento de la última Directiva relativa a la eficiencia energética, ya que exige medidas estrictas de eficiencia energética para el sector público. Las inversiones que se requieren para renovar edificios públicos y conseguir un consumo de energía casi nulo tienen periodos de amortización largos. La refundición de la Directiva europea relativa a la eficiencia energética de los edificios requiere que los Estados Miembros elaboren planes nacionales destinados a aumentar el número de edificios de consumo de energía casi nulo, y el sector público deberá adoptar el papel de ejemplo.

La Directiva 27/2012 sobre eficiencia energética también exige que los estados miembros animen a los organismos públicos regionales y locales sujetos a la ley pública a adoptar un plan de eficiencia energética con ahorros energéticos y objetivos de eficiencia específicos en edificios existentes. Por lo tanto, el compromiso 20-20-20 adoptado por los estados miembros y la obligación de implementar las Directivas anteriormente mencionadas exigen acciones intensivas en eficiencia energética en los edificios públicos, lo cual se presenta extremadamente complicado bajo la actual austeridad presupuestaria. Además, los bancos tienen recursos limitados y las Empresas de Servicios Energéticos (ESCOs) y terceros vacilan a la hora de participar en la financiación del sector público debido a las trabas que resultan de los complejos procedimientos administrativos y la actual gestión presupuestaria de edificios públicos con necesidad de ser restauradas.

IMPLANTACIÓN DE nZEB PÚBLICOS EN PAÍSES DEL SUR DE EUROPA
LA EXPERIENCIA DEL PROYECTO CERtuS

Messina, ITALIA	Alimos, GRECIA
Palacio Zanca – Ayuntamiento	Ayuntamiento
Palacio de Cultura “Antonello da Messina”	Biblioteca Municipal
Palacio Satélite	Oficinas Municipales

El objetivo de la acción propuesta es generar confianza entre los grupos de interés con respecto a estas inversiones e iniciar el crecimiento de este sector particular de servicios energéticos. En este proyecto participan municipios, empresas de servicios energéticos y entidades financieras de Italia, Grecia, España y Portugal.

CERtuS es un proyecto cuyo objetivo es desarrollar proyectos representativos de rehabilitaciones integrales que actuarán como modelos para otros casos. Se han elegido doce edificios en cuatro municipios en cada país. Los socios adaptaron los procedimientos y modelos existentes de servicios energéticos y plantearon programas de financiación adecuadas para los 12 proyectos. Actualmente, los socios CERtuS están investigando oportunidades e instrumentos como la combinación de fondos de distintas fuentes, tanto privados como públicos. Esta combinación aliviaría la carga sobre los recursos públicos, gracias a la entrada de fondos privados, y además apalancaría capital privado, reduciendo riesgos, periodos de amortización y, por lo tanto, haciendo que la inversión global sea más atractiva. Sin embargo, el objetivo del proyecto propuesto es el de maximizar la entrada de fondos privados.

Otra cuestión clave es el mercado de servicios energéticos, el cual no está tan desarrollado en los Estados Miembros como en otras partes de la UE, especialmente en cuanto a las ESCOs. Además, la mayoría de proveedores de servicios energéticos (por ejemplo, las ESCOs) operan mediante contratos ampliamente probados, como son los EPC (Contratos de Rendimiento Energético) y la EEO (Obligación de Eficiencia Energética). Sin embargo, estos contratos no se han usado hasta ahora para profundas renovaciones de nZEB.

IMPLANTACIÓN DE nZEB PÚBLICOS EN PAÍSES DEL SUR DE EUROPA
LA EXPERIENCIA DEL PROYECTO CERtuS

Coimbra, PORTUGAL	Errenteria, ESPAÑA
Ayuntamiento	Ayuntamiento
Casa de la Cultura	Kapitain Etxea
Centro Escolar Solum	Lekuona

Con el fin de proporcionar opciones de financiación y servicios energéticos que se puedan implementar y replicar, se abordarán los obstáculos relacionados con la infraestructura municipal y, mayormente, con la administración, contabilidad y gestión presupuestaria y se realizarán propuestas a los organismos competentes del Gobierno Central.

Una cuestión importante de abordar en CERtuS es la formación para capacitar a los empleados de los Municipios, no solo para los que participen, si no para un grupo amplio. Esto facilitará la replicación de los ejemplos de renovación que se produzcan y, especialmente, proporcionará apoyo a los Gobiernos locales y regionales a la hora de preparar planes de eficiencia energética y ahorro energético y de facilitar la implantación de EED (artículo 5.7.a).

CERtuS se encuentra trabajando con Municipios significantes en cuanto a tamaño, población y parque de viviendas. En los Estados Miembros del mediterráneo, como Italia, la mayoría de edificios públicos tienen un valor histórico, pero no monumental. Para estos edificios no existen requisitos legales a los que se tienen que ajustar las actividades de renovación. Es importante para el proyecto CERtuS tener en cuenta estos edificios y producir mecanismos de financiación y programas de renovación nZEB. Los resultados en relación con este asunto ya son bastante considerables, ya que una gran parte del parque de edificios existentes no se encontrará exento de los Planes de Eficiencia Energética de los Estados Miembros. Hoy en día, el éxito de la aplicación de la Directiva 2010/31/UE en cuanto a la transformación de edificios públicos en nZEB depende mayormente de si los Estados Miembros, ya sean mediterráneos o no, consideran la renovación de edificios históricos. Teniendo en cuenta que los países europeos del mediterráneo poseen un parque de viviendas con un 70% que está construido antes de las leyes de eficiencia energética, que a menudo se encuentran obsoletos y con necesidades urgentes de intervenciones de eficiencia energética, que gran parte del parque de viviendas público es histórico y está sometido a restricciones normativas, es obvio de que si excluimos este parque de viviendas público, la Directiva puede que no consiga los resultados esperados.

Los socios CERtuS están creando materiales adecuados para apoyar el plan de comunicación intensivo del Proyecto. El plan incluye cuatro talleres con sesiones B2B para municipios, ESCOs y entidades financieras. Estas acciones se complementarán con cuatro actividades de formación para empleados municipales y la participación en todos los eventos internacionales, cuyo objetivo serán los 3 grupos de interés. Confiamos y esperamos que nuestra acción tenga un impacto significante y atraiga inversiones en innovación, con el fin de conseguir nZEB y penetrar en el mercado ESCO de los Estados Miembros del sur de Europa.

LOS CASOS DE ESTUDIO DEL PROYECTO CERTUS

MESSINA, ITALIA

PALACIO ZANCA

Tipo de Edificio	Ayuntamiento/multi-uso
Año de construcción	1914
Superficie / Volumen	13.500 m^2 (alrededor de 7.000 m^2 por planta) / 95.000 m^3
Socio del Proyecto Responsable	ENEA

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El Palacio Zanca se encuentra en la costa, en el mismo lugar que el ayuntamiento histórico. Fue destruido dos veces por sendos terremotos, uno en 1783 y otro en 1908, que lo acabó derruyendo. Se reconstruyó tras el terremoto de 1908, y pertenece al plan de reconstrucción de la ciudad. Los trabajos de reconstrucción comenzaron en diciembre de 1914 y se completó en 1924. Es de estilo neoclásico y tiene dos alturas. Las dimensiones son las mismas en cada piso.

Todas las habitaciones son oficinas de uso municipal. El edificio normalmente se usa entre las 0:00 y 24:00 de lunes a domingo, pero los servicios se prestan y los empleados están solo entre las 7:30 y 19:30. El edificio cuenta con alrededor de 750 empleados, y es frecuentado por un gran número de visitantes.

ESTADO ACTUAL DEL EDIFICO - PROBLEMAS TÉCNICOS Y DE OTRO TIPO DETECTADOS

El Palacio Zanca consiste de cinco edificios-naves unidas y construidas alrededor de un patio. La estructura del edificio se construyó siguiendo el sistema Hennebique en hormigón armado (cemento Portland). Tres de las cinco naves siguen un sistema continuo de mampostería en hormigón armado. En cambio, las dos naves restantes están construidas mediante un sistema de marcos a modo de muro de albañilería sin formar parte del sistema estructural. El exterior de la envolvente es de imitación de piedra.

Todas las ventanas son de acristalamiento simple con marcos de madera. La estructura de las puertas es la misma que la de las ventanas, excepto 3 puertas metálicas con cristal en la planta baja. Ninguna de las ventanas tiene persianas enrollables, si no contraventanas. Casi todas las habitaciones tienen cortinas de tela opacas de color oscuro. Los edificios que se encuentran al norte y los arboles perennes al sur le dan sombra. La fachada principal está orientada al este, y no le da la sombra en ningún momento.

Una medición térmica realizada en el interior del edificio evidenció que las paredes, por lo general, tienen un buen rendimiento térmico. En cambio, las ventanas, de acristalamiento simple y marcos de madera, presentan deficiencias de aislamiento, agravadas por su antigüedad. Algunas de las características del edificio contribuyen a un rendimiento térmico pobre: Su orientación no es óptima y requiere un consumo adicional de energía para la calefacción durante el invierno (mayormente al norte del edificio) y para la refrigeración durante el verano (mayormente al oeste, sin ninguna protección de la radiación directa del sol). Las paredes, con una alta inercia térmica, y los altos techos presentan ventajas durante el verano, aunque desventajas durante el invierno, ya que el edificio no se usa durante la noche ni los fines de semana, produciéndose una disminución de la temperatura. Las ventanas tienen poca estanqueidad, permitiendo una alta infiltración de aire, mayormente durante el invierno, lo cual ni es controlable ni deseable. Las puertas están viejas y presentan un alto valor de transmitancia térmica. El edificio presenta muchas patologías, tales como condensación y el crecimiento de moho.

El sistema de climatización está garantizado con varias bombas de calor, que se instalaron paulatinamente. Por lo tanto, hay distintos tipos de equipo con distintas características y rendimiento. Hay por lo menos un split en cada habitación, y en total hay más de 150 unidades. Casi todas las zonas de uso permanente tienen un sistema de climatización, y se controlan localmente y de forma individual. Las unidades split tienen más de quince años, y su eficiencia es reducida.

La circulación y renovación de aire están garantizadas de forma natural, no existen sistemas de ventilación forzados.

La iluminación está compuesta por tubos fluorescentes e incandescentes. No hay ningún mecanismo para controlar la iluminación y la instalación es antigua.

LIMITACIONES ECONÓMICAS, FINANCIERAS Y LEGISLATIVAS

Riesgos Económicos/Financieros

Las intervenciones energéticas en edificios públicos requieren una elevada inversión global, y el Municipio no tiene fondos específicos para invertir en el parque de viviendas. Además, las intervenciones de renovación integral se siguen considerando demasiado arriesgadas, y por lo tanto, no atraen a los agentes de mercado locales. Por ello, existen dificultades objetivas a la hora de incluir mejoras energéticas. La Administración Pública está intentando obtener fondos de programas de financiación nacionales y regionales.

Obstáculos Legislativos

La renovación de edificios históricos a los estándares actuales mediante el uso de tecnologías de energías renovables y la renovación integral es complicada. Se hace imposible cuando las opciones de renovación chocan con los requisitos de conservación de edificios históricos, ya que las autoridades que se oponen fijan ciertas limitaciones.

El principal objetivo, en estos casos, es encontrar formas inteligentes de abordar la conservación de edificios históricos y la eficiencia energética, sin causar ningún impacto visual ni modificar la integridad de la estructura histórica. Si tenemos en cuenta que cada edificio histórico es un caso especial, el abordar los conflictos entre la eficiencia energética y la conservación y proporcionar orientación en relación a las soluciones y las mejores prácticas se convierten en un paso importante hacia la resolución o eliminación de barreras.

PLAN DE RENOVACIÓN

Envolvente del Edificio

Envolvente Opaca: Actualmente, la envolvente del edificio se encuentra aislada de acuerdo a los estándares existentes en el periodo de construcción. Tras un análisis de sensibilidad basado en los resultados de las simulaciones Design Builder del diseño de renovación, se espera incluir un yeso de alto rendimiento para ligeramente mejorar el rendimiento de la envoltura.

Acristalamiento: El acristalamiento y los marcos existentes con un Valor-U total de 5.80 W/m^2K se sustituirán por vidrio espectralmente selectivo y marcos con rotura de puente térmico en acero Corten con un Valor-U total de 1.6 W/m^2K, transmisión solar total del 42.1% y transmisión de luz de 0.682.

Sistema de climatización

Los sistemas de climatización propuestos son del tipo VRV (Cassette techo) con un COP (coeficiente de rendimiento, por sus siglas en inglés) de 3.91 y EER (coeficiente de eficiencia energética, por sus siglas en inglés) de 3.46, de acuerdo con la normativa aplicable.

Iluminación

Se sustituirán todas las lámparas del edificio por lámparas LED nuevas, tras mejorar su distribución. Además, se instalarán sensores de luz diurnos en las luminarias para que se enciendan y apaguen automáticamente. Además, se puede conectar un sensor de movimiento al sensor de luz diurno para que se puedan encender y apagar las luces en función de los niveles de luz y ocupación detectados.

RES

Se instalará un sistema fotovoltaico de 126 kWp en el techo del edificio. Esto asegura justo por encima del 25% del consumo de electricidad.

Sistema de gestión energética

Se instalará un Sistema de Automatización y Control y de Edificios (BACS) con el fin de optimizar el equipo eléctrico y mecánico. EL BACS integrará distintos tipos de funciones (control de climatización, control de iluminación y persianas, subsistemas, etc.). Se coordinará mediante un Sistema de Gestión de Edificios (BMS) y se garantizará un confort máximo para los usuarios, además de un funcionamiento correcto a un coste mínimo.

Ganancias solares pasivas

Existen aperturas de ventilación adecuadas en las ventanas de las escaleras y en la nave central, con

el fin de asegurar un intercambio adecuado de aire y una ventilación constante.

Equipos

Losconsumos se evaluaron por separado para los equipos y CED. Las intervenciones previstas se dividen en tres tipos: (i) capacitación del personal para un uso racional de la energía; (ii) compras reguladas por el Green Public Procurement, proporcionando criterios ambientales claros para productos y servicios y dando una evaluación favorable a los productos con mejor clase energética; (iii) sistema de control que administran, ordenan y regulan el comportamiento de otros dispostivos o sistemas.

Evaluación del Plan de Renovación

Coste	2,309,752 €
Ahorro Energético	744,308 KWh/año 139,375 €/año
Ahorro CO_2	277,098 toneladas/año
Ahorro en Mantenimiento	77,620 €/año
Ahorros Potenciales (energía y mantenimiento)	216,995 €/año
Amortización Simple	11 años

Ahorro Energético

El consumo energético antes de la renovación equivalía a 1,306,563 kWh/año, y el consumo de energía por metro cuadrado era de 97 kWh/m^2. El ahorro en el consumo energético es igual a 774,308 kWh/año, lo que se traduce en un ahorro de gasto energético de 139,375 euros/año.

Ahorro CO_2

El ahorro de CO_2 es de 277,098 toneladas/año.

Integración RES

Se espera que la instalación de un sistema fotovoltaico de 126 kWp produzca alrededor de 176,400 kWh/año.

Evaluación Económica

Costes de renovación

El coste total de la inversión es de 2,309,752 euros, lo que se traduce en un coste de inversión por metro cuadrado de 171,09 euros/m^2.

INVERSIONES	€
Sistema de climatización	700,000
Bombas enfriamento	244,352
Sistema de iluminación	321.000
Energía renovable (PV)	226,800
Vidrio bajo emisivo / Puente térmico	817,600
Inversión para Renovación	2,309,752

Ahorro Económico

El ahorro de gasto energético es de 139,375 euros/año. El gasto de mantenimiento después de la renovación es menor (77,620 euros/año). Esto afecta positivamente, a nivel económico, a los ahorros totales que se pueden obtener por la intervención; de hecho, el ahorro económico de energía y mantenimiento es de 216,995 euros/año.

Periodo Amortización Proyecto

El periodo de amortización del proyecto es de 11 años si se tienen en cuenta los ahorros de mantenimiento, pero los flujos de efectivo no son suficientes para implementar una estructura de financiación en condiciones de mercado.

Plan de Financiación

Contrato de Rendimiento Energético (EPC)

La estrategia del Municipio de Messina es promocionar el concepto nZEB, a pesar de no poder destinar financiación a las opciones de renovación necesarias en las condiciones actuales de ajuste económico. A la hora de gestionar la renovación del Palacio Zanca, el plan de financiación más adecuado sería una solución que combine tres tipos de contratos de rendimiento energético (EPC) públicos/privados con algunas condiciones específicas.

Para que sea un proyecto actractivo para el mercado y garantizar un contrato no superior a nueve años es necesario:

a) Reducir el valor de inversión posponiendo las intervenciones que traen beneficios energéticos más bajos (véase tabla)
b) Una contribución del Municipio a la inversión del 30%
c) Recurrir a financiaciones con fondos concesionales o el uso de incentivos de las Ley de Energía

INVERSIONES SEPARADAS	COSTE (€)	AHORRO (€)
Vidrio bajo emisivo / Puente térmico	817,600	5,980

De esta manera, es posible reducir la inversión a alrededor de 800,000 € y el periodo de amortización se reduce considerablemente.

Duración del EPC

De acuerdo con la medida de inversiones separadas, la duración del contrato es de 9 años.

Fuentes de Financiación

El Municipio puede financiar directamente parte de las medidas de renovación a través del Programa Operativo Nacional para Ciudades Metropolitanas Italianas con una cantidad de 450,000 euros, que corresponden a aproximadamente el 30% de la inversión total de la renovación de los tres edificios de Messina. El resto será financiado por la ESCO, a través de Conto Termico y recursos propios, además de fondos específicos y subvencionados (nacionales y europeos).

Otras consideraciones

La inversión total del municipio para los tre proyectos ascendería a unos 2 millones de euros, que estaría totalmente cubierto por el Programa Operativo Nacional de Ciudades metropolitanas italianas, y cualquier otro fondo permitiría realizar directamente los trabajos diferidos.

Palacio de Cultura "Antonello da Messina"

Tipo de Edificio	Centro multifuncional
Año de construcción	1975
Superficie / Volumen	10.300 m^2
Socio del Proyecto Responsable	ENEA

Descripción del edificio

Palacultura es un edificio impresionante que se encuentra en Messina, cerca del puerto deportivo de la ciudad. Consta de tres zonas para actividades culturales y tiene varias instalaciones: biblioteca pública, museo, teatro con un foro de 850 personas, anfiteatro al aire libre (uno de los más grandes y modernos de Italia) e incluso tiene una zona de exposiciones en la terraza.

La estructura de pirámide invertida se ha conseguido explotando la gran flexibilidad de los materiales, como el cemento y el acero, y teniendo en cuenta que Messina es una zona libre de terremotos.

El edificio se diseñó en 1975 y tras varios acontecimientos se acabó completando a finales del 2000. Tiene seis alturas. Las dimensiones en altura y forma son distintas en cada piso. Las actividades culturales se encuentran en los tres primeros pisos, mientras que los otros tres (con envolvente opaca) están ocupados por oficinas. El edificio se usa mayormente como oficinas municipales y en ocasiones como museo o teatro. Los servicios municipales están disponibles y los empleados presentes entre las 7:30 y las 19:30, cinco días a la semana. El edificio alberga 200 empleados y el número de visitantes difiere según las actividades que se llevan a cabo en el palacio.

Estado actual del edifico - problemas técnicos y de otro tipo detectados

Palacultura es un edificio independiente. La forma del edificio, con varias partes interconectadas tanto en plano como en elevación, es un paralelepípedo sobre una base rectangular en la que se erige la estructura piramidal invertida. Solamente el lado oeste se encuentra relativamente cerca de propiedades vecinas. El eje central del edificio se extiende a lo largo de eje norte-sur.

La envolvente del edificio está fabricada en una amplia gama de materiales, mayormente acero y hormigón. La fachada acristalada continua en el lado norte se ha realizado con pilares verticales y elementos estructurales horizontales de aleación de aluminio con acristalamiento de doble capa de vidrio laminado. La fachada acristalada continua en el lado este se ha realizado con perfiles de aleación de aluminio y acristalamiento de doble capa de vidrio.

La fachada de la estructura piramidal invertida de los tres primeros pisos, de oficinas de uso municipal, está realizada en paneles sándwich de hormigón armado y fibra de vidrio de 12.5 mm. Está rematado con perfiles en EPS en forma de pilastra y con paneles de malla de yeso sobre los paneles sandwich.

La superficie acristalada de la estructura piramidal invertida cubre una parte considerable del edificio, alrededor del 40%. Todas las ventanas tienen acristalamiento simple con marcos de aluminio y persianas sencillas. Solo unas pocas habitaciones del edificio tienen cortinas opacas oscuras. A las fachadas no les da la sombra.

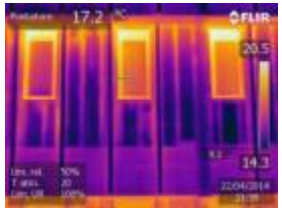
El edificio en su conjunto tiene un rendimiento energético bajo. La envolvente opaca tiene una baja inercia térmica y muchos puentes térmicos debido al tipo de construcción de la pared. Además, las ventanas tienen poca estanqueidad, permitiendo una alta infiltración de aire, mayormente durante el invierno, lo cual no es controlable. Las puertas provocan pérdidas considerables de calor. Las condiciones interiores no son óptimas ni en verano ni en invierno.

El sistema de climatización consta de varios split de techo, haciendo función de ventilación forzada y aire acondicionado. Por lo tanto, todas las unidades split están conectadas a una bomba de calor hidrónica. La ventilación está asegurada tanto naturalmente a través de las puertas y ventanas

como mediante el sistema mecánico. Hay ventilación forzada en cada habitación.

La iluminación está compuesta por tubos fluorescentes. No hay ningún mecanismo para controlar la iluminación y las instalaciones están anticuadas.

Las necesidades energéticas principales del edificio están cubiertas por electricidad, pero también existen pequeñas instalaciones que consumen gas natural para la calefacción.



LIMITACIONES ECONÓMICAS, FINANCIERAS Y LEGISLATIVAS

Riesgos Económicos/Financieros

El mayor obstáculo económico a la hora de implementar el plan de renovación es el presupuesto limitado con el que cuenta el municipio para cubrir parte de la alta inversión. El municipio está intentando obtener fondos de programas de financiación nacionales y regionales. Un límite adicional es el subdesarrollado mercado ESCO en Sicilia y la falta de instrumentos financieros apropiados a largo plazo para cubrir la alta inversión que se requiere. Los mecanismos financieros existentes son insuficientes para implementar estos tipos de acciones de renovación sin incentivos energéticos nacionales.

Obstáculos Legislativos

No se identificó ningún obstáculo legal específico en el diseño de renovación. Sin embargo, el Plan Paisajístico Regional de la Provincia de Messina impone límites al centro urbano. En el edificio se prevé el cambio del acristalamiento existente o, como alternativa, la instalación de láminas fotovoltaicas.

PLAN DE RENOVACIÓN

Envolvente del Edificio

Envolvente Opaca: La renovación del edificio incluye aislamiento adicional en las tres plantas superiores. Es posible incluir una capa interior con un alto valor de aislamiento. La instalación de una capa interior de aislamiento reduce la superficie útil de la planta, pero es la única posibilidad existente debido a la complicada geometría del Palacio de la Cultura. Se usarán paneles de corcho y Pladur con un espesor de 4 cm.

Acristalamiento: se sustituirán el acristalamiento y los marcos existentes por vidrio espectralmente selectivo y marcos con rotura de puente térmico en PVC. En relación con los marcos, se han seleccionado marcos de ventana con rotura de puente térmico.

Sistema de climatización

Se investigó el uso de un mayor número de sistemas de climatización más ecológicas, pero el VRV parece ser la elección más apropiada. Los sistemas de Volumen Refrigerante Variable (VRV) ofrecen altos niveles de eficiencia energética, además de flexibilidad. Funcionan de forma silenciosa y permiten al usuario controlar totalmente las temperaturas de ambiente.

Iluminación

Se espera reemplazar las luminarias existentes con las lámparas LED y, donde sea posible, instalar sistemas inteligentes de encendido/apagado que dependan de la luz solar.

RES

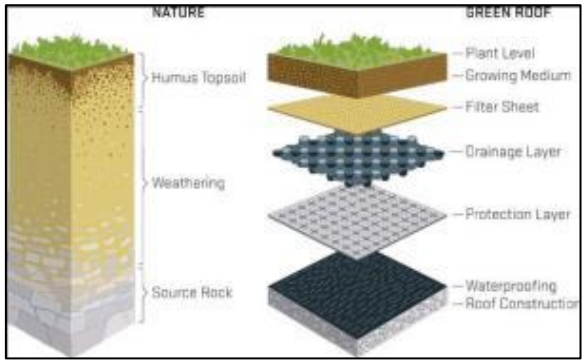
En el techo del edificio se instalará un sistema fotovoltaico de 28 kWp: este tamaño asegura un poco más del 18% de consumo de electricidad.

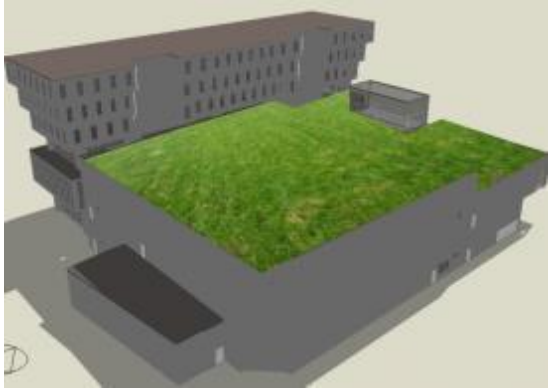
Aislamiento/Ganancias solares pasivas:

Se sugiere un techo ecológico que proporcionará dos grandes ventajas: primero, reducirá las pérdidas de calor durante el invierno al funcionar como aislamiento y frenará la entrada de calor durante el verano, funcionando como un sistema reflectante de luz solar.

Equipos

Las intervenciones previstas se dividen en tres tipos: (i) capacitación del personal para un uso racional de la energía; (ii) compras reguladas por el Green Public Procurement, proporcionando criterios ambientales claros para productos y servicios y dando una evaluación favorable a los productos con mejor clase energética; (iii) sistema de control que administran, ordenan y regulan el comportamiento de otros dispostivos o sistemas.





Evaluación del Plan de Renovación

Coste	1,114,175 €
Ahorro Energético	228,860 KWh/año 41,195 €/año
Ahorro CO_2	76,213 toneladas/año
Ahorro en Mantenimiento	839 €/año
Ahorros Potenciales (energía y mantenimiento)	42,034 €/año
Amortización Simple	27 años

Ahorro Energético

El consumo energético antes de la renovación equivalía a 408,733 kWh/año, y el consumo de energía por metro cuadrado era de 40 kWh/m^2. El ahorro en el consumo energético es igual a 228,860 kWh/año, lo que se traduce en un ahorro de gasto energético de 41,195 euros/año.

Ahorro CO_2

El ahorro de CO_2 es de 76,213 toneladas/año.

Integración RES

En el techo del edificio se instalará un sistema fotovoltaico de 28 kWp: este tamaño asegura un poco más del 18% de consumo de electricidad.

Evaluación Económica

Costes de renovación

INVERSIONES	€
Sistema de iluminación (interno)	252,150
Energía renovable (PV)	50,400
Envolvente del edificio	500,000
Vidrio bajo emisivo / Puente térmico	261,625
BACS	50,000
Inversión para Renovación	1,114,175

El coste total de la inversión es de 1,114,175 euros, lo que se traduce en un coste de inversión por metro cuadrado de 108 euros/m^2.

Ahorro Económico

El gasto de mantenimiento después de la renovación es manor (839 euros/año). Esto afecta positivamente, a nivel económico, a los ahorros totales que se pueden obtener por la intervención. De hecho, el ahorro económico de energía y mantenimiento es de aproximadamente 42,034 euros/año.

Periodo Amortización Proyecto

El periodo de amortización del proyecto es muy largo, 26.5 años, si se tienen en cuenta el mantenimiento, y los flujos de efectivo son muy bajos. Esta situación tiene un impacto muy negativo en la sostenibilidad del proyecto y, por lo tanto, en ser atractivo para una ESCO.

Plan de Financiación

Contrato de Rendimiento Energético (EPC)

La estrategia del Municipio de Messina es promocionar el concepto nZEB, a pesar de no poder destinar financiación a las opciones de renovación necesarias en las condiciones actuales de ajuste económico. El plan de financiación más adecuado sería una solución que combine tres tipos de contratos de rendimiento energético (EPC) públicos/privados con algunas condiciones específicas. Para que sea un proyecto actractivo para el mercado y garantizar un contrato no superior a nueve años es necesario: a) Reducir el valor de inversión posponiendo las intervenciones que traen beneficios energéticos más bajos (véase tabla); b) Una contribución del Municipio a la inversión del 30%; c) Recurrir a financiaciones con fondos concesionales o el uso de incentivos de las Ley de Energía.

INVERSIONES SEPARADAS	COSTE (€)	AHORRO (€)
Envolvente del edificio	603,625	4,258

De esta manera, es posible reducir la inversión a aproximadamente 600,000 €. Y el periodo de amortización se reduce considerablemente. El proyecto todavía no es adecuado para una ESCO.

Duración del EPC

Con el fin de permitir la sostenibilidad del contrato en el mercado es necesario extender la duración del contrato a por lo menos 15 años.

Fuentes de Financiación

El Municipio puede financiar directamente parte de las medidas de renovación a través del Programa Operativo Nacional para Ciudades Metropolitanas Italianas con una cantidad de 153,000 euros, que corresponden a aproximadamente el 30% de la inversión total de la renovación. El resto será financiado por la ESCO, a través de Conto Termico y recursos propios, además de fondos específicos y subvencionados (nacionales y europeos).

Otras consideraciones

Para poder permitir un mayor compromiso financiaro, las ESCOs podrían estar incluida en el contrato de la gestión de otros servicios de mantenimeinto. El municipio puede encargar a terceros servicios para el público y la gestión de ciertas actividades culturales, aumentando los ingresos y los márgenes para futuras inversiones.

Palacio Satélite

Tipo de Edificio	Oficina Municipal
Año de construcción	1970
Superficie / Volumen	6.870 m^2 (alrededor de 1.350 m^2 por planta) / 18.550 m^3.
Socio del Proyecto Responsable	ENEA

Descripción del edificio

El Palacio Satélite es un edificio municipal en Messina. El edificio se encuentra en el centro histórico de la ciudad, cerca de la estación principal. En el edificio se ejercen muchas funciones del gobierno municipal, incluyendo la Unidad de Salud Local, la gestión de la policía municipal y varios departamentos municipales.

El estilo del edificio es moderno; es un ejemplo de estructura de marcos en hormigón armado. Las paredes están hechas en mampostería y los suelos en losa y mampostería. El edificio consta de cinco alturas. Las dimensiones son las mismas en cada piso.

El edificio normalmente se usa las 24 horas de lunes a domingo solamente para la gestión de la policía municipal. Las actividades públicas de los empleados se realizan solamente entre las 7:30 y 19:30. El edificio cuenta con a alrededor de 200 empleados, y es frecuentado por un número indeterminado de visitantes.

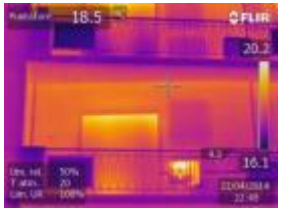
Estado actual del edifico - problemas técnicos y de otro tipo detectados

El edificio se construyó para uso residencial y cada planta alberga varias unidades residenciales / apartamentos. Este edificio residencial se ha convertido en unas oficinas y un espacio público sin ninguna planificación ni adaptación. Además, aunque el edificio pertenezca a una entidad (el municipio), se encuentra subdividido en oficinas individuales (originariamente unidades residenciales) y lo utilizan organizaciones de distinto tamaño, necesidades y negocio. Esto da lugar a zonas favorables, menos favorables y un ambiente interior pobre, y además, complica más la física y el rendimiento global del edificio.

Algunas de las características y estándares técnicos del edificio contribuyen a un rendimiento térmico pobre.

La orientación no es favorable y necesita de un alto consumo de calefacción durante el invierno (complementario al norte) y un alto consumo de refrigeración durante el verano. Además las fachadas no tienen protección a la radiación solar.

Las paredes externas tienen una inercia térmica media con un alto de techo más allá de la media. Esto aumenta la respuesta energética térmica de la envolvente durante el verano pero tiene desventajas durante el invierno. Las ventanas siguen siendo las antiguas con acristalamiento simple y marcos de aluminio, y presentan problemas de aislamiento y limitada estanqueidad. El estudio realizado al edificio por parte de IR indica pérdidas debido a puentes térmicos. Las puertas son antiguas y no retienen el calor. El edificio presenta muchas patologías, tales como condensación y el crecimiento de moho.



Limitaciones económicas, financieras y legislativas

Riesgos Económicos/Financieros

El Municipio no tiene fondos específicos para mejorar edificios públicos. Por lo tanto, existen grandes dificultades a la hora de implementar mejoras energéticas. La Administración Pública está intentando obtener fondos de programas de financiación nacionales y regionales.

Obstáculos Legislativos

No existen obstáculos legislativos para renovar este edificio.

PLAN DE RENOVACIÓN

Envolvente del Edificio

Envolvente Opaca: entre las acciones planeadas está la renovación de la fachada. El objetivo es hacer seguras las partes que no lo son actualmente, y donde sea necesario, realizar una renovación a fondo. Otro cambio es la reconstrucción del yeso de las fachadas, usando yeso con aislamiento térmico. Entre otras intervenciones, cabe destacar la estanqueidad del tejado, y se tiene planeado instalarlo debajo de un suelo de membrana bituminosa reforzada con fibra de vidrio.

Acristalamiento: se sustituirán el acristalamiento y los marcos existentes por vidrio espectralmente selectivo y marcos con rotura de puente térmico en PVC. En relación con los marcos, se han seleccionado marcos de ventana con rotura de puente térmico. Se ha decidido usar ventanas con marcos de PVC. Los ventanas que se han elegido son de doble acristalamiento de vidrio espectralmente selectivo con una cámara de 6/13 mm.

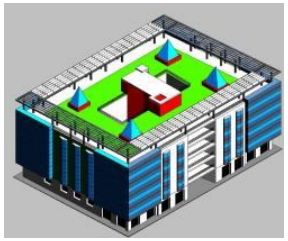
Sistema de climatización

Casi todas las habitaciones operativas tienen sistemas de aire acondicionado. Se ha previsto instalar un falso techo en todas las zonas de circulación; si es posible, en todas las habitaciones del edificio. El resultado será un descenso de la altura neta de los edificios a ser calefactados y la creación de un circuito para las instalaciones de calefacción y de iluminación.

Iluminación

Se espera reemplazar las luminarias existentes con lámparas LED y, donde sea posible, instalar sistemas inteligentes de encendido/apagado que dependan de la luz solar.

RES



Se ha elegido la instalación de un sistema fotovoltaico con 120 kWp. Esto asegura un 84% del consumo de electricidad.

Aislamiento/Ganancias solares pasivas:

Se sugiere un techo ecológico que proporcionará dos grandes ventajas: primero, reducirá las pérdidas de calor durante el invierno al funcionar como aislamiento y frenará la entrada de calor durante el verano, funcionando como un sistema reflectante de luz solar.

Sistema de gestión energética

Se ha previsto un Sistema de Automatización y Control y de Edificios (BACS) para controlar la calefacción, refrigeración y ventilación de edificio, y un Sistema de Gestión de Edificios (BMS) para la iluminación y el resto de sistemas. El sistema de distribución incluye ordenadores en red, todos los dispositivos electrónicos necesarios para controlar la seguridad, la iluminación en general y las luces de emergencia, y la humedad y temperatura de las habitaciones.

EVALUACIÓN DEL PLAN DE RENOVACIÓN

Coste	1,629,738 €
Ahorro Energético	308,557 kWh 55,540 €/año
Ahorro CO_2	98,545 toneladas/año
Ahorro en Mantenimiento	-598 €/año
Ahorros Potenciales (energía y mantenimiento)	54,942 €/año
Amortización Simple	29 años

Ahorro Energético

El consumo energético antes de la renovación equivalía a 340,626 kWh/año, y el consumo de energía por metro cuadrado era de 50 kWh/m^2 al año. El ahorro en el consumo energético es igual a 308,557 kWh/año, lo que se traduce en un ahorro de gasto energético de 55,540 euros/año.

Ahorro CO_2

El ahorro de CO_2 es de 98,545 toneladas/año.

Integración RES

Se estudió el potencial de integración RES y se consideraron varias opciones. La elección óptima es la instalación de los sistemas fotovoltaicos en el techo y las paredes del edificio. La capacidad instalada será de 120 kWp con un ahorro total de 168,000 kWh.

Evaluación Económica

Costes de renovación

INVERSIONES	€
Sistema de climatización	500,000
Sistema de iluminación (interno)	101,000
Energía renovable (PV)	216,000
Envolvente del Edificio	729,538
Sistema de control (BACS)	20,000
Inversión para Renovación	1,629,738

El coste de inversión de renovación es de 1,629,738 euros (sin IVA), lo que se traduce en un coste de inversión por metro cuadrado de 237.2 euros/m^2.

Ahorro Económico

El ahorro de gasto energético es de 55,540 euros/año. El gasto de mantenimiento después de la renovación es mayor (598 euros/año). Esto afecta negativamente, a nivel económico, a los ahorros totales que se puedan obtener por la intervención y al periodo de amortización. De hecho, el ahorro económico de energía y mantenimiento es de 54,942 euros/año.

Periodo Amortización Proyecto

El periodo de amortización del proyecto es de 29 años considerando el mantenimiento. Esta situación tiene un impacto muy negativo en la sostenibilidad del proyecto y consecuentemente en el atractivo para un ESCo.

Plan de Financiación

Contrato de Rendimiento Energético (EPC)

La estrategia del Municipio de Messina es promocionar el concepto nZEB, a pesar de no poder destinar financiación a las opciones de renovación necesarias en las condiciones actuales de ajuste económico. El plan de financiación más adecuado sería una solución que combine tres tipos de contratos de rendimiento energético (EPC) públicos/privados con algunas condiciones específicas. Para que sea un proyecto actractivo para el mercado y garantizar un contrato no superior a nueve años es necesario: a) Reducir el valor de inversión posponiendo las intervenciones que traen beneficios energéticos más bajos (véase tabla); b) Una contribución del Municipio a la inversión ; c) Recurrir a financiaciones con fondos concesionales o el uso de incentivos de las Ley de Energía; d) el poryecto todavía no es sostenible para una ESCO.

INVERSIONES SEPARADAS	COSTE (€)	AHORRO (€)
Impermeabilización de cimientos	**237,168**	**3,205**

Duración del EPC

Con el fin de permitir la sostenibilidad del contrato en el mercado es necesario extender la duración del contrato a por lo menos 15 años.

Fuentes de Financiación

El Municipio puede financiar directamente parte de las medidas de renovación a través del Programa Operativo Nacional para Ciudades Metropolitanas Italianas con una cantidad de 1,4 millones de euros, que corresponden a aproximadamente el 100% de la inversión total. El Municipio recuperará parte de la inversión a través del “Conto Termico”.

Otras consideraciones

La inversión total del Muncipio para los tre proyectos ascendería a unos 2 millones de euros que quedaría cubierto por el Plan Nacional de Ciudades metropolitanas italianas.

ALIMOS, GRECIA

AYUNTAMIENTO

Tipo de Edificio	Ayuntamiento
Año de construcción	1986
Superficie / Volumen	1.302 m^2 / 3.612 m^3
Socio del Proyecto Responsable	EUDITI-Energy & Environmental Design

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El Ayuntamiento de Alimos está cerca de la costa y tiene unas buenas vistas al mar desde las plantas superiores. Consta de cinco plantas y un sótano. Las dos primeras plantas y el sótano se construyeron en 1986 y los otros tres en 1996. El edificio formado por las dos primeras plantas es de forma alargada orientada de norte a sur. La ampliación de 5 plantas, en su parte trasera, tiene forma rectangular y consiste de dos bloques adosados. El complejo completo tiene una orientación de sur a oeste con una desviación de 30º.

Todas las plantas se encuentran ocupadas de 7:30 a 15:30 los días de semana, excepto la planta 4ª (la oficina del alcalde) que se encuentra ocupada de 7:30 a 17:30. Hay 78 empleados en el Ayuntamiento y recibe alrededor de 130 visitantes al día.

ESTADO ACTUAL DEL EDIFICO - PROBLEMAS TÉCNICOS Y DE OTRO TIPO DETECTADOS

El edificio es independiente y solo la parte noroeste de la caja de la escalera se encuentra en contacto con las áreas calefactadas del edificio colindante. Cada planta se encuentra dividida en dos zonas: la zona de oficinas y el hall de entrada. Se encuentran separadas por paredes aisladas, ya que el hall de entrada es una zona sin calefacción.

Las paredes son de ladrillo con aislamiento de poliestireno extruido y las ventanas son de doble acristalamiento con marco de aluminio.

La envolvente tiene puentes térmicos debido al tipo de construcción de la pared. En varias ventanas hay humedad entre ambos cristales.

En cuanto al sistema de climatización, hay dos tipos de sistemas de aire acondicionado: a) pequeños sistemas split; y b) unidades de techo y de suelo con entradas y salidas de aire que proporcionan calefacción y refrigeración mediante electricidad.

La iluminación está mayormente compuesta por tubos fluorescentes T8 con balasto magnético.

LIMITACIONES ECONÓMICAS, FINANCIERAS Y LEGISLATIVAS

Riesgos Económicos/Financieros

El edificio alberga varios servicios y muchos empleados, pero la situación actual puede cambiar dependiendo de las necesidades del municipio. El potencial incremento del número de servicios o empleados en el Ayuntamiento aumentará el consumo de energía (p.ej. refrigeración o ventilación) y en consecuencia el periodo de amortización de la inversión.

La inversión requerida para simultáneamente implementar todas las medidas energéticas previstas es bastante alta, y esto se presenta como una gran complicación para el municipio. Por lo tanto, se requieren fondos de terceros para poder proceder a realizar el plan de renovación propuesto.

Obstáculos Legislativos

No se identificó ningún obstáculo legal en el diseño de renovación. Sin embargo, la mayor complicación es integrar los sistemas de energía renovable en un edificio que se encuentra en una zona densamente edificada. Esto se debe a la falta de espacio, el reducido potencial solar debido a las sombras, el reducido potencial de aprovechamiento del viento, etc. En Grecia la legislación a nivel de nZEB y las aportaciones de RES se encuentra subdesarrollada. Por lo que, tal y como se especifica en la Directiva relativa a la eficiencia

energética de los edificios (EPBD) es importante que la zonas cercanas se definan de la forma más flexible posible con el fin de facilitar la integración de RES y conseguir que los niveles de nZEB sean alcanzables.

Plan de Renovación

Envolvente del Edificio

Envolvente Opaca: Se mejorará el aislamiento térmico de las paredes y el tejado con unos 5 cm adicionales de poliestireno 0.032 W/mK instalados externamente. El grosor se seleccionó a partir de un análisis de sensibilidad. Es importante tener en cuenta que debido a la concentración del funcionamiento del edificio hasta las 17:00 todos los días y el clima suave existente en la zona, un mayor grosor no contribuiría a una reducción de las pérdidas de calor.

Acristalamiento: Al igual que para el aislamiento térmico, se realizó un análisis de sensibilidad en relación al Valor-U de la ventana. Tras un análisis de sensibilidad para distintos Valores-U, se concluyó que la elección óptima sería una ventana de Valor-U de 1,80 W/m^2K. Se tiene previsto un revestimiento de baja emisión en la parte interna del panel de vidrio exterior con el fin de reducir el calor exterior. El acristalamiento tiene un factor solar del 42% y una transmisión de luz del 66%.

Sombra: Se instalarán elementos de sombra con el fin de mejorar el rendimiento térmico de la envolvente transparente y reducir las necesidades de refrigeración durante el verano. Se han seleccionado sistemas de persianas retráctiles para todas las fachadas excepto la norte. Las dimensiones de las persianas se han dimensionado según la orientación de las aberturas para proporcionar un sombreado total durante el verano.

Ventilación nocturna/natural: Para reducir aún más las necesidades de energía destinada a la refrigeración, se ha previsto ventilación nocturna/natural. Se instalarán rendijas de ventilación con reguladores de aire en las fachadas norte y sur del edificio con el fin de conseguir una ventilación cruzada en cada planta. Las aberturas de ventilación funcionarán automáticamente solo cuando la temperatura exterior sea más baja que la interior.

Sistema solar pasivo: Durante el invierno, para evitar el sobrecalentamiento de las oficinas en la parte sur del edificio, se proporcionarán aberturas en las paredes que separan la zona sur de la zona norte en la segunda y tercera planta. Esta intervención ayudará a la circulación del calor generado por la radiación solar que entra por la pared acristalada orientada al sur.

Sistema de climatización

El nuevo sistema de climatización será un sistema VRV multizona con tres unidades externas y cuarenta y cuatro internas. Las unidades internas, que serán del tipo cassette techo, se instalarán en cada oficina y se controlarán individualmente para que cada edificio tenga la temperatura interna deseada. Además, el Sistema de Ventilación con Recuperación de Calor (HRV, por sus siglas en inglés) regulará la temperatura y la humedad de aire fresco entrante para que se iguale a las condiciones internas.

Iluminación

Se sustituirán todas las lámparas del edificio por lámparas LED nuevas. Además, se cambiará el cableado de los accesorios de iluminación para mejorar la división en zonas de la iluminación de las habitaciones. También se instalarán sensores diurnos en las luminarias que se encuentran cerca de las ventanas de los 3 pisos superiores, para que se apague la iluminación artificial automáticamente cuando se lleguen a los niveles de iluminación deseados.

RES

El edificio se encuentra en una zona densamente edificada que limita las oportunidades de usar fuentes de energía renovable. Se investigó la potencial integración de RES, pero solo se puede integrar un pequeño sistema fotovoltaico en el tejado del edificio. La capacidad instalada será de 15,26 kWp con un ahorro total de 20.900 kWh.

Sistema de Gestión Energética de Edificios

Para optimizar el rendimiento del equipo mecánico y eléctrico, como la iluminación, ventilación y el sistema de climatización, se instalará un sistema de gestión energética de edificios (BEMS). El BEMS controlará, monitorizará y grabará datos tales como la temperatura del aire, horas de funcionamiento y de consumo de energía de cada cassette VRV por separado y el consumo de energía de iluminación de cada planta.

En todas las ventanas se instalará un sensor de encendido/apagado conectado al cassette VRV para que se apague el correspondiente cuando se

abra una ventana. Los eventos de apertura y cierre se grabarán en el BEMS.

Evaluación del Plan de Renovación

Se diseñaron tres opciones de renovación alternativas con el fin de establecer un periodo de amortización de la inversión de renovación más bajo y aumentar el potencial de atraer financiación privada. La Opción A solo excluye el aislamiento interior, la Opción B solo excluye la sustitución del acristalamiento y la Opción C excluye ambas intervenciones. La opción más atractiva desde un punto de vista económico fue la Opción C.

	TODAS LAS INTERVENCIONES	OPCIÓN C
Ahorro Energético kWh/año	104.537	103.170
Coste (€)	310.943	172.088
Ahorro €/año	17.988	17.790
Amortización Simple	17,2	9,7
Ahorro CO_2 toneladas/año	103,37	102,02

Como se puede ver, el ahorro en las dos opciones es similar, pero el coste y el periodo de amortización simple varían considerablemente. Por esta razón se eligió implementar la Opción C.

Ahorro Energético

El consumo energético (para calefacción, refrigeración e iluminación) antes de la renovación equivalía a 111.965 kWh/año, y el consumo de energía por metro cuadrado era de 102 kWh/m^2. Tras la renovación (Opción C) el consumo se ha reducido a 8.795 kWh/año o 8 kWh/m^2.

Concretamente, las intervenciones de eficiencia energética, excluyendo la electricidad generada por el sistema fotovoltaico, reducen el consumo de energía a 27 kWh/m^2, generando un ahorro de 82.270 kWh/año. Estos ahorros representan el 73% de la energía consumida antes de la renovación. Esta demanda residual es cubierta en un 70% por el sistema fotovoltaico, el cual produce 20.900 kWh/año.

Ahorro CO_2

El ahorro de CO_2 resultante de implementar la Opción C es de 102,02 toneladas/año.

Evaluación Económica

Costes de renovación

INVERSIONES	€
Sistema de climatización	80.336
Sistema de iluminación	**18.905**
Energía renovable	25.707
Sombra	**25.000**
Sistema Solar Pasivo	1.230
Sistema de control	20.910
Inversión Total	**172.088**
Los costes incluidos incluyen un 23% de IVA.	

El coste de las intervenciones que se han excluido son 83.505 € para aislamiento interior y 5.350 € para las ventanas.

Ahorro Económico

Los ahorros económicos totales anuales son de 17.790 € y consiste en ahorros en gasto energético y de mantenimiento de 14.354 € y 3.436 €, respectivamente.

Plan de Financiación

Bajo las condiciones actuales de ajuste económico, el Municipio de Alimos ha limitado los recursos de financiación para la remodelación energética. El modelo de financiación más adecuado es el de asignar el proyecto a una Empresa de Servicios Energéticos (ESCO). La ESCO es responsable de conseguir el coste total de inversión, implementar el proyecto, realizar el mantenimiento durante el periodo del contrato y garantizar el rendimiento energético de las soluciones pactadas. Los ahorros económicos corresponden a ahorros energéticos, que se compartirán entre la ESCO y el Municipio, de acuerdo al modelo de contrato "Ahorros Compartidos".

Estructura de Financiación del Proyecto

La fuente de financiación más eficiente en el mercado para implementar el proyecto son los fondos de mercado (capital privado, préstamo bancario), seguido de un Préstamo Bonificado. El menos favorable son las Subvenciones, ya que tienen un efecto retorno nulo. Aun así, en muchas renovaciones de nZEB, las Subvenciones son necesarias para convertir un proyecto en atractivo para el mercado y, por lo tanto, vendible. La estructura de financiación óptima debería incluir la provisión de suficientes préstamos bonificados, ya

que estos últimos hacen el proyecto más atractivo y vendible.

La estructura de financiación óptima consiste en:

- Inversión de capital por la ESCO - 24%
- Préstamo Bonificado - 65%
- Financiación del IVA - 11%

El periodo esperado de amortización del proyecto es de aproximadamente 10 años, mientras que la duración del EPC es de 15, lo cual todavía es aceptable en el mercado.

Otras consideraciones

EL EPC tiene en cuenta que los ahorros económicos importantes se asignan a la amortización de la inversión, proporcionando anualmente al Municipio, que no contribuye al coste de capital, un 5% del ahorro económico. Una vez que el EPC venza, todo el ahorro económico se entregará al Municipio.

Biblioteca Municipal

Tipo de Edificio	Biblioteca
Año de construcción	1984
Superficie / Volumen	611 m^2 / 2.185 m^3
Socio del Proyecto Responsable	EUDITI- Energy & Environmental Design

Descripción del edificio

El edificio de la Biblioteca Municipal se construyó en 1984. Consta de cinco plantas y un sótano. El Municipio destina las tres primeras plantas y el sótano a la Biblioteca Municipal, oficinas, actividades escolares y cursos de baile. El resto del edificio es residencial.

El edificio es de forma alargada y se extiende de norte a sur. Tiene una orientación de sur a oeste con una desviación de 53º.

El perfil de ocupación es de 07:30 a 20:30. Hay 13 empleados y se reciben alrededor de 70 visitantes al día.

Estado actual del edifico - problemas técnicos y de otro tipo detectados

Es un edificio independiente y la construcción es típica del periodo y la región.

La estructura portante es de pared de doble ladrillo y hormigón armado. Las paredes están aisladas con aislamiento de poliestireno de 5 cm, instalado entre las dos capas. La losa de cubierta está aislada con aislamiento de poliestireno de 8 cm. Las ventanas son de doble acristalamiento con un marco de aluminio.

La envolvente tiene puentes térmicos debido al tipo de construcción de la pared.

Para calentar y refrigerar el edificio se usan sistemas de aire acondicionado split y de techo mediante energía eléctrica. Se usan radiadores de aceite para calefactar el sótano y el primer piso. También existe un sistema de calefacción central que actualmente se encuentra fuera de servicio.

La iluminación está mayormente compuesta por tubos fluorescentes T8 con balasto magnético.

Limitaciones económicas, financieras y legislativas

Riesgos Económicos/Financieros

El hecho de que el municipio alquile este edificio, supone el riesgo de un posible traslado de la biblioteca antes del periodo de amortización. Sin embargo, esto se considera un riesgo del tipo medio-bajo.

El coste total del consumo de energía es bajo y esto afecta al periodo de amortización de la inversión, que es bastante largo para algunas intervenciones. Esto ocurre porque su funcionamiento diario es corto y la demanda de energía de los servicios/actividades es modesta.

Obstáculos Legislativos

En edificios con sistema de calefacción central no siempre es fácil eliminar y/o reemplazarlo por un sistema más flexible. Este obstáculo aparece cuando hay más de un propietario y no todos están de acuerdo con este cambio. En este caso, la normativa relativa a edificios con varios propietarios requiere un voto unánime o mayoritario. Por ello, la opción más viable es mejorar el sistema de calefacción central existente. Además, la instalación de placas fotovoltaicas en el tejado tiene que ser aprobado por todos los propietarios del edificio.

Plan de Renovación

Envolvente del Edificio

Envolvente Opaca: Se mejorará el aislamiento térmico de las paredes y el tejado con unos 5 cm

adicionales de poliestireno 0.032 W/mK instalados externamente. El grosor se seleccionó a partir de un análisis de sensibilidad. Es importante tener en cuenta que debido a la concentración del funcionamiento del edificio durante el día y el clima suave existente en la zona, un mayor grosor no contribuiría a una reducción de las pérdidas de calor.

Acristalamiento: Al igual que para el aislamiento térmico, se realizó un análisis de sensibilidad en relación al Valor-U de la ventana. Tras un análisis de sensibilidad para distintos Valores-U, se concluyó que la elección óptima sería una ventana de Valor-U de 1,80 W/m^{2}K. Se tiene previsto un revestimiento de baja emisión en la parte interna del panel de vidrio exterior con el fin de reducir el calor exterior. El acristalamiento tiene un factor solar del 42% y una transmisión de luz del 66%.

Ventilación nocturna/natural: Para reducir aún más las necesidades de energía destinada a la refrigeración, se ha previsto ventilación nocturna/natural. Se instalarán rendijas de ventilación con reguladores de aire en las fachadas opuestas del edificio con el fin de conseguir una ventilación cruzada en cada planta. Las aberturas de ventilación funcionarán automáticamente solo cuando la temperatura exterior sea más baja que la interior.

Sistema de climatización

Los sistemas de refrigeración existentes se sustituirán por sistemas de aire acondicionado nuevos y más eficientes.

En cuanto a la calefacción del edificio, se consideró que la elección óptima es reemplazar la vieja caldera por una nueva de Pellets. La renovación consiste en simplemente sustituir el quemador de fuel y sustituirlo por un quemador nuevo de pellets de madera alimentado automáticamente. El sistema de calefacción de fuel se transformará a uno más ecológico. Además, las tuberías del sistema de calefacción central se aislarán con aislamiento de 9 mm con el fin de reducir pérdidas, y la bomba de agua de la calefacción central se reemplazará por una nueva equipada con tecnología inverter para reducir aún más el consumo.

Iluminación

Se sustituirán todas las lámparas del edificio por lámparas LED nuevas. Además, se cambiará el cableado de los accesorios de iluminación para mejorar la división en zonas de la iluminación de las habitaciones. También se instalarán sensores diurnos en las luminarias que se encuentran cerca de las ventanas de los 3 pisos superiores. Las intervenciones anteriores dan la oportunidad de aprovechar la luz diurna, ya que la iluminación artificial se puede apagar automáticamente cuando se alcanzan los niveles de iluminación deseados.

RES

Además de un sistema de calefacción central alimentada por una caldera de biomasa, se instalará un sistema fotovoltaico de 5,73 kWp sobre el tejado, llegando a una producción anual de energía de 8.040 kWh.

Termostatos y contador de energía

El uso de un termostato en cada habitación del edificio asegurará que la temperatura interior de la zona deseada se mantenga estable y prevendrá un consumo excesivo de energía. Además, con el fin de grabar el consumo de energía de los sistemas de aire acondicionado e iluminación, se instalarán contadores de energía en el cuadro eléctrico de cada piso.

Evaluación del Plan de Renovación

Se diseñaron tres opciones de renovación alternativas, sin incluir la mejora de la envolvente, con el fin de establecer un periodo de amortización de la inversión de renovación más bajo y aumentar el potencial de atraer financiación privada. La Opción A solo excluye el aislamiento interior, la Opción B solo excluye la sustitución del acristalamiento y la Opción C excluye ambas intervenciones. De entre todas las opciones solo la A alcanza los objetivos CERtuS, pero la más atractiva económicamente es la Opción C

	TODAS LAS INTERVENCIONES	OPCIÓN C
Ahorro Energético Primario kWh/año	108.614	107.047
Coste (€)	127.994	39.988
Ahorro €/año	4.764	4.667
Amortización Simple	26,9	8,6
Ahorro CO_2 toneladas/año	40,31	39,73

Como se puede ver, el ahorro en las dos opciones es similar, pero el coste y el periodo de

amortización simple varían considerablemente. Por esta razón se eligió implementar la Opción C.

Ahorro Energético

El consumo de energía primaria (para calefacción, refrigeración e iluminación) antes de la renovación era de 122.195 kWh/año, y el consumo de energía primaria por metro cuadrado era de 241 kWh/m^2. Tras la renovación (Opción C) el consumo se ha reducido a 15.148 kWh/año o 29,9 kWh/m^2.

Concretamente, las intervenciones de eficiencia energética, excluyendo la electricidad generada por el sistema fotovoltaico, reducen el consumo de energía primaria a 75,8 kWh/m^2, generando un ahorro de 83.728 kWh/año. Estos ahorros representan el 68,5% de la energía consumida antes de la renovación. Esta demanda residual de electricidad es cubierta en un 63% por el sistema fotovoltaico, el cual produce 8.041 kWh/año. Además, el consumo de energía para la calefacción está cubierto por energía biomasa, por lo que, el 90% de la demanda de energía del edificio está cubierta por fuentes de energía renovable.

Ahorro CO_2

El ahorro de CO_2 resultante de implementar la Opción C es de 39.73 toneladas/año.

Evaluación Económica

Costes de renovación

INVERSIONES	€
Sistema de climatización	**18.881**
Sistema de iluminación	**2.645**
Energía renovable	**9.840**
Ventilación nocturna	**4.920**
Sistema de control	**3.702**
Inversión Total	**39.988**
Los costes incluidos incluyen un 23% de IVA.	

El coste de las intervenciones que se han excluido son 38.007 € para aislamiento interior y 50.000 € para las ventanas.

Ahorro Económico

Los ahorros económicos totales anuales son de 4.667 €. El ahorro en gasto energético son 6.167 €, pero el ahorro de mantenimiento después de la renovación es mayor (1.500 euros/año).

Plan de Financiación

Bajo las condiciones actuales de ajuste económico, el Municipio de Alimos ha limitado los recursos de financiación para la remodelación energética de los edificios seleccionados. El modelo de financiación más adecuado es el de asignar el proyecto a una Empresa de Servicios Energéticos (ESCO). La ESCO es responsable de conseguir el coste total de inversión, implementar el proyecto, realizar el mantenimiento durante el periodo del contrato y garantizar el rendimiento energético de las soluciones pactadas. Los ahorros económicos corresponden a ahorros energéticos, que se compartirán entre la ESCO y el Municipio de Alimos, de acuerdo al modelo de contrato "Ahorros Compartidos".

Estructura de Financiación del Proyecto

La fuente de financiación más eficiente en el mercado para implementar el proyecto son los fondos de mercado (capital privado, préstamo bancario), seguido de un Préstamo Bonificado. El menos favorable son las Subvenciones, ya que tienen un efecto retorno nulo. Una vez que se usan los fondos de las Subvenciones, nunca vuelven al mercado. Aun así, en muchas renovaciones de nZEB, las Subvenciones son necesarias para convertir un proyecto en atractivo y vendible para el mercado. La estructura de financiación óptima debería incluir la provisión de suficientes préstamos bonificados, ya que estos últimos hacen el proyecto más atractivo y vendible.

De acuerdo al estudio, la estructura de financiación óptima consiste en:

- Inversión de capital por la ESCO - 24%
- Préstamo Bonificado - 65%
- Financiación del IVA - 11%

El periodo esperado de amortización del proyecto es de aproximadamente 15 años, mientras que la duración del EPC es de 15, lo cual no es favorable pero todavía aceptable en el mercado.

Otras consideraciones

EL EPC tiene en cuenta que los ahorros económicos importantes se asignan a la amortización de la inversión, proporcionando anualmente al Municipio, que no contribuye al coste de capital, un 10% del ahorro económico. Una vez que el EPC venza, todo el ahorro económico se entregará al Municipio.

Oficina del Medioambiente Municipal

Tipo de Edificio	Oficina
Año de construcción	1986
Superficie / Volumen	446 m^2 / 1.518 m^3
Socio del Proyecto Responsable	EUDITI-Energy & Environmental Design

Descripción del edificio

El edificio alberga los servicios de higiene y medioambiente del municipio. Es un edificio de una planta que está rodeado por una zona amplia y abierta con un aparcamiento y unas instalaciones de reparación de vehículos. Se completó su construcción en 1986.

Los edificios colindantes están a una distancia suficiente para que no existan zonas de sombra significantes, y el edificio recibe toda la luz solar posible.

El edificio tiene forma ortogonal y se extiende de este a oeste. Tiene una orientación de norte a este con una desviación de 33º.

El perfil de ocupación es de 07:30 a 15:30 de lunes a viernes. Hay 20 empleados y se reciben alrededor de 10 visitantes al día.

Estado actual del edifico - problemas técnicos y de otro tipo detectados

Es un edificio independiente y el sistema de construcción es típico del periodo y la región.

Las paredes están aisladas con aislamiento de poliestireno de 5 cm, instalado entre las dos capas. La losa de cubierta está aislada con aislamiento de poliestireno de 6 cm y hay un falso techo de fibra mineral en la zona de oficinas. Las ventanas son de doble acristalamiento con un marco de aluminio.

La envolvente tiene puentes térmicos debido al tipo de construcción de la pared.

Para calentar y refrigerar el edificio se usan sistemas de aire acondicionado split.

La iluminación está mayormente compuesta por tubos fluorescentes T8 con balasto magnético.

Limitaciones económicas, financieras y legislativas

Riesgos Económicos/Financieros

Como el edificio solo funciona durante el día, el consumo de energía es bajo comparado con el de edificios que funcionan las 24 horas del día. Esto afecta al periodo de amortización de la inversión, el cual es bastante largo, llegando a 23 años en algunas de las intervenciones, como el aislamiento térmico y la sustitución de ventanas.

El coste de sistemas más innovadores (refrigeración solar, geotérmica, etc.) se considera demasiado alto, por lo que su integración en el edificio no es una solución viable a no ser que se cuenten con subsidios públicos o fondos de otras fuentes.

Obstáculos Legislativos

Existe una restricción respecto a la potencia total del sistema fotovoltaico que se puede instalar en edificios. Para los edificios públicos, la capacidad instalada puede ser del 100% de la capacidad máxima acordada con la empresa de servicio público. Esto limita el tamaño del sistema fotovoltaico aunque haya espacio para uno más grande.

Plan de Renovación

Envolvente del Edificio

Envolvente Opaca: Al igual que en los otros dos edificios, el Ayuntamiento y la Biblioteca Municipal, se mejorará el aislamiento térmico de las paredes y el tejado con unos 5 cm adicionales de poliestireno de 0.032 W/mK instalados externamente. El grosor se seleccionó a partir de un análisis de sensibilidad. Es importante tener en cuenta que debido a la concentración del funcionamiento del edificio durante el día y el clima suave existente en la zona, un mayor grosor no contribuiría a una reducción de las pérdidas de calor.

Acristalamiento: Al igual que para el aislamiento térmico, se realizó un análisis de sensibilidad en relación al Valor-U de la ventana. Tras un análisis de distintos Valores-U, se concluyó que la elección óptima sería una ventana de Valor-U de 1,80 W/m2K. Se tiene previsto un revestimiento de baja emisión en la parte interna del panel de vidrio exterior con el fin de reducir el calor exterior. El acristalamiento tiene un factor solar del 42% y una transmisión de luz del 66%.

Ventilación nocturna/natural: Para reducir aún más las necesidades de energía destinada a la refrigeración, se ha previsto ventilación nocturna/natural. Se instalarán rendijas de ventilación con reguladores de aire en las fachadas opuestas del edificio con el fin de conseguir una ventilación cruzada en cada planta. Las aberturas de ventilación funcionarán automáticamente cuando la temperatura exterior sea más baja que la interior.

Sistema de climatización

El nuevo sistema de climatización será un sistema VRV multizona con una unidad externa y catorce internas. Las unidades internas, que serán del tipo cassette techo, se instalarán en cada oficina y se controlarán individualmente para que cada edificio tenga la temperatura interna deseada. Además, el Sistema de Ventilación con Recuperación de Calor (HRV, por sus siglas en inglés) regulará la temperatura y la humedad de aire fresco entrante para que se iguale a las condiciones internas.

Iluminación

Se sustituirán todas las lámparas del edificio por lámparas LED nuevas. Además, se cambiará el cableado de los accesorios de iluminación para mejorar la división en zonas de la iluminación de las habitaciones. También se instalarán sensores diurnos en la parte noreste. Las intervenciones anteriores dan la oportunidad de aprovechar la luz diurna, ya que la iluminación artificial se puede apagar automáticamente cuando se alcanzan los niveles de iluminación deseados.

RES

Se instalará un sistema fotovoltaico de 26,7 kWp sobre el tejado, llegando a una producción anual de energía de 37.300 kWh. El sistema fotovoltaico previsto está sobredimensionado no solo para la demanda de electricidad (calefacción, refrigeración e iluminación) sino también para otros usos, como el equipo de ordenadores del edificio, impresoras, etc. y la bomba de agua.

Sistema de Gestión Energética de Edificios

Para optimizar el rendimiento del equipo mecánico y eléctrico del edificio, como la iluminación, ventilación y el sistema de climatización, se instalará un sistema de gestión energética de edificios (BEMS).

El BEMS controlará, monitorizará y grabará datos tales como la temperatura del aire, y las horas de funcionamiento y de consumo de energía de cada cassette VRV por separado. También controlará, monitorizará y grabará el consumo de iluminación.

En todas las ventanas se instalará un sensor de encendido/apagado conectado al cassette VRV para que se apague el correspondiente cuando se abra una ventana. Los eventos de apertura y cierre se grabarán en el BEMS.

Evaluación del Plan de Renovación

Se diseñaron tres opciones de renovación alternativas, sin incluir la mejora de la envolvente, con el fin de establecer un periodo de amortización de la inversión de renovación más bajo y aumentar el potencial de atraer financiación privada. La Opción A solo excluye el aislamiento interior, la Opción B solo excluye la sustitución del acristalamiento y la Opción C excluye ambas intervenciones. La opción más atractiva desde un punto de vista económico fue la Opción C.

	TODAS LAS INTERVENCIONES	OPCIÓN C
Ahorro Energético kWh/año	59.543	58.578
Coste (€)	124.396	86.266
Ahorro €/año	7.454	7.205
Amortización Simple	16,7	12,0
Ahorro CO_2 toneladas/año	58,9	57,9

Como se puede ver, el ahorro en las dos opciones es similar, pero el coste y el periodo de amortización simple varían considerablemente. Por esta razón se eligió implementar la Opción C.

Ahorro Energético

El consumo energético (para calefacción, refrigeración e iluminación) antes de la renovación

equivalía a 30.160 kWh/año, y el consumo de energía por metro cuadrado era de 97 kWh/m^2. Tras la renovación (Opción C) el consumo se ha reducido a 0 kWh/año.

Concretamente, las intervenciones de eficiencia energética, excluyendo la electricidad generada por el sistema fotovoltaico, reducen el consumo de energía a 25 kWh/m^2, generando un ahorro de 21.278 kWh/año. Estos ahorros representan el 71% de la energía consumida antes de la renovación. Esta demanda residual es cubierta en un 100% por el sistema fotovoltaico, el cual produce 37.300 kWh/año. El excedente de energía de 28.428 kWh/año se destinará a otros usos, tal y como se ha mencionado anteriormente.

Ahorro CO_2

El ahorro de CO_2 resultante de implementar la Opción C es de 57,9 toneladas/año.

Evaluación Económica

Costes de renovación

INVERSIONES	€
Sistema de climatización	**21.550**
Sistema de iluminación	**4.041**
Energía renovable	**45.977**
Ventilación nocturna	**3.874**
Sistema de control	**10.824**
Inversión Total	**86.266**
Los costes incluidos incluyen un 23% de IVA.	

El coste de las intervenciones que se han excluido son 25.830 € para aislamiento interior y 12.300 € para las ventanas.

Ahorro Económico

Los ahorros económicos totales anuales son de 7205 €. Siendo más específico, el ahorro en gasto energético son 4.031, pero el ahorro de mantenimiento después de la renovación es 1.500 euros/año mayor, por lo que los ahorros económicos de energía y mantenimiento conjuntamente son de 3.061 euros/año. Además, los gastos energéticos del edificio se redujeron en 4.144 €/año debido al uso de excedente de energía del sistema fotovoltaico.

Plan de Financiación

Bajo las condiciones actuales de ajuste económico, el Municipio de Alimos ha limitado los recursos de financiación para la remodelación energética de los edificios seleccionados. El modelo de financiación más adecuado es el de asignar el proyecto a una Empresa de Servicios Energéticos (ESCO). La ESCO es responsable de conseguir el coste total de inversión, implementar del proyecto, realizar el mantenimiento durante el periodo del contrato y garantizar el rendimiento energético de las soluciones pactadas. Los ahorros económicos corresponden a ahorros energéticos, que se compartirán entre la ESCO y el Municipio de Alimos, de acuerdo al modelo de contrato "Ahorros Compartidos".

Estructura de Financiación del Proyecto

La fuente de financiación más eficiente en el mercado para implementar el proyecto son los fondos de mercado (capital privado, préstamo bancario), seguido de un Préstamo Bonificado. El menos favorable son las Subvenciones, ya que tienen un efecto retorno nulo. Una vez que se usan los fondos de las Subvenciones, nunca vuelven al mercado. Aun así, en muchas renovaciones de nZEB, las Subvenciones son necesarias para convertir un proyecto en atractivo para el mercado y vendible. La estructura de financiación óptima debería incluir la provisión de suficientes préstamos bonificados, ya que estos últimos hacen el proyecto más atractivo y vendible.

De acuerdo al estudio, la estructura de financiación óptima consiste en:

- Inversión de capital por la ESCO - 14%
- Préstamo Bonificado - 75%
- Financiación del IVA - 11%

El periodo esperado de recuperación del proyecto es de aproximadamente 13 años, mientras que la duración del EPC es de 15, lo cual no es favorable pero todavía aceptable en el mercado.

Otras consideraciones

EL EPC tiene en cuenta que los ahorros económicos importantes se asignan a la amortización de la inversión, proporcionando anualmente al Municipio, que no contribuye al coste de capital, un 5% del ahorro económico. Una vez que el EPC venza, todo el ahorro económico se entregará al Municipio.

COIMBRA, PORTUGAL

AYUNTAMIENTO

Tipo de Edificio	Ayuntamiento / Edificio multifuncional de uso público
Año de construcción	1876-1879
Superficie / Volumen	5.880 m^2 / 40.575 m^3
Socio del Proyecto Responsable	ISR- Universidad de Coimbra

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio se encuentra en el centro urbano de Coimbra y se construyó tras la demolición de parte del antiguo Monasterio de Santa Cruz. Los trabajos de demolición y construcción se realizaron mayormente entre 1876 y 1879, pero algunas obras de construcción se desarrollaron paulatinamente hasta principios del siglo XX. El edificio se usa como el ayuntamiento del Municipio de Coimbra, y está compuesto mayormente de oficinas y zonas de almacenaje.

El edificio normalmente se encuentra ocupado entre las 7:30 y 19:30 de lunes a viernes. Sin embargo, solo está abierto al público entre las 9:00 y 17:00. El edificio cuenta con 220 empleados, y es frecuentado por más de 25.000 usuarios/año.

ESTADO ACTUAL DEL EDIFICO - PROBLEMAS TÉCNICOS Y DE OTRO TIPO DETECTADOS

El edificio consta de tres plantas y dos intermedias, y su fachada principal está orientada al oeste.

Las paredes exteriores están hechas de mampostería de piedra con un grosor variable entre 90 a 145 cm. Todas las ventanas y puertas del balcón son de acristalamiento simple con marcos de madera. Una medición térmica realizada en el interior del edificio evidenció que las paredes tienen un buen rendimiento térmico pero las ventanas, con acristalamiento simple y marcos de madera, evidencian problemas de aislamiento, que se encuentran agravadas por su envejecimiento, contribuyendo a las altas pérdidas de calor en invierno.

Algunas de las características del edificio contribuyen a un rendimiento térmico pobre. Su orientación no es ideal y requiere un consumo adicional de energía para calefacción durante el invierno (mayormente al norte del edificio) y para refrigeración durante el verano (mayormente al oeste, sin ninguna protección de la radiación directa del sol.

Las paredes, con una alta inercia térmica, y los altos techos presentan ventajas durante el verano, aunque desventajas durante el invierno, ya que el edificio no se usa durante la noche ni los fines de semana, produciéndose una considerable disminución de la temperatura. Las ventanas tienen poca estanqueidad, permitiendo una alta infiltración de aire, mayormente durante el invierno, lo cual ni es controlable ni deseable.

El edificio no presenta patologías importantes, tales como condensación y el crecimiento de moho.

La iluminación existente se asegura mediante distintos tipos de lámparas y luminarias, incluyendo tubos lineales fluorescentes T8 y T5, distintos tipos de tubos fluorescentes compactos, tubos incandescentes, proyectores y focos halógenos, y lámparas de halogenuros metálicos.

El sistema de climatización está garantizado con varias bombas de calor, que se instalaron paulatinamente. Por lo tanto, hay distintos tipos de equipo con distintas características y rendimiento. En total hay 8 unidades multisplit y 21 monosplit. Casi todas las zonas de uso permanente tienen un sistema de climatización. Se controlan localmente y de forma individual.

LIMITACIONES ECONÓMICAS, FINANCIERAS Y LEGISLATIVAS

Riesgos Económicos/Financieros

El mayor obstáculo económico a la hora de implementar el plan de renovación es la alta inversión global, el cual se agrava con la falta de presupuesto público y la reducida disponibilidad de

mecanismos financieros (mayormente debido a la crisis económica y el periodo de transición entre los Marcos Comunitarios de Apoyo). El mayor riesgo económico es la fiabilidad de la cantidad de inversión total requerida para su ejecución, ya que los precios de las tecnologías varían a lo largo del tiempo, y en algunas tecnologías, como la fotovoltaica, la oscilación de precios puede ser considerable. Otra incertidumbre es el porcentaje de reducción de precio que se consiga en el proceso de compra pública.

Obstáculos Legislativos

Coimbra -con su parte vieja, universidades y edificios antiguos y otras estructuras urbanas- está inscrita en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO desde el 22 de junio de 2013. El inmueble se llama Universidad de Coimbra — Alta y Sofia (http://worldheritage.uc.pt/). Está compuesto por un complejo de edificios cuya historia ha estado asociada a la institución académica, tanto a través de la participación en el proceso de generación y difusión de conocimiento como de la creación de tradiciones identificadoras y culturales únicas. El Ayuntamiento de Coimbra se encuentra en esta zona, y por lo tanto hay fuertes restricciones para la renovación de este edificio debido a las normas de protección. En consecuencia, no se puede ejecutar ningún cambio en la envolvente del edificio que tenga un impacto visual.

PLAN DE RENOVACIÓN

Envolvente del Edificio

Las paredes tienen un buen rendimiento térmico. Está previsto realizar una renovación del tejado. Por lo tanto, no se consideró ninguna mejora de la envolvente opaca en el plan de renovación.

Las ventanas tienen grandes pérdidas térmicas. Sin embargo, debido a que el edificio es parte del inmueble "Universidad de Coimbra — Alta y Sofia" inscrito en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO, no es posible sustituir las ventanas por ventanas de doble acristalamiento mediante soluciones estándar (la solución habitual es implementar otra ventana en el interior). Dado que estos marcos deben estar específicamente diseñados para este edificio, no se puede asegurar su sustitución con las soluciones existentes en el mercado y supondrían un alto coste. Por lo tanto, no se consideró ninguna mejora de las aberturas en el plan de renovación.

Sistema de climatización

El sistema de climatización está compuesto por 8 unidades multisplit y 21 monosplit con una potencia de refrigeración total de 273,02 kW. La mayoría de los sistemas son antiguos y tienen bajos niveles de eficiencia. No se consideró la sustitución de sistemas monosplit por multisplit y una concentración menor de sistemas multisplit, ya que el impacto del proceso de instalación sobre el uso del edificio sería mayor. Por lo tanto, siempre se consideró la sustitución de sistemas del mismo tipo pero de mayor eficiencia y manteniendo la misma potencia total.

Iluminación

La iluminación existente se compone de distintos tipos de lámparas y luminarias, incluyendo tubos lineales fluorescentes T8 y T5, distintos tipos de tubos fluorescentes compactos, tubos incandescentes, proyectores y focos halógenos, y lámparas de halogenuros metálicos. La acción prevista es reemplazar todas las lámparas por lámparas LED nuevas.

RES

Debido a que el edificio es parte del inmueble "Universidad de Coimbra — Alta y Sofia" inscrito en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO, y como no es posible lograr un edificio nZEB sin generación y no hay otras opciones disponibles, se debe considerar el uso de tecnología fotovoltaica. Debido a las normas de protección, no se consideró el uso de paneles fotovoltaicos tradicionales por su alto impacto visual y sí el uso de tejas solares para sustituir el tejado actual. También se consideró la instalación de 2,102 m^2 (debido a las distintas inclinaciones del tejado) de paneles fotovoltaicos de película fina, asegurando una potencia de instalación de 126,1 kWp. Esto garantizará una generación de 143,3 MWh/año.

Otros

Las TICs y otros aparatos (mayormente PCs, monitores e impresoras, sistemas de UPS grandes

y un centro de datos pequeño) no representan individualmente una cuota importante del consumo de energía y, por lo tanto, los ahorros conseguidos con dichos aparatos no tendrían un impacto significativo sobre el consumo total de energía. La sustitución de estos aparatos por aparatos nuevos no es rentable desde un punto de vista de ahorro energético y, por lo tanto, no se ha considerado en el plan de renovación. Sin embargo, a lo hora de sustituir TICs se recomienda instalar únicamente TICs con bajo consumo energético.

Evaluación del Plan de Renovación

Ahorro Energético	249.599 kWh
Coste	723.949€
Ahorro	42.739 €/año
Amortización Simple	16,94 años
Ahorro CO_2	34,92 toneladas/año

Ahorro Energético

El consumo energético antes de la renovación considerada como base equivalía a 305.107 kWh/año, y el consumo de energía por metro cuadrado era de alrededor de 51,9 kWh/m^2. Tras la renovación, el consumo energético se redujo a 55.508 kWh/año (solo electricidad), y el consumo de energía por metro cuadrado es de 9,4 kWh/m^2. Esto implica unos ahorros de 42.739 euros/año. Esta renovación conseguirá en el edificio un 72.1% de ahorro.

Ahorro CO_2

El ahorro de CO_2 es de 34,92 toneladas/año.

Integración RES

En la evaluación de la generación fotovoltaica se consideró un consumo propio del 90% de la energía. RES asegurará el 72.1% del total de energía consumida.

Evaluación Económica

Costes de renovación

El coste total de la inversión es de 632.068 euros, lo que se traduce en un coste de inversión por metro cuadrado de 107,5 euros/m^2.

INVERSIONES	€
Sistema de climatización	80.209
Sistema de iluminación (interno)	16.917
Energía renovable	534.942
Envolvente del Edificio	0
Sistema de control	0
Inversión para Renovación	**632.068**

Ahorro Económico

El ahorro de gasto energético es de 34.880 euros/año.

Periodo Amortización Proyecto

El periodo de amortización del proyecto es de casi 17 años.

Plan de Financiación

Contrato de Rendimiento Energético (EPC)

En base al Entregable D3.5, se eligió implementar el contrato EPC de "Ahorros Compartidos" (considerado el más usado entre los cuatro países CERtuS). La ESCO debe invertir a través de una sociedad instrumental tipo SPV (una sociedad vehículo).

Duración del EPC

Duración del EPC: 25 años

Fuentes de Financiación

Dado el Plan de Renovación que se ha elegido y las características del proyecto, la participación de la ESCO es posible en las condiciones de mercado actuales, pero necesita de una mezcla de fuentes de financiación, en particular el uso de Fondos Subvencionados.

- El capital es alrededor del 26% de la fuente de financiación total
- Deuda principal es alrededor del 61% de la fuente de financiación total
- Financiación del IVA es alrededor del 13%

Periodo de Amortización del Capital

El periodo de amortización del capital es de 18 años

Otras consideraciones

En este caso, el proyecto genera los suficientes flujos de efectivo como para pagar la deuda, pero no es capaz de remunerar suficientemente el capital invertido por la ESCO. En consecuencia, se considerará sostenible la participación de una ESCO en condiciones de mercado, pero no lo suficientemente rentable.

Casa de la Cultura

Tipo de Edificio	Biblioteca, auditorio y galería de arte
Año de construcción	1991-1993
Superficie / Volumen	13.225 m^2 / 39.944 m^3
Socio del Proyecto Responsable	ISR-Universidad de Coimbra

Descripción del edificio

El edificio se construyó entre 1991 y 1993, y se abrió el 26 de octubre de 1993. Se encuentra cerca del centro de la ciudad y de la universidad. Se usa como Casa Municipal de Cultural y alberga distintos elementos culturales, como la biblioteca, el auditorio y la galería de arte, además de varias oficinas usadas por el municipio. El edificio tiene 8 plantas, con 3 plantas debajo de la planta baja y 4 encima.

El edificio cuenta con 80 empleados, y es frecuentado por 17.500 usuarios/año.

El edificio se usa normalmente según el siguiente horario:

- Del 15 de julio al 15 de septiembre - Lunes a viernes 9:00 a 18:30
- Del 16 de septiembre al 14 de julio - lunes a viernes 9:00 a 19:30 y sábados: 11:00 a 13:00 y 14:00 a 19:00.

Los usuarios solo tienen acceso a las habitaciones de uso público después de las 10:00.

Existen dos zonas del edificio que se encuentran arrendadas a otros organismos:

- Parte de la planta 2ª es un refectorio usado por la Universidad de Coimbra
- Parte de la plata 3ª es usada por el CAPC (Círculo de Artes Plásticas de Coimbra)

Estos espacios son gestionados por dichos organismos, pero reciben electricidad del cuadro general del edificio, y el consumo eléctrico lo paga el municipio.

Estado actual del edifico - problemas técnicos y de otro tipo detectados

Las paredes exteriores están hechos de bloque de hormigón y ladrillo y tienen un grosor variable de entre 20 a 55 cm. Todas las ventanas del edificio son de acristalamiento simple con marcos de aluminio. Casi todas las ventanas tienen contraventanas interiores. La excepción es la fachada delantera de la planta baja, donde hay ventanas oscuras. Las puertas tienen las mismas características que las ventanas.

La fachada trasera presenta condensaciones, mayormente en zonas con vegetación.

La iluminación está compuesta por tubos fluorescentes. La mayoría de las habitaciones tienen falso techo de madera con pequeños agujeros cuadrados; las luminarias están instaladas encima del falso techo.

Los accesorios de iluminación son luminarias abiertas con doble reflector y tienen 2 o 3 lámparas. La instalación de las lámparas por encima del falso techo causan una gran pérdida de luminosidad, lo cual es agravado por la dificultad de mantener estas lámparas y el ser muy común encontrar lámparas defectuosas. Esto da lugar a zonas de baja visibilidad. La acción prevista es reemplazar todas las lámparas por lámparas LED nuevas.

Casi todas las habitaciones de trabajo, además de aquellas para recibir al público, tienen sistema de climatización. Las zonas de circulación no cuentan con un sistema de climatización. La superficie total aclimatada es de alrededor de 6.900 m^2.

El edificio no tiene un sistema de climatización centralizado. Tiene varias unidades monosplit, que se instalaron paulatinamente. La excepción son los silos y zonas de almacén que, con el fin de proteger los documentos, tienen (uno en cada silo) sistemas de control de humedad y temperatura con tuberías.

Limitaciones económicas, financieras y legislativas

Riesgos Económicos/Financieros

El mayor obstáculo económico a la hora de implementar el plan de renovación es la alta inversión global, el cual se agrava con la falta de presupuesto público y la reducida disponibilidad de mecanismos financieros (mayormente debido a la crisis económica y el periodo de transición entre los Marcos Comunitarios de Apoyo). El mayor riesgo económico es la fiabilidad de la cantidad de inversión total requerida para su ejecución, ya que los precios de las tecnologías varían a lo largo del tiempo, y en algunas tecnologías, como la fotovoltaica, la oscilación de precios puede ser considerable. Otra incertidumbre es el porcentaje de reducción de precio que se consiga en el proceso de compra pública.

Obstáculos Legislativos

No existen obstáculos legislativos importantes para renovar este edificio.

Plan de Renovación

Envolvente del Edificio

Se ha renovado el tejado, sustituyendo las losas de cemento-amianto por paneles sandwich compuestos de dos placas metálicas termolacadas con 80 mm de aislamiento de poliuretano.

Se consideraron otras opciones de renovación que requerían obras en la fachada. Sin embargo, se evitaron las opciones de renovación que requerían realizar grandes obras que fuesen incompatibles con las actividades de uso normales del edificio.

Todas las ventanas en el edificio son de acristalamiento simple con marcos de aluminio. No se consideró la sustitución de las ventanas por ventanas de doble acristalamiento en este plan, ya que la opción de sustituir el sistema de HVAC tiene una mejor relación coste y eficacia, y se puede evaluar y monitorizar más fácilmente. Sin embargo, esta sustitución se considerará en futuras renovaciones del edificio.

Sistema de climatización

El sistema de climatización del edificio consta de sistemas monosplit con bombas de calor instaladas en la pared del tejado con una potencia total de 239,27 kW. No se consideró la sustitución de los sistemas monosplit por sistemas multisplit, ya que a pesar del coste potencial inferior de la compra de sistemas multisplit, los costes de instalación serían superiores y el impacto del proceso de instalación sobre el funcionamiento del edificio sería mucho mayor. Por lo tanto, se consideró la sustitución por otros sistemas monosplit de mayor eficiencia, manteniendo la misma potencia total. En el plan de renovación se consideró la sustitución de dichos sistemas por sistemas nuevos de mayor eficiencia, y se optó por un sistema con un COP de 5.74 y un EER de 5.2.

Iluminación

La iluminación actual está mayormente compuesta por tubos lineales fluorescentes T8 con balasto electromagnético. La acción prevista es reemplazar todas las lámparas por lámparas LED nuevas.

RES

El plan de renovación incluyó la instalación de paneles fotovoltaicos orientados hacia el sur, pero siguiendo la orientación del edificio (azimut de 20º) con el fin de minimizar su impacto visual. Por ello, se consideró la instalación de 770 paneles fotovoltaicos, asegurando una potencia instalada de 181 kWp. Esto garantizará una generación de 254,2 MWh/año.

Otros

Las TICs y otros aparatos (mayormente PCs, monitores e impresoras) no representan individualmente una cuota importante del consumo de energía y, por lo tanto, los ahorros conseguidos con dichos aparatos no tendrían un impacto significativo sobre el consumo total de energía. La sustitución de estos aparatos por aparatos nuevos no es rentable desde un punto de vista de ahorro energético y, por lo tanto, no se ha considerado en el plan de renovación. Sin embargo, a lo hora de sustituir TICs se recomienda instalar únicamente TICs con bajo consumo energético.

Evaluación del Plan de Renovación

Ahorro Energético	473.750 kWh
Coste	396.656 €
Ahorro	65.742 €/año

Amortización Simple	6,03 años
Ahorro CO_2	66,27 toneladas/año

Ahorro Energético

El consumo energético antes de la renovación considerada como base equivalía a 487.229 kWh/año, y el consumo de energía por metro cuadrado era de alrededor de 49,4 kWh/m^2. Tras la renovación, el consumo energético se redujo a 13.479 kWh/año (solo electricidad), y el consumo de energía por metro cuadrado es de 1,4 kWh/m^2. Esto implica unos ahorros de 65.742 euros/año. Esta renovación conseguirá en el edificio un 97.2% de ahorro.

Ahorro CO_2

El ahorro de CO_2 es de 66,27 toneladas/año.

Integración RES

En la evaluación de la generación fotovoltaica se consideró un consumo propio del 90% de la energía. RES asegurará el 95.1% del total de energía consumida.

Evaluación Económica

Costes de renovación

INVERSIONES	€
Sistema de climatización	126.945
Sistema de iluminación (interno)	17.121
Energía renovable	194.208
Envolvente del Edificio	0
Sistema de control	0
Inversión para Renovación	**338.274**

El coste total de la inversión es de 338.274 euros, lo que se traduce en un coste de inversión por metro cuadrado de 26,6 euros/m^2.

Ahorro Económico

El ahorro de gasto energético es de 53.081 euros/año.

Periodo Amortización Proyecto

El periodo de amortización del proyecto es de casi 6 años.

Plan de Financiación

Contrato de Rendimiento Energético (EPC)

En base al Entregable D3.5, se eligió implementar el contrato EPC de "Ahorros Compartidos" (considerado el más usado entre los cuatro países CERtuS). La ESCO debe invertir a través de una sociedad instrumental tipo SPV (una sociedad vehículo).

Duración del EPC

Duración del EPC: 15 años

Fuentes de Financiación

Dado el Plan de Renovación que se ha elegido y las características del proyecto, la participación de la ESCO es posible en las condiciones de mercado actuales, ya que es capaz de generar los suficientes flujos de efectivo para amortizar el préstamo y remunerar el capital invertido por la ESCO.

- El capital es alrededor del 26% de la fuente de financiación total
- Deuda principal es alrededor del 60% de la fuente de financiación total
- Financiación del IVA es alrededor del 14%

Periodo de Amortización del Capital

El periodo de amortización del capital es de 13 años.

Otras consideraciones

Con esta estructura de financiación, la participación de una ESCO es posible y la remuneración del capital invertido, en términos de TIR, se considera adecuado para este tipo de proyectos.

Centro Escolar Solum

Tipo de Edificio	Centro Escolar
Año de construcción	En la década de los 50
Superficie / Volumen	1.655 m^2 / 6.269,21 m^3
Socio del Proyecto Responsable	ISR-Universidad de Coimbra

Descripción del edificio

EL Centro Escolar Solum (Escola Básica do 1º Ciclo da Solum) se encuentra en el este de la ciudad, cerca del Estadio y la zona comercial.

El centro escolar se construyó en la década de los cincuenta, y fue un colegio anexo a las academias de formación de profesores que se dedicaban a la formación pedagógica. En los años 90 se transformó en un centro escolar de educación básica. Hace 10 años se construyó el refectorio y se renovó parcialmente el edificio.

El colegio tiene alrededor de 300 estudiantes. El horario de las actividades diarias (lunes a viernes) es el siguiente:

- Clases – 9:00 a 12:30 y 14:00 a 16:00
- Comida - 12:30 a 14:00
- Actividades extraescolares - 16:30 y 17:30
- Apoyo familiar - 7:30 a 9:00 y 17:30 y 19:00

Estado actual del edifico - problemas técnicos y de otro tipo detectados

El colegio consiste de 2 edificios de 39,8 x 9,5 m cada uno y 1 edificio (refectorio) con 2 zonas de 9,73 x 6,5 m por un lado y 7,15 x 2,15 m por otro. Los edificios más grandes tienen dos plantas y el edificio refectorio solo uno.

Las paredes exteriores están hechas de bloque de hormigón y ladrillo y tienen un grosor de 55 a 66 cm en los dos edificios y de 35 a 55 cm en el refectorio.

Todos los marcos de ventana son de aluminio, excepto 2 ventanas, los cuales tienen marcos de madera. Estas ventanas se encuentran en el hall del primer piso de cada edificio. Todas las ventanas son de doble acristalamiento, excepto 4 ventanas. Estas ventanas se encuentran en el hall del primer piso de cada edificio y en el lateral de edificio refectorio.

La iluminación está mayormente compuesta por tubos lineales fluorescentes T8 con balasto electromagnético.

Los 2 edificios principales tienen radiadores de agua caliente de pared antiguos. Sin embargo, el sistema ya no se encuentra en funcionamiento y estos edificios se encuentran sin ninguna fuente de calefacción central. La calefacción que se usa en las clases durante los días más fríos son radiadores de aceite.

Limitaciones económicas, financieras y legislativas

Riesgos Económicos/Financieros

El mayor obstáculo económico a la hora de implementar el plan de renovación es la alta inversión global, el cual se agrava con la falta de presupuesto público y la reducida disponibilidad de mecanismos financieros (mayormente debido a la crisis económica y el periodo de transición entre los Marcos Comunitarios de Apoyo).

El mayor riesgo económico es la fiabilidad de la cantidad de inversión total requerida para su ejecución, ya que los precios de las tecnologías varían a lo largo del tiempo, y en algunas tecnologías, como la fotovoltaica, la oscilación de precios puede ser considerable. Otra incertidumbre es el porcentaje de reducción de precio que se consiga en el proceso de compra pública.

Obstáculos Legislativos

No existen obstáculos legislativos importantes para renovar este edificio.

Plan de Renovación

Envolvente del Edificio

El edificio se renovó recientemente y, por lo tanto, la envolvente del edificio no presenta problemas significantes. Además, dado que el edificio no tiene un sistema de climatización centralizado, una mejora de la envolvente no conseguirá una

reducción del consumo de energía para calefacción y refrigeración. Por lo tanto, no se consideró

Las puertas de entrada principales de los dos edificios no son estancas y existen infiltraciones de flujos de aire. Sin embargo, las zonas de circulación no cuentan con un sistema de climatización y su sustitución no se traduce en ningún ahorro energético. Por lo tanto, no se consideró ninguna mejora de las aberturas en el plan de renovación.

Sistema de climatización

La oportunidad principal de renovación en cuanto al sistema de climatización es la sustitución de la caldera de gas utilizado para calefacción central en el refectorio. Es posible reemplazar esta caldera directamente por una bomba de calor sin la necesidad de realizar una renovación a fondo del sistema.

Las demás zonas del edificio no tienen calefacción central, y en los días más fríos se usan radiadores de aceite en las clases como sistema de calefacción. El edificio no tiene refrigeración, pero no es un problema mayor ya que no se usa el edificio durante los meses más calurosos (no hay clases). Sin embargo, la opción de sustituir los radiadores de aceite por bombas de calor, que también se pueden usar para la refrigeración, daría lugar a un nuevo consumo de energía. Esta renovación aumentaría el confort del edificio. Ahora bien, no se puede considerar como una opción de aumento de eficiencia energética, ya que el consumo total de energía también aumentaría, y, por ello, no se ha incluido en el plan de renovación.

ninguna mejora de la envolvente opaca en el plan de renovación.

Iluminación

La iluminación actual está mayormente compuesta por tubos lineales fluorescentes T8 con balasto electromagnético. La acción prevista es reemplazar todas las lámparas por lámparas T5 con balasto electrónico.

RES

El edificio tiene un pequeño sistema fotovoltaico (18 paneles con una potencia total de 4.23 kW) y un sistema térmico solar de 200 l.

El plan de renovación incluyó la instalación de paneles fotovoltaicos orientados hacia el sur, pero siguiendo la orientación del edificio (azimut de -15º) con el fin de minimizar su impacto visual. Por ello, se consideró las instalación de 72 paneles fotovoltaicos, asegurando una potencia instalada de 16.92 kWp. Esto garantizará una generación de 23.316 kWh/año.

Otros

Las TICs y otros aparatos (mayormente PCs, monitores e impresoras, sistemas de UPS grandes y un centro de datos pequeño) no representan individualmente una cuota importante del consumo de energía y, por lo tanto, los ahorros conseguidos con dichos aparatos no tendrían un impacto significativo sobre el consumo total de energía. La sustitución de estos aparatos por aparatos nuevos no es rentable desde un punto de vista de ahorro energético y, por lo tanto, no se ha considerado en el plan de renovación. Sin embargo, a lo hora de sustituir TICs se recomienda instalar únicamente TICs con bajo consumo energético.

Evaluación del Plan de Renovación

Ahorro Energético	32.191 kWh
Coste	31.469 €
Ahorro	5.082 €/año
Amortización Simple	6,19 años
Ahorro CO_2	5,54 toneladas/año

Ahorro Energético

El consumo energético antes de la renovación equivale a 39.291 kWh/año (electricidad y gas natural), y el consumo de energía por metro cuadrado era de 23,74 kWh/m^2.

Tras la renovación, el consumo energético se redujo a 928 kWh/año (solo electricidad, no se usa gas tras la renovación), y el consumo de energía por metro cuadrado es de 0,56 kWh/m^2. Esto se traduce en un gasto energético de energía de 5.082 euros/año. Esta renovación conseguirá en el edificio un 97.6% de ahorro.

Ahorro CO_2

El ahorro de CO_2 es de 5,54 toneladas/año.

Integración RES

En la evaluación de la generación fotovoltaica se consideró un consumo propio del 90% de la energía. RES asegurará el 96.2% del total de energía consumida.

Evaluación Económica

Costes de renovación

El coste total de la inversión es de 31.469 euros, lo que se traduce en un coste de inversión por metro cuadrado de 19,12 euros/m^2.

INVERSIONES	€
Sistema de climatización	6.556
Sistema de iluminación (interno)	2.920
Energía renovable	21.993
Envolvente del Edificio	0
Sistema de control	0
Inversión para Renovación	**31.649**

Ahorro Económico

El ahorro de gasto energético es de 5.082 euros/año.

Periodo Amortización Proyecto

El periodo de amortización del proyecto es de 6,19 años.

Plan de Financiación

Contrato de Rendimiento Energético (EPC)

En base al Entregable D3.5, se eligió implementar el contrato EPC de "Ahorros Compartidos" (considerado el más usado entre los cuatro países CERtuS). La ESCO debe invertir a través de una sociedad instrumental tipo SPV (una sociedad vehículo).

Duración del EPC

Duración del EPC: 15 años.

Fuentes de Financiación

Dado el Plan de Renovación que se ha elegido y las características del proyecto, la participación de la ESCO es posible en las condiciones de mercado actuales, pero necesita de una mezcla de fuentes de financiación, en particular el uso de Fondos Subvencionados.

- El capital es alrededor del 33% de la fuente de financiación total
- Deuda principal es alrededor del 22% de la fuente de financiación total
- Fondos Subvencionados 31%
- Financiación del IVA es alrededor del 14%

Periodo de Amortización del Capital

El periodo de amortización del capital es de 14 años.

Otras consideraciones

Con esta estructura de financiación, la participación de una ESCO es posible y la remuneración del capital invertido, en términos de TIR, se considera adecuado para este tipo de proyectos.

ERRENTERIA, ESPAÑA

AYUNTAMIENTO

Tipo de Edificio	Ayuntamiento
Año de construcción	1603-2000
Superficie / Volumen	2.961 m^2 / 11.418 m^3
Socio del Proyecto Responsable	TECNALIA

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El Ayuntamiento de Errenteria tiene una apreciable planta cuadrada que define uno de los laterales de la Plaza Herriko, donde convergen cinco de las siete calles del casco medieval. El edificio se comenzó a construir en 1603 y se inauguró en 1607. El Ayuntamiento sufrió importantes daños, ya que Errentería fue incendiado por las tropas francesas en 1638. El saqueo y la destrucción fueron tales que se pensó en erigir un nuevo edificio. En 1654 se procedió a su restauración, cuyas obras se prolongaron hasta 1666. El Ayuntamiento responde a la típica estructura vasca, hecho en sillar de arenisca. Consta de planta baja y dos alturas, con un levante retranqueado de factura posterior. Lleva cuatro huecos por planta, dispuestos en eje y simétricamente. En el año 2000 se comenzó un proyecto de ampliación, que unió los tres edificios: el edificio original del siglo XVII y otros dos edificios de menos relevancia, pero que contribuyen a su uso práctico y al paisaje urbano.

El proyecto se realizó con el fin de mejorar la eficiencia del gobierno local, la circulación, la estabilidad estructural y garantizar el uso unificado en un único edificio. Esto supuso el levantamiento de una nueva estructura detrás de las fachadas originales en los dos edificios menos importantes, manteniendo la escala, los materiales y las aberturas. También se renovó el Ayuntamiento histórico. El patio interior se ha mantenido como elemento destacado del plan, aunque se ha cubierto con un lucernario. El patio proporciona luz diurna a las oficinas. También se construyó un núcleo de escaleras y servicios donde se encontraba un edificio pequeño de importancia menor de una planta. Esta nueva parte de la estructura fue necesaria para que los tres edificios pudieran operar juntos.

ESTADO ACTUAL DEL EDIFICO - PROBLEMAS TÉCNICOS Y DE OTRO TIPO DETECTADOS

El edificio se renovó profundamente en el año 2000, dificultando la consecución del equilibrio entre inversión y mejoras energéticas. La envolvente del edificio (paredes, tejado y ventanas) presenta una transmitancia térmica aceptable y los sistemas existentes (iluminación y sistema de climatización) son relativamente modernos. El edificio no presenta ninguna infiltración de flujos de aire desde el exterior y se mantiene frecuentemente. Sin embargo, aún se pueden realizar mejoras de energía eficiente. En cuanto a los Sistemas de Energía Renovable (RES), la geometría y lugar del edificio son un gran obstáculo para su instalación. El edificio se encuentra en la Parte Vieja, que se caracteriza por sus calles estrechas y la densidad urbana, reduciendo la exposición al sol de los tejados. Además, el edificio original es un edificio protegido y su valor histórico no se puede alterar de forma considerable. No se puede instalar equipo adicional dentro del edificio, ya que cada habitación tiene un uso bien definido, limitando la elección de sistemas nuevos para instalar.

LIMITACIONES ECONÓMICAS, FINANCIERAS Y LEGISLATIVAS

Riesgos Económicos/Financieros

La falta de presupuesto público y la baja disponibilidad de programas de financiación pueden reducir las posibilidades de implementar el programa de renovación propuesto. El equipo instalado en el Ayuntamiento se puede considerar moderno y le queda todavía una larga vida útil. Su eficiencia se podría mejorar concienciando a los usuarios finales, que puede ser tan efectivo como la sustitución por un equipo caro. Sin embargo, el efecto de este tipo de medidas no se puede cuantificar de antemano con facilidad. Además, en España los sistemas fotovoltaicos de hasta 100 kW

no pueden vender electricidad, y se requiere la donación de esta electricidad sin compensación alguna, aumentando los periodos de amortización.

Obstáculos Legislativos

El Ayuntamiento se declaró como Bien Cultural con la categoría de Conjunto Monumental mediante al Decreto 101/1996, de 7 de mayo, fijando su régimen de protección y las restricciones específicas para su renovación. No se pueden aplicar soluciones de alto impacto visual o que puedan dañar la integridad del edificio.

PLAN DE RENOVACIÓN

Envolvente del Edificio

Debido a que el edifico se renovó en el 2000, las paredes, el tejado y las ventanas presentan valores de transmitancia térmica que no justifican altas inversiones, ya que la reducción en la demanda de energía sería baja. La mejora de la transmitancia térmica requeriría grandes obras, lo que implicaría una temporal redistribución de funciones y empleados. La reducción de demanda de energía conseguida no justificaría la inversión.

Sistema de climatización

El sistema de calefacción es centralizado y se puede ajustar en distintos lugares del edificio. Está compuesto de radiadores que se calientan mediante agua caliente usando una caldera de gas. Esta se activa mediante sensores de temperatura exterior. La caldera actual suministra agua caliente a dos edificios: Kapitain Etxea y el Ayuntamiento. Dado que el primer edificio tendrá un sistema independiente, la potencia total actual es demasiada alta, lo que reducirá la eficiencia del equipo actual. La eficiencia del sistema de calefacción se mejorará mediante una caldera de condensación con un alto Coeficiente de Rendimiento (COP). La caldera sugerida en el plan de renovación tiene un COP de 1,1 y una potencia total de 130 kW. El sistema de refrigeración se encuentra dividido en fases independientes. La primera fase refrigera la zona de la tercera planta dedicada a la administración mediante un sistema aire/aire con una bobina de condensador de enfriamiento en el tejado y una bobina de evaporador en el techo. La segunda fase es una solución Sistema de Volumen Refrigerante Variable (VRV) compuesto de 8 unidades condensadoras localizadas en el tejado. Cada unidad condensadora se puede conectar a 7 unidades evaporadoras. Cada unidad evaporadora es independiente dentro del conjunto conectado a la unidad condensadora y esta se controla manualmente mediante un mando a distancia. Además, las ocho unidades condensadoras se controlan mediante temporizadores que limitan su periodo de funcionamiento al horario del Ayuntamiento. El sistema VRV ofrece niveles aceptables de eficiencia energética y responde a la flexibilidad de los usuarios, por lo que no se espera ninguna intervención.

Iluminación

En el plan de renovación propuesto, los tubos fluorescentes se sustituirán por lámparas LED. Donde sea posible (p. ej. zonas de paso sin iluminación natural suficiente), se instalarán controladores automáticos.

RES

El programa de renovación incluye la instalación de paneles fotovoltaicos sobre el tejado del edificio. Teniendo en cuenta la superficie útil, se instalarán paneles en las cubiertas inclinadas. La planta, de 40,2 kWp, se compondrá de paneles fotovoltaicos monocristalinos y ocupará una superficie de 332 m^2.

EVALUACIÓN DEL PLAN DE RENOVACIÓN

Ahorro Energético Primario	231.045 kWh
Coste	169.683 €
Ahorro Energía y Mantenimiento	12.374 €/año 21.478 €/año
Amortización Simple	5,6 años
Ahorro CO_2	57,36 toneladas/año

Ahorro Energético

Actualmente, el edificio tiene un consumo de energía final de gas de 131.630 kWh y de electricidad de 147.530 kWh. El consumo de energía primaria total es de 517.999 kWh. El plan de renovación propuesto reduciría el consumo de energía final de gas a 127.040 kWh y el de electricidad a 60.783 kWh. El consumo de energía primaria total se reduciría a 286.954 kWh. El ahorro energético primario será por lo tanto de 231.045 kWh. Teniendo en cuenta los precios de electricidad y gas para el 2015 en España, los ahorros serán de 12.374 €/ año.

Ahorro CO_2

El ahorro de CO_2 se estima en 57,36 toneladas/año.

Integración RES

El 39% de la energía será proporcionada por sistemas de energía renovable. La tecnología fotovoltaica garantizará una generación de 38.757 kWh/año.

Evaluación Económica

Costes de renovación

El coste total de la inversión es de 169.683 euros, lo que se traduce en un coste de inversión por metro cuadrado de 57,30 euros/m^2.

INVERSIONES	€
Sistema de climatización	9.760
Sistema de iluminación (interno)	10.493
Energía renovable	149.430

Ahorro Económico

El gasto energético es de 11.698 euros/año. El gasto de mantenimiento después de la renovación es menor (9.781 euros/año). Esto afecta positivamente, a nivel económico, a los ahorros totales que se pueden obtener por la intervención: el ahorro económico de energía y mantenimiento es de 21.478 euros/año.

Periodo Amortización Proyecto

El periodo de amortización del proyecto es de 9 años. Desde el punto de vista de una ESCO, se considera alguna inversión adicional con el fin de proporcionar al proyecto la suficiente liquidez para pagar los intereses y gastos bancarios y para financiar el capital circulante inicial.

Plan de Financiación

Contrato de Rendimiento Energético (EPC)

Aunque el proyecto tiene un periodo de amortización adecuado, los flujos de efectivo no hacen que sea un contrato atractivo para la ESCO en estas condiciones de mercado. Si se quiere conseguir que el proyecto sea más atractivo para una ESCO, se requiere un importante apoyo financiero y se debería aumentar la duración del contrato EPC. En este caso, se implementó una estructura de financiación específica de las siguientes características:

- Inversión de capital por la ESCO 9%;
- Fondos Subvencionados por el 40%; y
- Subvención del 40%.

Implementar este contrato EPC genera una reducción de gasto para el Municipio de aproximadamente 10.365 euros/año, que resultan del 5% de ahorro energético compartido de 585 euros y la reducción en gastos de mantenimiento de 9.781 euros.

Hay tres tipos de contratos que mejor se adaptan a las necesidades del Municipio: First In (Primero en Entrar), First Out (Primero en Salir) y Ahorros Compartidos. Los tres contratos transfieren más del 70% del riesgo a la ESCO, asegurando al Municipio, que ha declarado no tener experiencia en gestionar contratos EPC. El contrato que ofrece mayores garantías a la Ciudad es el First Out, con el 78% del riesgo transferido a la ESCO.

El análisis de las diferencias entre los tres tipos de riesgo correspondientes a los tres contratos EPC aplicables (FIRST IN, FIRST OUT y AHORROS COMPARTIDOS) muestra:

• FIRST IN = una mayor transferencia a la ESCO del riesgo de contraparte y una menor transferencia del riesgo de tecnología

• FIRST OUT = una mayor transferencia a la ESCO de los riesgos de mercado y una menor transferencia del riesgo de tecnología

• AHORROS COMPARTIDOS = una menor transferencia a la ESCO de los riesgos de mercado

Duración del EPC

La duración del contrato EPC es de aproximadamente 20 años.

Fuentes de Financiación

La solución óptima podría ser el contrato de Ahorros Compartidos en el que:

- El ahorro energético se comparte entre la ESCO y el Municipio (solo el 5%) con el fin de reducir la duración del contrato, que en este caso sería de aproximadamente 20 años;
- Todas las intervenciones serán realizadas por la ESCO, el cual asume el riesgo tecnológico y garantiza los ahorros;
- El Municipio financia directamente parte de las intervenciones a través de fondos de los PAES y el uso de fondos de préstamo.

Otras consideraciones

Si se quiere conseguir que la inversión sea más atractiva para la ESCO, el proyecto podría considerar formas alternativas al contrato EPC estándar; por ejemplo, implementar otro tipo de contrato o un servicio global o una contratación directa por parte del Municipio. Además, dada la pequeña dimensión del proyecto, podría ser una buena opción añadir más de una iniciativa. Este añadido podría ser útil para conseguir rentabilidad, mayores ingresos y sinergias.

KAPITAIN ETXEA

Tipo de Edificio	Archivo municipal
Año de construcción	1650 (aprox.)
Superficie / Volumen	395 m^2 / 1.362 m^3
Socio del Proyecto Responsable	TECNALIA

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Tras el incendio catastrófico en 1638, Errenteria empezó a reconstruir la ciudad. Las casas más destacadas en el centro histórico datan de este periodo. Una de las casas ancestrales es conocida actualmente como Kapitan Etxea (La Casa del Capitán, en vasco), por su miembro más ilustre, Martín de Rentería y Uranzu, conocido como "el capitán de Errenteria". Es un edificio ubicado entre medianeras, de planta rectangular y cubierta a dos aguas con el caballete paralelo a la fachada principal, que está realizado en aparejo de sillería arenisca. En principio presentaba planta baja y dos alturas, que quedaban separadas por platabandas. No obstante, la parte superior ha sufrido importantes alteraciones: los pisos quedan desplazados de su altura original y los huecos interrumpen las platabandas. En 1925 el edificio original estaba dividido en dos, y ahora solo es posible distinguir las diferencias entre los tejados. Presenta un único eje de vanos en la planta baja, y balcones volados con baranda de hierro forjado en las alturas primera y segunda. La parte derecha es una casa de viviendas, pero la izquierda, fue convertida en casa de cultura, limpiándose la fachada y transformándose totalmente el interior en 1984.

Actualmente, el edificio se usa como parte del Archivo Municipal, y presenta malas condiciones de accesibilidad con su entrada restringida solamente a los empleados municipales. El Municipio decidió renovar el edificio con el fin de albergar el Museo del Traje Vasco. Su nuevo uso por lo tanto requerirá intervenciones destinadas a mejorar las condiciones de accesibilidad y confort.

ESTADO ACTUAL DEL EDIFICO - PROBLEMAS TÉCNICOS Y DE OTRO TIPO DETECTADOS

El Municipio ya ha definido un proyecto que consta de incluir un ascensor y una escalera nueva, mientras que las mejoras sobre el comportamiento energético de los edificios se abordan en el proyecto CERtuS. Debido al cambio en el uso del edificio y los sistemas ya instalados, es difícil estimar los valores antes y después de las intervenciones. El consumo real del edificio no se puede usar como valor fiable, ya que el archivo se usa esporádicamente y no se puede comparar con el Museo que abrirá al público de 10:00 a 20:00 todos los días. Por lo tanto, el rendimiento energético se ha calculado simulando el nuevo uso del edificio, tanto para condiciones actuales como futuras. Aun así, la iluminación y el sistema de climatización instalados en el edificio no son suficientes para garantizar el uso y disfrute del Museo por el público. Para conseguir unas mejores condiciones de confort, el sistema de climatización se debe aumentar en tamaño y se debe garantizar una iluminación adecuada. Esto también implicará un aumento de la demanda energética. Sin embargo, el uso continuo del edificio garantizará un mantenimiento adecuado, evitando así cualquier coste asociado con su abandono y permitiendo a los ciudadanos disfrutar de su patrimonio, y por lo tanto preservar la identidad cultural.

LIMITACIONES ECONÓMICAS, FINANCIERAS Y LEGISLATIVAS

Riesgos Económicos/Financieros

A pesar de que el edificio tiene dimensiones limitadas y no se requieren grandes inversiones, la falta de presupuesto público y la reducida disponibilidad de mecanismos financieros siguen

siendo un límite. Mientras que la actualización de la envolvente del edificio mejorará considerablemente la eficiencia energética y permitirá el ahorro, el rendimiento y los beneficios de instalar paneles fotovoltaicos en este lugar específico (poca superficie y baja exposición solar) son limitados. Además, en España los sistemas fotovoltaicos de hasta 100 kW no pueden vender electricidad, y se requiere su donación sin compensación alguna.

Obstáculos Legislativos

La Parte Vieja de Errentería está catalogada debido a su valor histórico y estético. En el caso de Kapitain Etxea, esto implica que las paredes exteriores se tienen que conservar sin modificaciones, mientras que no hay ninguna restricción respecto al ventanaje. No se pueden aplicar soluciones de alto impacto visual o que puedan dañar la integridad del edificio.

PLAN DE RENOVACIÓN

Envolvente del Edificio

El análisis de la demanda de energía en la situación actual evidencia que las ventanas y las paredes son los principales elementos débiles, ya que tienen un pobre rendimiento térmico. Además, el tejado y el suelo contribuyen considerablemente a las pérdidas térmicas por la envolvente del edificio.

Envolvente Opaca: Las paredes delanteras y traseras se han construido en sillar de arenisca; la fachada trasera da a un patio y tiene una fina capa de enlucido, con un Valor-U de 2,60 W/m^{2}K. Dado que es un edificio protegido, las intervenciones solo son posibles en la superficie interior de las paredes y, debido a las limitadas dimensiones del edificio, deberían de garantizar la reducción de superficie de suelo mínima. Se utilizará aislamiento de lana mineral y enlucido de mortero con el objetivo de conseguir un Valor-U de 0,35 W/m^{2}K. El tejado es de madera y se encuentra en mal estado de conservación y se va a sustituir por completo. El tejado nuevo será similar con mejores propiedades de estanqueidad y aislamiento, incluyendo una lámina transpirable, PUR y una barrera de vapor. La intervención reducirá el Valor-U de 2,42 a 0,24 W/m^{2}K. La losa de la planta baja también se mejorará, ya que es de hormigón y se encuentra en contacto directo con la tierra y afectado por el nivel freático. Se incluirá gravilla, cemento y PUR. Esto reducirá el Valor-U de 2,42 a 0,22 W/m^{2}K.

Acristalamiento: El acristalamiento y marcos actuales serán reemplazados por ventanas rellenas de aire con revestimiento de baja emisión y marcos de madera con el fin de no cambiar la estética del edificio. El lucernario actual se eliminará con el fin de instalar paneles fotovoltaicos.

Sistema de climatización

Los sistemas de climatización se renovarán por completo. Como uno de los criterios era evitar radiadores y calefacción radiante, la opción más viable fue un Central de Tratamiento de Aire (AHU, por sus siglas en inglés), que combina ventilación, calefacción y refrigeración. Además, los conductos tendrán un mayor tamaño, existirá un sistema único y se superará el problema de falta de espacio. Para aumentar la eficiencia, el AHU se proporcionará con un sistema de recuperación de calor, que se instalará en el altillo.

Iluminación

Los sistemas actuales de iluminación se componen de distintos tipos de luminarias y lámparas, que se encuentran distribuidas de forma irregular y tienen un alto impacto visual alto. El sistema se sustituirá por completo y se diseñará uno nuevo siguiendo los valores estándar fijados para un museo. Si se propusiese un sistema más eficiente (los valores actuales se encuentran por debajo de la potencia recomendada por zona), la potencia instalada se incrementaría, consiguiendo las condiciones de confort deseadas.

RES

El plan de renovación incluye la instalación de paneles fotovoltaicos. Debido a las pequeñas dimensiones del edificio, la potencia suministrada no será alta, siendo de 3.4 kWp. Se instalarán paneles fotovoltaicos monocristalinos, reemplazando el lucernario. A pesar de ser la mejor orientación, es la zona que se encuentra menos afectada por la sombra y el impacto visual será menor.

Otros

No se tienen previstas otras intervenciones.

EVALUACIÓN DEL PLAN DE RENOVACIÓN

Ahorro Energético	44.919 kWh
Coste	111.636 €
Ahorro	4.971 €/año

Amortización Simple	22 años
Ahorro CO_2	4,95 toneladas/año

Ahorro Energético

Actualmente, el edificio tiene un consumo de energía final de gas de 54.383 kWh y de electricidad de 14.602 kWh. El consumo de energía primaria total es de 93.039 kWh. Según el plan de renovación propuesto no habrá consumo de gas, pero el consumo de energía final de electricidad aumentaría en 9.464 kWh. El ahorro energético primario será de 44.919 kWh. Teniendo en cuenta los precios de electricidad y gas para el 2015 en España, los ahorros serán de 4.971 € al año.

Ahorro CO_2

El ahorro de CO_2 se estima en 4,95 toneladas/año.

Integración RES

El 12% de la energía será proporcionada por sistemas de energía renovable. La tecnología fotovoltaica garantizará una generación de 3.389 kWh/año.

Evaluación Económica

Costes de renovación

El coste total de la inversión es de 111.636 euros, lo que se traduce en un coste de inversión por metro cuadrado de 295 euros/m^2.

INVERSIONES	€
Sistema de climatización	21.540
Sistema de iluminación	26.624
Energía renovable	12.602
Envolvente del Edificio	50.870

Ahorro Económico

El gasto energético es de 1.528 euros/año. El gasto de mantenimiento después de la renovación es menor (3.455 euros/año). Por lo que, el ahorro económico de energía y mantenimiento es de aproximadamente 4.971 euros/año.

Periodo Amortización Proyecto

El periodo de amortización del proyecto es muy largo, más de 22 años. Esta situación tiene un impacto negativo en la sostenibilidad del proyecto y, por lo tanto, a la hora de atraer las ESCOs.

Plan de Financiación

Contrato de Rendimiento Energético (EPC)

El proyecto implica un cambio de uso del edificio: de archivo a Museo del Traje Vasco. Por esta razón, una comparación con la situación anterior en cuanto a consumo de energía y ahorro no es posible.

La inversión del proyecto no es amortizable en 15 años por sí sola, ya que los ahorros económicos son mínimos comparados con los costes de la inversión. Por lo tanto, es muy complicado implementar un contrato EPC. A pesar de todo, para implementar un contrato EPC, este debería tener las siguientes características:

- Inversión de capital por la ESCO 10%;
- Subvención del 88%; y
- Financiación del IVA 2%.

El análisis muestra que solo hay dos tipos de contratos mejor posicionados para cumplir con las necesidades de la Ciudad de Errentería: Ahorros Garantizados y Ahorros Compartidos. Los Ahorros Compartidos transfieren más del 70% del riesgo a la ESCO, asegurando al Municipio, mientras que el contrato de Ahorros Garantizados transfiere aproximadamente el 60% de los riesgos.

Duración del EPC

La duración del contrato EPC es de aproximadamente 25 años, más alto de lo normal en el mercado.

Estructura de financiación

La solución óptima podría ser construir en base a una mezcla de ambos tipos, donde:

- todas las intervenciones son realizadas por la ESCO, el cual asume el riesgo tecnológico y garantiza los ahorros;
- la mayoría del trabajo lo financia la Ciudad, la cual asume el riesgo financiero, y una parte pequeña es financiada directamente por la ESCO; y
- la ESCO realiza el mantenimiento y comparte los ahorros en la parte que es medible. De hecho, como se ha comentado anteriormente, en estos dos casos, no es posible decir que sean situaciones distintas en cuanto al uso de los edificios antes y después de su renovación.

El municipio debería considerar un contrato público / privado con la participación de la ESCO en las actividades relacionadas con la prestación de servicios destinados al nuevo uso de los edificios, como los servicios de gestión y mantenimiento. Esto generaría una mayor participación de las ESCOs en el funcionamiento del edificio y mayores ingresos al permitir que la ESCO realice una mayor inversión, reduciendo así la financiación por parte del Municipio.

Otras consideraciones

Si se quiere conseguir que la inversión sea más atractiva para la ESCO, el proyecto podría considerar formas alternativas al contrato EPC estándar; por ejemplo, implementar otro tipo de contrato o un servicio global o una contratación directa por parte del Municipio. Además, dada la pequeña dimensión del proyecto, podría ser una buena opción añadir más de una iniciativa. Este añadido podría ser útil para conseguir rentabilidad, mayores ingresos y sinergias.

LEKUONA

Tipo de Edificio	Industrial
Año de construcción	1963
Superficie / Volumen	4.406 m^2 / 20.328 m^3
Socio del Proyecto Responsable	TECNALIA

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Lekuona es un apellido que se encuentra ligado a una tradición larga de panaderos, y estos abrieron la primera tienda en Errenteria en 1858, donde continúan con su actividad. Con el paso del tiempo, la pequeña tienda se convirtió en una panadería industrial. La necesidad de adaptar el negocio a un entorno cambiante requería su desarrollo tecnológico. Por esta razón, la empresa decidió trasladarse a finales de los sesenta a un edificio industrial ubicado cerca del río, conocido como el "Edificio Lekuona". La panadería continuó con su actividad en este edificio hasta el año 2005, que es cuando la familia decidió trasladarse a una planta aún mayor. El Edificio Lekuona, que actualmente se encuentra abandonada, es propiedad del Municipio de Errenteria, que es el responsable de su conservación, rehabilitación y su reutilización. Este edificio está protegido parcialmente por la Ley de Costas y su naturaleza industrial debe preservarse. El Municipio está llevando a cabo un ambicioso proyecto de transformar el edificio en una escuela de danza y centro cultural que llevará el nombre de “Dantzagune – Arteleku”, como parte del Plan Estratégico de la ciudad, con el fin de ser un centro creativo y cultural.

El edificio Lekuona se encuentra al lado del estuario Oiartzun, que está formado por una gran estructura central con dos edificios adyacentes sumando una superficie total de 2000 m^2. El edificio tiene tres plantas y un sótano. Tiene forma rectangular con un trapezoide adyacente. La planta baja y el primer piso tienen parecida geometría, pero el segundo piso es una ampliación posterior del edificio. El proyecto de renovación, que ya se aprobó por el Municipio, tendrá una superficie mayor, ya que se construirá una nueva parte. El diseño propuesto se encuentra en línea con los estándares de eficiencia energética y será de clase A según el Código de Técnico de Edificación (CTE).

ESTADO ACTUAL DEL EDIFICO - PROBLEMAS TÉCNICOS Y DE OTRO TIPO DETECTADOS

El Municipio de Errentería se ha embarcado en un proyecto ambicioso de transformar el antiguo edificio industrial en un centro cultural moderno. La política del gobierno local se encuentra claramente enfocada a una solución de eficiencia energética. Por lo tanto, este proyecto de renovación será una referencia para la región. Este edificio se ha clasificado como Clase Energética A y se ha diseñado para conseguir un muy bajo consumo energético y unas muy bajas emisiones de CO_2 en comparación con un edificio estándar. Desde el principio del proyecto, se han considerado tipos de envolvente adecuados, materiales apropiados para la envolvente, y el uso de RES o sistemas eficientes. Al ser un proyecto de renovación que ya se ha diseñado en profundidad, se considera que no hay posibilidades de incluir muchas mejoras adicionales. Sin embargo, se han detectado algunas acciones especialmente relacionadas con el uso de RES que se pueden implementar para conseguir mejores resultados. Además, si tenemos en cuenta la disposición del Municipio de mejorar la eficiencia de los edificios municipales, en un futuro cercano tendrán en cuenta las medidas que se proponen en el marco del proyecto CERtuS.

LIMITACIONES ECONÓMICAS, FINANCIERAS Y LEGISLATIVAS

Riesgos Económicos/Financieros

El Municipio de Errentería y el Gobierno Provincial ha realizado un considerable esfuerzo presupuestario para financiar y llevar a cabo el actual programa de renovación, llegando el total del proyecto a 6,5 millones €. Por lo que, no se debe infravalorar el riesgo de implementar más medidas en el proyecto. Esto se debe a la incertidumbre en el marco legal relativo al uso de paneles fotovoltaicos. El uso de paneles fotovoltaicos se limita drásticamente por una serie de tasas que

penalizan la rentabilidad económica del sistema instalado (por ejemplo, una cuota por cada kWh producido). Además, la electricidad producida y no consumida se deberá depositar en la red sin compensación alguna.

Obstáculos Legislativos

Parte del edificio está protegido por la Ley de Costas 22/88 (1988). Esta ley protege una distancia de 20 m de la costa del estuario. La parte del edificio incluido en esta zona por lo tanto se mantendrá y restaurará, mientras que se añadirá una estructura en la parte trasera.

Plan de Renovación

Envolvente del Edificio

Las nuevas tipologías constructivas de los elementos de la envolvente se encuentran en conformidad con la finalidad de los edificios nZEB. Estos elementos han sido diseñados adecuadamente, y las posibilidades de reducir significativamente la demanda energética son pequeñas. El proyecto presenta un buen equilibrio entre los elementos retenedores del edificio existente y el cumplimiento de los parámetros de la conservación de energía.

Envolvente Opaca: Las paredes originales, que se construyeron en dos capas de mampostería con una cámara de aire y sin aislamiento, serán aisladas por dentro usando lana mineral y Pladur con el fin de proteger la estética. Las nuevas paredes se harán de mampostería con un sistema de aislamiento similar. El tejado existente, construido con hormigón armado, se mejorará con paneles sandwich corrugados con lana mineral de alta densidad. El sótano está construido con un acabado en cemento sobre la losa estructural de cemento. La renovación prevé el uso de una estructura de madera con aislamiento sobre la losa de cemento.

Acristalamiento: Todas las ventanas se reemplazarán por ventanas de doble acristalamiento con cámara de aire.

Sistema de climatización

El sistema de climatización del edificio se centralizará y contará con Centrales de Tratamiento de Aire. Estos elementos aunarán todas las funciones de un sistema de climatización: ventilación, calefacción y refrigeración. Varias Centrales de Tratamiento de Aire se instalarán estratégicamente sobre el tejado con el fin de distribuir adecuadamente el aire acondicionado a las salas y zonas designadas. El agua caliente sanitaria necesario para aportar calor al sistema será suministrado por una caldera de biomasa de pellets que se situará en el sótano. Todos los requisitos para la elección de equipo eficiente y confort se han cumplido, y no se han propuesto modificaciones.

Iluminación

La iluminación se ha diseñado de acuerdo a los estándares españoles y europeos CTE – DB HE y UNE – EN 12464.1. Los parámetros de confort y eficiencia energética también se cumplen en este caso.

RES

El sistema de calefacción será alimentado por una caldera de biomasa. Considerando que aproximadamente el 50% del edificio será usado en cualquier momento, se ha elegido una caldera de biomasa alimentada de pellets de 201 kW de capacidad nominal. La biomasa es una energía procedente de fuentes renovables y es una energía renovable libre de carbono. Por lo tanto, todo el consumo de energía relacionado con el sistema de calefacción provendrá de una fuente renovable.

Se instalarán 450 paneles fotovoltaicos en una superficie solar de 281 m^2. Los paneles se instalarán según la orientación del edificio con el fin de minimizar el impacto visual. Los paneles fotovoltaicos aseguran la generación de 35,75 MWh/año, con una producción específica de 1.050 kWh/kWp/año.

Otros

No se tienen previstas otras intervenciones.

Evaluación del Plan de Renovación

Ahorro Energético	35.745 kWh
Coste	126.587 €
Ahorro	5.004 €/año
Amortización Simple	25 años
Ahorro CO_2	23,19 toneladas/año

Ahorro Energético

La instalación de paneles fotovoltaicos permitirá conseguir unos ahorros de 35.745 kWh.

Ahorro CO_2

El ahorro de CO_2 se estima en 23,19 toneladas/año.

Integración RES

El 59% de la energía será proporcionada por sistemas de energía renovable, por el uso conjunto de paneles fotovoltaicos y la caldera de biomasa, que se estima en 194.568 kWh.

Evaluación Económica

Costes de renovación

El coste total de la inversión es de 126.587 euros, lo que se traduce en un coste de inversión por metro cuadrado de 29 euros/m^2.

Estos costes solo incluyen los costes de instalación del sistema fotovoltaico, que no se planificaron inicialmente en el proyecto de renovación.

INVERSIONES	€
Energía renovable	126.587

Ahorro Económico

Teniendo en cuenta que el edificio estaba abandonado, los ahorros están representados por el menor coste de la compra de electricidad. El coste de fracaso se calcula en 3.704 € / año.

Periodo Amortización Proyecto

El periodo de amortización de más de 30 años.

Plan de Financiación

Contrato de Rendimiento Energético (EPC)

El proyecto se concibió con el fin de restaurar unas instalaciones abandonadas y que no se usaban por la población y convertirlas en un centro cultural. Este proyecto, que ya se ha aprobado por el Municipio, se está ampliando a través de la introducción de un sistema fotovoltaico con el fin de convertirlo en un edificio nZEB.

Estas condiciones no permiten una comparación con la situación anterior en cuanto a consumo de energía y ahorros relativos obtenidos después del plan de renovación, pero podemos decir que la variación generará ahorros económicos y energéticos en comparación con las condiciones iniciales.

La intervención de una ESCO no es posible en las condiciones de mercado actuales, ya que los fondos que se requieren para endeudarse son mayores que los fondos generados por el proyecto.

Si se quiere conseguir que el proyecto sea más atractivo para una ESCO, se requiere un importante apoyo financiero y se debería aumentar la duración del contrato EPC. En este caso, se implementó una estructura de financiación específica de las siguientes características:

- Inversión de capital por la ESCO 9%;
- Subvención del 59%; y
- Fondos Subvencionados 25%.

El análisis muestra que solo hay dos tipos de contratos mejor posicionados para cumplir con las necesidades de la Ciudad de Errentería: Ahorros Garantizados y Ahorros Compartidos Los Ahorros Compartidos transfieren más del 70% del riesgo a la ESCO, asegurando al Municipio, mientras que el contrato de Ahorros Garantizados transfiere aproximadamente el 60% de los riesgos.

Duración del EPC

La duración del contrato EPC es de aproximadamente 25 años, más alto de lo normal en el mercado.

Estructura de financiación

La solución óptima podría ser construir en base a una mezcla de ambos tipos, donde:

- todas las intervenciones son realizadas por la ESCO, el cual asume el riesgo tecnológico y garantiza los ahorros;
- la mayoría del trabajo lo financia la Ciudad, la cual asume el riesgo financiero, y una parte pequeña es financiado directamente por la ESCO; y
- la ESCO realiza el mantenimiento y comparte los ahorros en la parte que es medible. De hecho, como se ha comentado anteriormente, en estos dos casos, no es posible decir que sean situaciones distintas en cuanto al uso de los edificios antes y después de su renovación.

El municipio debería considerar un contrato público / privado con la participación de la ESCO en las actividades relacionadas con la prestación de servicios destinados al nuevo uso de los edificios.

La ESCO podría participar no solo en la construcción del sistema fotovoltaico, si no también, por ejemplo, en el mantenimiento de la estructura renovada y en la gestión de parte de los servicios necesarios. Esto podría generar más inversiones por parte de la ESCO, reduciéndose así los fondos destinados por el Municipio.

Otras consideraciones

Si se quiere conseguir que la inversión sea más atractiva para la ESCO, el proyecto podría considerar formas alternativas al contrato EPC estándar; por ejemplo, implementar otro tipo de contrato o un servicio global o una contratación directa por parte del Municipio. Además, dada la pequeña dimensión del proyecto, podría ser una buena opción añadir más de una iniciativa. Este añadido podría ser útil para conseguir rentabilidad, mayores ingresos y sinergias.

ΔΗΜΑΡΧΕΙΟ

PRESENTACIÓN DE OTROS RESULTADOS DEL PROYECTO

Los resultados obtenidos del proyecto han dado lugar a distintos entregables / documentos de proyecto. Treinta y uno de treinta y cinco entregables preparados o bajo la protección del consorcio CERtuS son de naturaleza pública y se encuentran disponibles a través de la página web del proyecto: www.certus-project.eu.

Los cuatro entregables confidenciales del proyecto CERtuS tratan sobre el diseño del portal web y su implantación, además de objetivos de IEE CPI y específicos, productos clave, impactos e indicadores de rendimiento dentro del transcurso de la acción.

Entregable D2.1: *Informe presentando los 12 programas de renovación nZEB, documentado con valoración económica y técnica*

Presenta en detalle los 2 programas de renovación nZEB y abarca todos los aspectos técnicos de las opciones de renovación de cada edificio de los municipios involucrados.

Entregable 2.2: *Informe de riesgos, dificultades y limitaciones relacionados con las renovaciones de nZEB previstas por las partes interesadas*

Presenta los resultados y conclusiones destinados a establecer un marco para un proceso de renovación útil de los edificios públicos con altas metas de eficiencia energética. Disponible en inglés y traducido al italiano, griego, portugués y español.

Entregable 2.3: *Cuatro documentos, uno por municipio, que resumen los obstáculos, riesgos y dificultades en los programas de renovación*

Consta de 4 documentos específicos, uno referente a cada municipio involucrado. Los cuatro informes están estructurados de la misma manera y está disponible en inglés y traducido al italiano, griego, portugués y español.

Entregable 2.4: *Catálogos de materiales, equipos y tecnologías para todos los edificios municipales*

Resume el análisis de materiales, equipos y soluciones potenciales considerado en los casos prácticos del proyecto con el fin de conseguir nZEB.

Entregable 2.5: *Doce informes de evaluación económica*

Define una metodología de evaluación económica común para los programas de renovación que considera varios aspectos, y analiza 12 opciones de renovación para entender si son sostenibles para el mercado, parcialmente sostenibles o no sostenibles.

Entregable 2.6: *Informe con propuestas de mejora de la normativa*

Resumen de la legislación sobre la eficiencia energética y la integración de RES. Además documenta las propuestas a los reguladores sobre la necesidad de mejorar la legislación para facilitar las renovaciones de nZEB, además de incluir edificios históricos. Disponible en inglés y traducido al italiano, griego, portugués y español.

Entregables 3.1 - 3.2 – 3.3 – 3.4: *Informe de los análisis del marco actual de Messina / Alimos / Coimbra / Errenteria*

Resumen sobre las condiciones económicas, legales y políticas que existen en los cuatro Municipios relacionados con la financiación de proyectos de renovación. Disponible en inglés y traducido al italiano, griego, portugués y español.

Entregable 3.5: *Informe de rendimiento actual contratando modelos de servicio energético y ejemplos*

Revisa los ejemplos actuales de rendimiento energético y modelos de servicio energético, mediante: (i) un análisis de los proyectos financiados por IEE; (ii) un cuestionario enviado a los socios sobre el contrato EPC vigente y los modelos de servicios energéticos; y (iii) un análisis de los proyectos de edificios de eficiencia energética realizados por la ESCO.

Entregable 3.6: *Informe sobre las opciones de servicios energéticos adecuados para los cuatros municipios*

Informes sobre las mejores opciones de servicios energéticos y los planes de servicios energéticos adaptados por las sugerencias de cada municipio. Disponible en inglés y traducido al italiano, griego, portugués y español.

Entregable 3.7: *Informe sobre los mecanismos de financiación más adecuados para cada Municipio*

Identifica, analiza y clasifica los planes actuales de financiación de remodelaciones de eficiencia energética, con especial hincapié en aquellos disponibles en los 4 países participantes del Sur. Disponible en inglés y traducido al italiano, griego, portugués y español.

Entregable 4.1 y 4.2: *Informes: requisitos, objetivos, características de diseño y esquema del portal de información web (Confidencial)*

Presenta los requisitos, objetivos, características de diseño y esquema del portal de información web.

Entregable 4.3: *Portal web abierta e integral orientada a servicios, en inglés, italiano, griego, portugués y español.*

Comunica los objetivos, resultados y entregables del proyecto a la población y presenta nuevas modificaciones en los contenidos del portal web y el nuevo mapa del sitio de la página web CERtuS.

Entregable 4.4: *Portal con información incluida en inglés, italiano, griego, portugués y español.*

Introduce los productos del proyecto CERtuS y otra información sobre proyectos nZEB. El Portal se encuentra en inglés y traducido al italiano, griego, portugués y español.

Entregable 5.1: *Entregables de cursos formativos*

Recoge los materiales desarrollados dentro del proyecto CERtuS en distintos módulos para la formación de los técnicos y empleados del municipio.

Entregable 5.2: *Traducción y adaptación de los entregables de cursos de formación a italiano, griego, portugués y español*

Presenta la traducción de los materiales desarrollados dentro del proyecto CERtuS en distintos módulos para la formación de los técnicos y empleados del municipio, adaptándolos a las necesidades locales.

Entregables 5.3 - 5.4 – -5.5 – 5.6: *Cursos de formación para municipios en Grecia, Portugal, España e Italia*

Desarrolla los cursos de formación en los 4 países por parte de los socios locales que participan en el proyecto.

Entregable 5.7: *Informe sobre la evaluación de los cursos de formación*

Informes sobre los resultados de la evaluación de cada curso de formación.

Entregable 6.1: *Página web, logotipo y folleto del proyecto CERtuS*

Introduce y describe las distintas herramientas de comunicación del proyecto. Todas las herramientas están disponibles en inglés y traducidas al italiano, griego, portugués y español.

Entregable 6.2: *Guía*

Detalla las opciones técnicas y los planes de financiación de los Municipios. La Guía está disponible en inglés y traducido al italiano, griego, portugués y español.

Entregable 6.3: *Maxi Catálogo*

Informa y describe el Proyecto y sus actividades, poniendo énfasis en los planes de renovación modelo de los doce edificios piloto. El Maxi Catálogo está disponible en inglés y traducido al italiano, griego, portugués y español.

Entregables 6.4 - 6.5 – 6.6 – 6.7: *Taller sobre financiación y servicios energéticos nZEB en Municipios en Grecia, Portugal España e Italia*

Presenta los proyectos ejemplo de renovación nZEB y los planes de financiación identificados, con el fin de proporcionar un mejor entendimiento de cómo se

pueden utilizar los resultados en los Municipios nZEB.

Entregable 6.8: *Stand CERtuS en "La Semana de la Energía" o un evento internacional equivalente*

Comunica a los grupos objetivo, a través de contactos personales, las oportunidades existentes para las ESCO y las entidades financieras en los países del Sur de Europa bajo las complicadas condiciones económicas actuales.

LECCIONES APRENDIDAS Y RECOMENDACIONES

El objetivo de esta sección es recoger todas las experiencias y conocimientos adquiridos en la ejecución de actividades CERtuS.

APRENDIZAJE DE SUPUESTOS DE RENDIMIENTO, CONSUMO Y DISEÑO

Las opciones de renovación para los edificios existentes se deberán implementar mediante un grupo de medidas basadas en estudios y evaluaciones preliminares y en los análisis sobre su impacto final, en vez de mediante medidas fijas definidas por adelantado e individuales. Estas opciones de renovación deberían de incluir medidas financieras y técnicas.

Por ejemplo, la sustitución de ventanas generan medidas futuras (por ejemplo, pintar), lo que afecta la envolvente del edificio y que está relacionado con el aislamiento adicional de la pared. Además, el objetivo técnico de este tipo de intervenciones es el de reducir las pérdidas de calor y mejorar las condiciones interiores. Por lo que, el aislamiento adicional de la pared sin la sustitución de ventanas, en algunos casos:

- no es tan eficiente a la hora de reducir las pérdidas de calor; y
- hace que la sustitución de las ventanas no sea una solución financiable, ya que se instalarían a posteriori. En este caso la potencial reducción de energía también se estimará sobre una posible situación de niveles bajos (esto se refiere al consumo estimado de energía después del aislamiento adicional).

Por lo tanto, las medidas de renovación se deberán basar en una evaluación y un diseño definidos cuidadosamente. El efecto integral de las medidas planeadas deberá basarse en un enfoque sistemático.

Una opción de renovación deberá ser totalmente rentable, si no nunca se podría implementar, excluyendo los proyectos en los que se puedan conseguir otros beneficios.

El periodo de amortización de renovaciones energéticas es un factor de control, pero en algunos casos, se puede aceptar un periodo de amortización más largo si previene riesgos o daños materiales y/o defectos estructurales evidentes, lo que podría resultar en mayores inversiones en el futuro. Obviamente, el valor del ahorro energético de una medida particular con un periodo de amortización razonable se puede combinar con una medida que tenga un periodo de amortización mayor si la combinación es viable y atractiva técnica y económicamente.

Una renovación integral es compleja y cara. Por lo que, se deben implementar estudios de diseño de rendimiento energético a través de ciertas tareas, dando prioridad a:

- Las medidas que se deben realizar por los riesgos y daños visibles que se encuentran durante la fase de diseño (pueden resultar muy caros en el futuro);
- Medidas de ahorro energético con inversiones a coste muy bajo o cero (por ejemplo, el ajuste de las ventanas y las puertas, el ajuste del temporizador del sistema de climatización y la iluminación);
- Medidas de ahorro energético con un periodo de amortización razonable; y
- Mejoras en la eficiencia energética gracias a instalaciones efectivas a largo plazo, tales como RES y sistemas pasivos y/o híbridos que sustituyen combustibles fósiles.

Este enfoque y procedimiento requiere de un plan de mantenimiento a corto y largo plazo y de una asignación de recursos de forma que la curva del ciclo de vida del edificio se optimice.

Es difícil alcanzar el límite de nZEB desarrollando proyectos mediante contratos públicos-privados con ESCOs en estas condiciones de mercado.

Las inversiones realizadas en los edificios existentes tienden a concentrarse en medidas con un periodo de amortización a corto o medio plazo, y estos generan alrededor del 30%-40% de ahorro energético. Este es el límite actual en el mercado y varía según el país participante y el tipo de edificio. Por lo tanto, se pueden conseguir mayores ahorros energéticos incrementando las inversiones, las cuales no son siempre rentables en estas condiciones de mercado y normalmente necesitan ser financiadas con instrumentos financieros ad-hoc y/o subvenciones públicas.

Para que las inversiones sean más sostenibles para las ESCOs, los proyectos de renovación podrían considerar formas alternativas al contrato EPC estándar.

Se podría sustituir por un servicio global o la compra directa por parte del Municipio, por ejemplo.

Los proyectos modestos de eficiencia energética no son excepcionales en el sector público de los países del Sur de Europa. Los proyectos de eficiencia energética, generalmente mayores en términos de inversión y efectos de reducción, podrían ser una buena opción para añadir más de una iniciativa.

Este añadido podría ser útil para obtener rentabilidad, mayores ingresos y sinergias.

Los grupos de interés consideran que las barreras económicas son uno de los mayores obstáculos para las renovaciones nZEB.

Este hecho empeora, en algunos casos, por el bajo interés, las decisiones políticas y la falta de fondos públicos. La promulgación de planes energéticos ambiciosos junto con una política adecuada de impuestos, además de incentivos, es necesario para impulsar la renovación energética no solo en la mayoría de los países participantes, sino también en otros países del Sur y Este de Europa.

La falta de conocimiento en tecnologías de actualización, especialmente en las innovadoras, y la poca claridad en las políticas energéticas se han identificado como la barrera principal desde el punto de vista tecnológico.

Además, esta falta de conocimiento también depende de la falta de datos de ahorro energético fiables, la incertidumbre sobre los costes de mantenimiento y la complejidad de las instalaciones.

Que las opciones de renovación no sean económicamente sostenibles depende de varios factores:

- Soluciones tecnológicas que se encuentran disponibles en el mercado y que son bastante caras si se comparan con los ahorros obtenidos. Esto tiene un impacto negativo sobre la viabilidad económica-financiera de los proyectos;
- Los plazos de amortización largos y medianos de algunas medidas en particular;
- Los costes adiciones causados por sistemas o construcciones especiales que se requieren para edificios protegidos, en comparación con los convencionales; y
- Las intervenciones de eficiencia energética pueden mejorar la capacidad de las administraciones públicas de identificar la importancia de una frecuencia de mantenimiento adecuada, si se compara con las condiciones anteriores a la renovación. Esto normalmente se hará visible cuando aumenten los costes anuales de mantenimiento (completamente soportados por la ESCO). Este aspecto, aunque inicialmente aumente el gasto público, es fundamental para un mantenimiento adecuado de los sistemas nuevos.

RECOMENDACIONES

Para fomentar las intervenciones de nZEB y financiarlos a las condiciones de mercado, se deberán considerar ciertas acciones. Estas no necesariamente surgen de investigaciones y otros análisis realizados dentro del proyecto CERtuS. Son propuestos como elemento de reflexión sobre la viabilidad y sostenibilidad de las intervenciones nZEB:

- Aumentar el uso de edificios públicos durante el día con actividades adicionales cuando sea posible (por ejemplo, deportes y actividades sociales durante la tarde/noche, actividades en la oficina durante el día). Si el uso del edificio se pudiese ampliar más allá de su uso normal/convencional, se obtendrán beneficios gracias a la optimización del rendimiento y uso del edificio
- Aumento de servicios ESCO, además de gestionar las instalaciones (por ejemplo, mecánica, protección contra incendios y servicios eléctricos), se podrían realizar servicios auxiliares (por ejemplo, servicios de limpieza, cuidado medioambiental, recepción). Esto generaría ingresos adicionales para las ESCOs, haciéndolo más atractivo
- Tras implementar los trabajos de renovación, y cuando el edificio haya cumplido con los requisitos y estándares definidos y/o se convierta en plenamente operativa, habría posibilidades de realizar más intervenciones de eficiencia energética. Esto implica que las instituciones financieras

(por ejemplo, inversores institucionales, fondos, etc.) inviertan dinero en la ESCO.
En consecuencia, la ESCO podría atraer más recursos para realizar más proyectos. Este plan podría solventar la subcapitalización de la ESCO o reducir las necesidades de recursos financieros

El proyecto CERtuS fomenta la implantación de Eficiencia Energética y alienta a los grupos de interés a crear marcos de negocio que favorezcan las inversiones.

CERtuS ha adaptado los procedimientos y modelos de servicio energético existentes y ha identificado planes de financiación adecuados para los proyectos de construcción y los requisitos específicos de cada municipio.

- El diseño de renovación CERtuS ha demostrado con éxito que se puede reducir considerablemente el consumo de energía para calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación con una cuota de consumo de energía renovable significativo. El mismo principio también se aplica a los edificios históricos, en el cual un enfoque interdisciplinario, tanto teórico como tecnológico, asegura la implantación de intervenciones de calidad de acuerdo con las características específicas de los edificios históricos.
- El diseño de renovación CERtuS, a pesar de ser innovador, no se encuentra a la vanguardia.
- Esta elección refleja mejor las condiciones de mercado, tiene un menor riesgo y se acerca más a los requisitos de los inversores en cuanto a opciones de inversión seguras.
- CERtuS ha desarrollado una metodología y un Instrumento de Evaluación Económica Simplificada cuyo objetivo es proporcionar soporte a los municipios a la hora de preparar y evaluar el potencial de la eficiencia energética y renovación integral a ser financiado mediante un contrato de servicios energéticos.
- CERtuS ha desarrollado una metodología que evalúa el riesgo y los requisitos particulares de cada municipio a la hora de identificar los procedimientos y modelos de servicio energéticos existentes y la mezcla de fondos de mercado, fondos de subsidio y subvenciones más adecuada para financiar la renovación nZEB y las intervenciones de eficiencia energética.

El desarrollo de directrices y material de formación, la capacidad de construcción en los municipios, los talleres de formación y las herramientas web facilitan el buen resultado de la replicación CERtuS.

EL EQUIPO DEL PROYECTO CERTUS

EL EQUIPO CERTUS

SOCIOS DEL PROYECTO CERTUS

ENEA - Italy	EUDITI- Greece	Tecnalia - Spain	U. of Coimbra - Portugal	U. of Aalborg - Denmark
Messina - Italy	Alimos - Greece	Errenteria - Spain	Coimbra - Portugal	
SINLOC - Italy	ETVA VI.PE. - Greece	INNOVA BIC - Italy	ASSISTAL- Italy	

REFERENCIAS

- Pedro MOURA, Nuno MORAIS, Nuno QUARESMA, Luís COSTA, Paula FONSECA, Aníbal de ALMEIDA, ***Report presenting the 3 nZEB renovation schemes in Coimbra, Portugal fully documented with technical and economic evaluation***, Deliverable 2.1- Portugal of the CERtuS project, June 2015.
- Pello LARRINAGA, Alessandra GANDINI, ***Report presenting the 3 nZEB renovation schemes in Spain fully documented with technical and economic evaluation***, Deliverable 2.1- Spain of the CERtuS project, June 2015.
- Babis NIKOPOULOS , Evangelia GKLEZAKOU Eva ATHANASSAKOS, ***Report presenting the 3* nZEB renovation schemes in Coimbra, Portugal fully documented with technical and economic evaluation**, Deliverable 2.1- Greece of the CERtuS project, July 2015.
- Alessandra GUGLIANDOLO, Maria-Anna SEGRETO, **Report presenting the 3 nZEB renovation schemes in Coimbra, Portugal fully documented with technical and economic evaluation**, Deliverable 2.1- Italy of the CERtuS project, August 2015
- Alessandra GANDINI, Pello LARRINAGA, ***Report presenting the risks, difficulties and constraints envisaged by the stakeholders regarding nZEB renovations***, Deliverable 2.2, April 2015.
- Pedro MOURA, Nuno QUARESMA, Paula FONSECA, ***Report summarizing obstacles, risks and difficulties for the renovation schemes,*** Deliverable 2.3- Spain of the CERtuS project, May 2015.
- Eva ATHANASSAKOS, Babis NIKOPOULOS, Evangelia GKLEZAKOU, ***Report summarizing obstacles, risks and difficulties for the renovation schemes,*** Deliverable 2.3 - Greece of the CERtuS project, May 2015.
- Pello LARRINAGA, Alessandra GANDINI, ***Report summarizing obstacles, risks and difficulties for the renovation schemes***, Deliverable 2.3 - Spain of the CERtuS project, May 2015.
- Alessandra GUGLIANDOLO, Maria-Anna SEGRETO, ***Report summarizing obstacles, risks and difficulties for the renovation schemes,*** Deliverable 2.3 - Italy of the CERtuS project, August 2015.
- Pello LARRINAGA, Alessandra GANDINI, ***Catalogues of materials, equipment and technologies pertinent to all municipal buildings,*** Deliverable 2.4, July 2015.
- ETVA – SINLOC, ***Twelve economic evaluation reports***, Deliverable 2.5, November 2015.
- Stella Styliani FANOU, Pedro MOURA, Alessandra GANDINI, Rand EPPICH, Evangelia GKLEZAKOU, ***Proposals for regulation improvements***, Deliverable 2.6, August 2015.
- Vito LEOTTA, Pasquale TRIPODO, Giacomo VILLARI, Chiara SANTONOCITO, Giovanni SCIPILLITI, Alberto SORACI, Andreana CASARAMONA, Antonia SAPIA, Concetta DI STEFANO, Giovanni DI FIORE, ***Report on analysis of current conditions for Messina***, Deliverable 3.1, May 2015.

- Nicholas LAMBRIANIDIS; Alberto SORACI, Andreana CASARAMONA, Antonia SAPIA, Concetta DI STEFANO, Giovanni DI FIORE, ***Report on analysis of current conditions for Alimos***, Deliverable 3.2, May 2015.
- Celia LANA, Xabier AGIRRE, Imaz REYES, Alberto SORACI, Andreana CASARAMONA, Antonia SAPIA, Concetta DI STEFANO, Giovanni DI FIORE, ***Report on analysis of current conditions for Errenteria***, Deliverable 3.3, May 2015.
- Nuno MORAIS, Rosa SANTOS, Valdemar ROSAS, Pedro MOURA, Alberto SORACI, Andreana CASARAMONA, Antonia SAPIA, Concetta DI STEFANO, Giovanni DI FIORE, ***Report on analysis of current conditions for Coimbra***, Deliverable 3.4, May 2015.
- Mariangela MERRONE, Maurizio ESITINI, ***Report on existing performance contracting examples and energy service models***, Deliverable 3.5, September 2015
- Mariangela MERRONE, ANDREA MARTINEZ, Report on suitable energy service options for the four municipalities, Deliverable 3.6, June 2016.
- ETVA-VIPE, SINLOC, ***Report on financing mechanisms suitable for each Municipality***, Deliverable 3.7, June 2016.

- [1] UNEP SBCI, Buildings and Climate Change, http://www.unep.org/sbci/pdfs/SBCI-BCCSummary.pdf
- [2] Concerted Action, Energy Performance of Buildings, Hans Erhorn, Heike Erhorn – Kluttig, “Overview of national applications of the nealy Zero Energy Building definition, Detailed report”, April 2015, http://www.epbd-ca.eu/wp-content/uploads/2016/01/Overview_of_NZEB_definitions.pdf
- [3] http://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/italy/name-153231-en.php
- [4] Adrien Bullier & Christophe Milin, Alternative Financing Schemes for Energy Efficiency in Buildings, in ECEEE. SUMMER STUDY PROCEEDING 795, 796 (2013).
- EUROPEAN COMMISSION, EUROPEAN FORUM FOR SCIENCE AND INDUSTRY ROUND TABLE: SCIENTIFIC SUPPORT TO ENERGY EFFICIENT BUILDINGS 1 (2013).
- http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32010L0031

CERtuS

ENEA
Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development

Municipality of Messina

Municipality of Errenteria

Municipality of Coimbra

Municipality of Alimos

ISR UNIVERSITY OF COIMBRA

SINLOC
Sistema Iniziative Locali

ETBA
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΑ & ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

tecnalia Inspiring Business

EUDITI

innova bic
business innovation centre

DANISH BUILDING RESEARCH INSTITUTE
AALBORG UNIVERSITY COPENHAGEN

ASSISTAL