

Anexo I - Campus sostenible e innovador

Introducción: Universidad Pablo de Olavide

En un contexto de transición energética y fomento de la movilidad sostenible, la Universidad Pablo de Olavide, que en su Claustro de 2019 declaró el estado de emergencia Climática global y apoyó la puesta en marcha de medidas para actuar en consecuencia, se ha propuesto realizar el **proyecto “Campus sostenible e Innovador”**, consistente en los siguientes tres retos:

Reto 1: Transición a energía basada en Hidrógeno Verde.

Reto 2: Gestión de la temperatura mediante asfaltos y soluciones textiles innovadores.

Reto 3: Módulos constructivos de edificación circular, rápida y de reducido impacto en CO2, con consumo energético nulo y adaptado a climas estacionalmente muy calurosos.

Tabla resumen del alcance de los retos

Reto	Alcance
Reto 1: Transición a energía basada en Hidrógeno Verde	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar una solución innovadora de generación de hidrógeno verde que permita sustituir parcialmente el propano empleado en 5 edificios del campus y alimentar 3 vehículos de servicio y mantenimiento (pala/taladradora, carretilla, transplantadora de árboles). Idealmente, desarrollar un vehículo autónomo propulsado por hidrógeno que cubra la carencia de transporte público en el campus.
Reto 2: Gestión de la temperatura mediante asfaltos y soluciones textiles innovadores.	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar una solución combinada de asfaltos innovadores reflectivos y porosos y arquitectura textil innovadora y adaptativa Probar la solución en dos viales con orientación opuesta y los parkings asociados a estos viales. En total, 25,000 m2 aproximados.
Reto 3: Módulos constructivos de edificación circular, rápida y de reducido impacto en CO2, con consumo energético nulo y adaptado a climas estacionalmente muy calurosos.	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar una solución arquitectónica modular de construcción circular, rápida y de reducido impacto en CO2 con consumo energético nulo, apto para la vida académica y adaptado a climas estacionalmente muy calurosos. Probar la solución habilitando un espacio demostrador de unos 1500 m2 aproximados de superficie útil.

Código Seguro De Verificación	+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Fecha	20/05/2022
Normativa	Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).		
Firmado Por	Francisco Oliva Blazquez		
Url De Verificación	https://portafirmas.upo.es/verifirma/code/+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Página	6/20



Reto 1: Transición a energía basada en Hidrógeno Verde

1. Antecedentes

1.1. Hidrógeno verde

La descarbonización del planeta es uno de los objetivos que se han marcado países de todo el mundo de cara a 2050. El hidrógeno renovable se posiciona como uno de los principales vectores energéticos en el largo plazo debido a que su producción y consumo es climáticamente neutro y no genera emisiones contaminantes. A diferencia de otros vectores energéticos renovables, el hidrógeno tiene la capacidad de ser almacenado, como gas a presión o en estado líquido, lo que permite un mayor grado de "gestionabilidad". Esta tecnología se basa en la generación de hidrógeno —un combustible universal, ligero y muy reactivo— a través de un proceso químico conocido como electrólisis. Este método utiliza la corriente eléctrica para separar el hidrógeno del oxígeno que hay en el agua, por lo que, si esa electricidad se obtiene de fuentes renovables, se puede producir energía sin emitir dióxido de carbono a la atmósfera.

Las diferentes aplicaciones que ofrece el hidrógeno son múltiples, pero fundamentalmente hay dos áreas, la movilidad y el almacenamiento químico de la energía eléctrica renovable.

El hidrógeno es uno de los vectores energéticos principales para la descarbonización del transporte. Su uso está allanando el camino para una economía energética sostenible, ya que es uno de los primeros sectores en adoptar soluciones basadas mediante distintos proyectos de demostración. El uso del hidrógeno como combustible sirve tanto para la movilidad terrestre (transporte pesado y transporte ligero), para el transporte marítimo y fluvial, transporte ferroviario y otras aplicaciones sumamente interesantes, como pueden ser las carretillas elevadoras.

Otra interesante aplicación es el denominado *blending*, el hidrógeno renovable ofrece la posibilidad de ser incorporado gradualmente en la red gasista, permitiendo hacer uso de sus infraestructuras, y aumentando la integración de los sectores energéticos. Es una solución de transición mientras que se construye una red de hidrógeno ductos dedicados. De esta forma gradual se irá reduciendo la emisión de CO₂ en calderas y hornos de gas natural, por ejemplo.

La condición de vector energético y su alta versatilidad le otorgan al hidrógeno la aptitud para situarse como una herramienta clave para la integración de los diferentes sectores energéticos, lo que favorecerá una mayor flexibilidad, disponibilidad y seguridad energéticas, así como una mayor eficiencia y rentabilidad en la transición energética, contribuyendo a la descarbonización de la economía.

En concreto, el rol que el hidrógeno verde debe adoptar en los sectores antes mencionados para permitir su interacción se resume en los siguientes hitos:

- Almacenamiento energético
- Sector eléctrico
- Sector gasista
- Economía circular

1.2. Consumo energético de la Universidad Pablo de Olavide

Las infraestructuras y actividades de la Universidad Pablo de Olavide requieren de un gasto energético con un coste cercano al millón y medio de euros anuales. Una parte importante de este importe, aproximadamente entre el 30 y el 60% del gasto total en función del tipo de edificio deriva de su climatización, siendo este gasto superior en verano que en invierno.

El campus de la Universidad Pablo de Olavide consta de 34 edificios de uso docente, cultural, administrativo e investigador, más diferentes naves y estructuras deportivas, que se extienden a lo largo de 124 hectáreas. El gasto energético proviene mayoritariamente del suministro eléctrico, si bien existe un consumo significativo de propano, principalmente en los laboratorios de docencia e investigación y de gasoil para los grupos electrógenos y vehículos de mantenimiento del campus (en torno a 50.000 € al año).

La Universidad Pablo de Olavide ha hecho un esfuerzo importante en mejorar la eficiencia energética de los edificios, sobre todo, en restringir el uso del aire acondicionado y la calefacción a los momentos de presencia efectiva de los usuarios. Así,

Código Seguro De Verificación	+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Fecha	20/05/2022
Normativa	Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).		
Firmado Por	Francisco Oliva Blazquez		
Url De Verificación	https://portafirmas.upo.es/verifirma/code/+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Página	7/20



detectores de presencia instalados en todos los edificios automáticamente desconectan la climatización y luz a los 30 minutos en despachos y servicios administrativos y a los 60 minutos en las aulas, habiendo planes para disminuir estos tiempos mediante el empleo de sensores de mayor precisión. Sin embargo, estas medidas de eficiencia energética no se pueden aplicar, por medidas de seguridad, en todos sitios, particularmente en los edificios de investigación, precisamente los que mayor gasto tienen.

Por otro lado, el campus de la Universidad Pablo de Olavide no dispone de un vehículo dedicado al transporte público que recorra las distintas unidades del campus. Por ejemplo, biblioteca, rectorado, edificios docentes, edificios de investigación, zonas deportivas. Este sería especialmente importante para personas con movilidad reducida y para evitar el desplazamiento de vehículos particulares y vehículos de servicio de motor dentro del campus.

Finalmente, el hidrógeno verde podría ser usado para alimentar nuevos vehículos de los servicios de mantenimiento y jardinería diseñados para ello, que sustituirían los actuales propulsados por combustibles fósiles.

2. Necesidad no cubierta

La Universidad Pablo de Olavide necesita **reducir su consumo energético**, especialmente el proveniente de los combustibles fósiles, y adaptar soluciones sostenibles que disminuyan su huella de carbono, incluyendo la movilidad dentro del campus. La energía fotovoltaica puede cubrir el autoconsumo (aproximadamente un 30% del consumo eléctrico) y está en marcha la licitación de una planta fotovoltaica específica para ello. Sin embargo, para superar este porcentaje de consumo eléctrico es necesario acudir al **almacenaje**.

Hoy en día las baterías para almacenar energía fotovoltaica son una solución económicamente cara, de duración relativamente corta (ocho años de vida media) y con un considerable impacto medioambiental por la fabricación y reciclado de sus componentes.

El hidrógeno verde surge como una alternativa real de almacenamiento muy versátil por sus múltiples usos, con menor impacto medioambiental y particularmente adecuada para una universidad que dispone de superficie para instalar potencia fotovoltaica tanto para el autoconsumo como para la propia producción de hidrógeno verde. El hidrógeno verde, por tanto, solucionaría una parte significativa del consumo energético de la universidad, incluyendo la movilidad interna de vehículos de servicio y transporte de pasajeros.

El transporte de pasajeros es necesario para **vertebrar el campus**, evitar el movimiento de vehículos de motor dentro de él, y muy especialmente para personas con movilidad reducida. Sin embargo, la Universidad Pablo de Olavide es una administración con la cota de personal, tanto docente como administrativa agotada. Es por ello por lo que la contratación de una persona para conducir un vehículo de movilidad interno es a corto y medio plazo inviable. La utilización de un vehículo sin conductor surge por tanto como única opción para este eje de la movilidad sostenible en el campus.

Además, los **servicios de mantenimiento y jardinería necesitan vehículos libres de emisiones y con alta capacidad de trabajo**, algo que actualmente no pueden proporcionar satisfactoriamente los vehículos eléctricos. De particular interés para la Universidad son aquellos vehículos de uso frecuente (palas, carretillas y taladradoras) y sobre todo una transplantadora de árboles y arbustos, que evitaría la pérdida de individuos adultos que se producen fruto de obras nuevas y mantenimiento. Sin embargo, no existen en el mercado soluciones basadas en el hidrógeno verde adaptadas a las necesidades antes descritas.

3. Objetivo

El objetivo general es dotar a la Universidad Pablo de Olavide de **una planta de producción de hidrógeno** a partir de energía solar fotovoltaica que establezca un ciclo energético del carbono con cero emisiones netas desde la producción hasta el almacenamiento y su uso en la **climatización de los edificios, en los vehículos de servicio del campus, y el transporte de la población universitaria** dentro del campus, todo ello adaptado a las especificidades de acoplamiento y tamaño de la Universidad Pablo de Olavide.

Se quiere disminuir el impacto medioambiental del Campus de La Universidad Pablo de Olavide mediante la generación de energías renovables y aprovechar el hidrógeno generado por este medio como vector energético para su distribución. Asimismo, se persigue reducir el gasto anual energético en la Universidad.

Código Seguro De Verificación	+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Fecha	20/05/2022
Normativa	Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).		
Firmado Por	Francisco Oliva Blazquez		
Url De Verificación	https://portafirmas.upo.es/verifirma/code/+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Página	8/20



De igual manera se trata de aumentar la aceptación social del hidrógeno como vector energético utilizando las tecnologías innovadoras propuestas.

4. Objetivos específicos y requisitos esperados de la solución

La instalación para implantar deberá cumplir los requisitos detallados a continuación. No obstante, se debe tener en consideración que los valores de dimensionamiento son meramente orientativos y, por tanto, se podrán presentar propuestas de solución presentada que varíen en algunos de estos valores.

1. Construir una planta de electrólisis para la generación de hidrógeno de capacidad aproximada de 20,000 kg H₂/año.
2. Instalar un campo fotovoltaico construido exprofeso para este fin con una capacidad de generación de 612 kw_p a ser instalado en una superficie disponible de 6120 m².
3. Proporcionar un sistema de almacenamiento del hidrógeno producido mediante el medio indicado a la presión suministrada por el electrolizador (entre 15 y 30 bar), y adaptado a la variabilidad de la producción de energía fotovoltaica y las necesidades energéticas concretas de la universidad.
4. Suministrar el hidrógeno mediante tuberías a aquellas aplicaciones que no necesiten una mayor presión (sustitución del propano en los edificios de investigación, en concreto en los edificios 21, 22, 23 y 41, en el Centro Andaluz de Biología del Desarrollo (UPO y CSIC) y en el Instituto de la Grasa (CSIC)). De esta forma, se podrá alimentar las calderas de calefacción de estos edificios mediante una solución híbrida basada en hidrógeno y propano. El consumo actual de propano se sitúa entre 30.000€ y 40.000 € anuales.
5. Proporcionar también un sistema de almacenamiento del hidrógeno a alta presión desde ese primer depósito pulmón y tras una etapa de compresión.
6. Instalar un punto de recarga que suministre, por un lado, hidrógeno a aplicaciones de movilidad como a tres vehículos de servicio o mantenimiento (pala/taladradora, carretilla, transplantadora de árboles), y que sea también punto de recarga de vehículos eléctricos y aplicaciones portátiles (herramientas de mantenimiento, pequeños vehículos eléctricos, bicicletas, patinetes, etc.). Esta electricidad tiene que provenir necesariamente del campo fotovoltaico instalado.

En el marco del proyecto, se deberán desarrollar tres vehículos de servicio o mantenimiento (pala/taladradora, carretilla, transplantadora de árboles) que serán alimentados por hidrógeno.

Idealmente, esta solución debe incluir también el diseño y producción de un microbús autónomo propulsado por hidrógeno y pilas de combustible que prestará servicio de lanzadera en el Campus.

5. Contenido innovador

A pesar de que el proceso de electrólisis del agua es una tecnología madura, es necesario el diseño de una instalación innovadora que cuente con un tamaño de planta, sistemas de acoplamiento con fuentes de producción de energía fotovoltaica, y sistemas de almacenamiento óptimos, todo ello adaptado para dar respuesta a las necesidades energéticas específicas de la Universidad y teniendo en cuenta la capacidad de producción de las placas fotovoltaicas en las condiciones climáticas específicas de la ubicación.

En relación con los vehículos, los vehículos eléctricos disponibles actualmente en el mercado no permiten cubrir las necesidades de los servicios de mantenimiento y jardinería. En este sentido, se han comenzado a desarrollar vehículos de mayor capacidad basados en hidrógeno verde, pero no se encuentran en el mercado soluciones que cumplan con las necesidades de la UPO.

En el caso de considerarse viable la posibilidad de desarrollar un microbús autónomo propulsado por hidrógeno y pilas de combustible que prestase servicio de lanzadera en el Campus, esta solución sería completamente innovadora y no disponible en el mercado, al igual que el diseño exprofeso de maquinarias de mantenimiento del campus en base al hidrógeno.

En este sentido, el proyecto propuesto es innovador en el sentido de que se propone una solución al objetivo principal de descarbonización del Campus de la Universidad Pablo de Olavide sin que existan en el mercado de momento soluciones comerciales. Éstas habrán de ser implementadas precisamente a través de un desarrollo innovador.

Código Seguro De Verificación	+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Fecha	20/05/2022
Normativa	Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).		
Firmado Por	Francisco Oliva Blazquez		
Url De Verificación	https://portafirmas.upo.es/verifirma/code/+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Página	9/20



Reto 2: Gestión de la temperatura mediante asfaltos y soluciones textiles innovadores

1. Antecedentes

La conversión de paisajes naturales a estructuras urbanas ha incrementado la temperatura de los entornos urbanos. Este incremento de temperatura urbana da lugar a lo que se conoce como el efecto “isla de calor” que afecta negativamente a la calidad de vida de las ciudades, particularmente en entornos calurosos como los que se dan en el sur de España.

Diferentes estudios han demostrado que la temperatura del pavimento, particularmente los cementos y el asfalto, tiene una fuerte influencia en la temperatura del aire que lo rodea. Las superficies pavimentadas cubren una parte significativa del entorno urbano, y, por tanto, una reducción de la temperatura de estos pavimentos contribuirá a la mitigación del efecto “isla de calor”. Además, una reducción de la temperatura de estos pavimentos disminuirá el estrés térmico y contribuirá a la mayor durabilidad de estas superficies.

Por estas razones, en los últimos años se ha estado estudiando la implantación de tecnologías conocidas como pavimentos reflectivos y evaporativos, y, en particular, lo que se conoce como asfalto blanco y evaporativo. Además, el uso de estos asfaltos tiene otros efectos beneficiosos como la disminución de la contaminación atmosférica o el mejor drenaje ante episodios de lluvias intensas.

Aunque se ha demostrado su efectividad para reducir la temperatura de los pavimentos y del aire que los rodea, estos asfaltos llevan asociados algunos efectos adversos, ya que en algunos casos se observa un efecto deslumbrante de estas superficies reflectivas y, en otros, el problema ha sido la baja durabilidad del color en alguna de estas superficies. Sin embargo, en los últimos años están emergiendo y desarrollándose tecnologías y diseños nuevos que podrían permitir superar estos inconvenientes. Entre estos nuevos diseños, se ha comenzado a explorar la posibilidad de desarrollar soluciones combinadas de asfaltos blancos y evaporativos y dispositivos textiles innovadores.

2. Necesidad no cubierta

El campus de la Universidad Pablo de Olavide se encuentra a las afueras de la ciudad de Sevilla, abarcando también parte del término municipal de Dos Hermanas y Alcalá de Guadaíra. Por su ubicación en un valle sometido a un alto grado de insolación, y por la cantidad de superficie cubierta por asfalto, tanto en vías como en sus más de 18 aparcamientos con capacidad para casi 3.000 vehículos, adquiere comportamientos característicos de una isla de calor.

Las islas de calor se caracterizan por incrementar la temperatura entre 1 y 3 grados con respecto a los terrenos no urbanizados que los rodean. Sevilla es un ejemplo bien conocido de isla de calor, y las autoridades locales tienen como prioritario desde hace varios años la disminución de este efecto. Este incremento de temperatura por el efecto isla de calor en un ambiente ya de por sí muy caluroso hacen difíciles las condiciones de vida durante una buena parte del año. Temperaturas que superan los 40 ° C. empiezan a aparecer no solo ya en verano, sino incluso en meses de primavera y otoño.

Debido a estas temperaturas extremas que se alcanzan en esta parte de la provincia de Sevilla, que además son cada vez más frecuentes debido al cambio climático, es necesario contrarrestar este efecto mediante la implementación soluciones innovadoras basadas en superficies asfálticas que disminuyan la temperatura del campus. De esta forma, aumentaría la habitabilidad del campus y disminuiría su gasto energético, particularmente en aire acondicionado, y por tanto la huella de carbono asociada a la vida académica.

3. Objetivo

El objetivo general es dotar al campus de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla de una solución combinada de asfaltos reflectivos y porosos y dispositivos textiles adaptados que, en su conjunto, disminuyan de forma significativa la temperatura de la superficie y del aire que lo rodea como estrategia para la mitigación del efecto isla y del cambio climático, y para la reducción del gasto energético y de la huella de carbono de la Universidad.

En este sentido, el asfalto blanco y poroso se presenta como una estrategia pasiva de mitigación de las altas temperaturas alcanzadas en el campus, perdurable y de bajo mantenimiento. Sin embargo, aunque se han hecho experiencias piloto en

Código Seguro De Verificación	+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Fecha	20/05/2022
Normativa	Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).		
Firmado Por	Francisco Oliva Blazquez		
Url De Verificación	https://portafirmas.upo.es/verifirma/code/+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Página	10/20



varias partes del mundo, no existen en España soluciones comerciales que satisfagan este tipo de demanda y que tengan en cuenta los inconvenientes que pueden presentar la adopción de este tipo de tecnología, como su reflectividad.

4. Objetivos específicos y requisitos esperados de la solución

Este reto consta de dos objetivos específicos interrelacionados

1. Desarrollar soluciones **asfálticas blancas reflectivas y porosas** que mejoren las prestaciones de aquellas que, incipientemente, pueden encontrarse en el mercado. La experiencia piloto se llevará a cabo en dos viales con orientación opuesta (las calles Lorenzo Rodríguez y Juan de Villanueva) y los parkings asociados a estos viales (Parking 1, 2 y 3 del vial Juan de Villanueva y Parking 4, 5, 6, 7 y 8 del vial Lorenzo Rodríguez), con una superficie total de 25.000 m².
2. Desarrollar dispositivos de **arquitectura textil** innovadores y adaptados a las necesidades específicas del campus de la UPO. En concreto, estos dispositivos deberán:
 - Adaptarse a las condiciones de contorno concretas de los espacios en los que instalar las superficies asfálticas blancas reflectivas y porosas.
 - Mejorar las prestaciones de aquellos tejidos textiles actualmente disponibles en el mercado, en términos de superficie cubierta por m² de solución despegada (mediante soluciones móviles, por ejemplo), de ventilación, de relación de aislamiento térmico e iluminación natural, o de coste.
 - Adaptarse a la estacionalidad, de forma que, por ejemplo, permitan aprovechar la radiación solar en los meses de invierno.
 - Idealmente, estos dispositivos podrán adaptarse a las condiciones climáticas en el campus a tiempo real, tomando decisiones autónomas de forma que la temperatura ambiente se aproxime lo máximo posible a una temperatura de confort ideal.

Por tanto, la solución combinada de asfaltos reflectantes y porosos para los viales y para los aparcamientos acompañados de arquitectura textil innovadora deberá permitir reducir el efecto de isla de calor en el Campus.

En caso de que los resultados sean satisfactorios, la Universidad aplicaría esta tecnología combinada al resto de viales universitarios y a los 10 parkings restantes, cubriendo una superficie aproximada de 50.000 m²

5. Contenido innovador

Aunque se han realizado numerosos muchos estudios piloto utilizando diversas superficies de asfalto reflectante y poroso para mitigar las islas de calor, no existe ahora mismo una solución disponible en el mercado que reúna las condiciones necesarias para reducir el calentamiento de la superficie asfáltica en zonas climáticas con **calor prolongado a lo largo del año** y que, a su vez, evite la reflectividad derivada de esta tecnología

Este tipo de soluciones encuentra su máxima utilidad en zonas climáticas donde los meses de calor superen en extensión a los meses de frío, y el gasto en refrigeración supere claramente al de calefacción, como es el caso de Sevilla y su entorno metropolitano.

En concreto, no existe un material asfáltico para estas circunstancias climáticas que reúna las condiciones de ser reflectante y ser poroso para que retenga agua (procedente de lluvia o de riego) y que la evaporación de esta agua junto con la capacidad de reflejar la radiación produzca una disminución significativa en la temperatura del aire sin efectos negativos en el confort térmico y visibilidad del viandante y en la durabilidad y mantenimiento del material.

Existen, sin embargo, numerosas experiencias con diferentes materiales y diferentes tecnologías que han dado diversos resultados dependiendo de las condiciones y climas en la que se han probado y que pueden ser llevadas con relativa facilidad al mercado. Entre estas tecnologías se encuentran los pavimentos reflectivos, los retro-reflectivos (reflejan la radiación en la misma dirección que le llega), y diferentes tipos de pavimentos porosos que se diferencian por el grado de permeabilidad, la capacidad de retener agua y la profundidad a la que la retienen.

Asimismo, tampoco se encuentran soluciones en el mercado para dispositivos basados en arquitectura textil mejorada que estén diseñados específicamente para las necesidades de los asfaltos blancos y sean adaptativos a las condiciones climáticas a tiempo real.

Código Seguro De Verificación	+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Fecha	20/05/2022
Normativa	Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).		
Firmado Por	Francisco Oliva Blazquez		
Url De Verificación	https://portafirmas.upo.es/verifirma/code/+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Página	11/20



Reto 3: Módulos constructivos de edificación circular, rápida y de reducido impacto en CO₂, con consumo energético nulo y adaptado a climas estacionalmente muy calurosos

1. Antecedentes

La UPO es una comunidad constituida por más de 11.000 alumnos, 1.500 profesores y personal de administración y servicios, y otros trabajadores procedentes de las subcontratas de limpieza, vigilancia, conserjería y otros mantenimientos. El complejo universitario dispone de 33 edificios y otras estructuras deportivas y de almacenamiento en un campus de 124 hectáreas. En la actualidad, se está construyendo un edificio para experimentación con animales (animalario) y anteriormente se construyeron edificios de investigación (tanto propios como uno cedido al CSIC). Está prevista la cesión de terreno para la construcción de un nuevo Instituto de Toxicología (dependiente del Ministerio de Justicia). La UPO, sin embargo, tiene como objetivo cambiar el paradigma actual de construcción por uno nuevo más acorde con la economía circular.

En este sentido, cabe destacar que la construcción de nuevos espacios docentes, de administración y servicios o de investigación en las universidades supone un alto coste en términos de huella de carbono debido, sobre todo, al uso de materiales de construcción (por ejemplo, cemento y ladrillos) en cuya fabricación se producen altas emisiones de CO₂ a la atmósfera. No en vano, las cementeras son el mayor emisor antropogénico de CO₂ a la atmósfera después de los combustibles fósiles.

La economía circular aplicada a la construcción plantea como alternativa más ecológica la reutilización de materiales de construcción que tienen en su segundo y posteriores usos una huella de carbono cero en su fabricación y muy reducida en su construcción. Como ejemplo, una de las alternativas comúnmente utilizadas es la reutilización de contenedores de barcos, que en balances comerciales no equilibrados se acumulan en algunos puertos y que se pueden adquirir a un coste muy atractivo.

La Universidad Pablo de Olavide es cuyo diseño inicial se remonta a mediados del siglo XX, necesita espacios nuevos tanto para incorporar a los nuevos profesores, investigadores y personal de administración y servicios como para ofrecer espacios más funcionales para las distintas actividades académicas del campus. En este marco, tiene como objetivo tomar como modelo la economía circular para minimizar el impacto de sus actividades en el medio ambiente-

La necesidad acuciante de espacio en la UPO se debe a diferentes factores. Por un lado, porque desde hace bastantes años la financiación para construir edificios proviene exclusivamente de los fondos FEDER, que restringe el uso de los nuevos edificios a la investigación, dejando fuera la docencia y la administración.

Por otro lado, porque una parte importante de los espacios usados hasta ahora, y que fueron diseñados a mediados del siglo XX, no cumplen las normativas actuales de seguridad e higiene en el trabajo, por lo que han tenido que dejar de utilizarse o su uso está ahora mucho más restringido. Por ejemplo, una gran superficie utilizada como sala de estudio para los estudiantes, con capacidad que superaba el millar de estudiantes ha tenido que dejar de utilizarse por ser insuficientes las vías de evacuación. Este tipo de problemas se han repetido también en edificios que albergan despachos, servicios administrativos e incluso en laboratorios. Este problema se agrava dado que la mayoría de los edificios han sido declarados Bienes de Interés Cultural (BIC) y su reforma estructural no es posible.

A todo ello hay que sumar el incremento de estudiantes y profesorado por la implantación de grados nuevos (criminología, relaciones internacionales, etc.).

En este marco, desde la Universidad Pablo de Olavide se tiene la firme convicción de que la respuesta a la falta de espacio no puede abordarse desde una perspectiva de *Business as Usual*. Al contrario, este problema se debe afrontar desde una perspectiva ética y de sostenibilidad ambiental que pueda ser exportable a otros campus y, en general, a otras entidades e instituciones. Esta respuesta debe ser ágil y modulable al incremento de demanda, que debe satisfacerse en un periodo de 2 a 4 años.

Las infraestructuras y actividades de la Universidad Pablo de Olavide requieren de un gasto energético con un coste cercano al millón y medio de euros anuales. Una parte importante de este importe, aproximadamente entre el 30 y el 60% del gasto total en función del tipo de edificio deriva de su climatización, siendo este gasto superior en verano que en invierno.

Código Seguro De Verificación	+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Fecha	20/05/2022
Normativa	Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).		
Firmado Por	Francisco Oliva Blazquez		
Url De Verificación	https://portafirmas.upo.es/verifirma/code/+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Página	12/20



2. Necesidad no cubierta

La Universidad Pablo de Olavide se enfrenta a un problema de **insuficiencia de espacio físico** que se va acrecentando con el paso del tiempo y que **urge** solventar para garantizar unas óptimas condiciones del desarrollo de su actividad universitaria.

Las especiales características de la ubicación del campus de la UPO condicionan el incremento del espacio. Sevilla, la provincia en la que se ubica la Universidad Pablo de Olavide, sufre de calor extremo durante un periodo largo del año (desde mayo a septiembre). Este periodo anual, por efecto del cambio climático, es cada vez más largo y las probabilidades de que se den eventos extremos de temperatura mayores. La climatización de los espacios con las soluciones existentes en el mercado hace que la utilización de los materiales de construcción sea energéticamente poco eficientes y ambientalmente inadmisibles.

Por todo ello, la Universidad Pablo de Olavide requiere de una solución constructiva modular que le permita desplegar con rapidez nuevos espacios y que tanto su edificación como su posterior utilización tenga el mínimo impacto medioambiental y económico posible.

3. Objetivo

El objetivo general del reto es el diseño de soluciones arquitectónicas modulares de construcción circular, rápida y de reducido impacto en CO₂ que den como resultado un bio-edificio con consumo energético nulo, apto para la vida académica y adaptado a climas estacionalmente muy calurosos.

En el marco del proyecto, se espera instalar dichas soluciones arquitectónicas modulares de forma que pueda habilitarse, al menos, 1500m² de espacio útil para la docencia o el desempeño de actividades relacionadas con la administración y servicios, en formato de prueba piloto.

En caso de que la solución se pruebe exitosa, la Universidad de Pablo de Olavide extenderá dicha solución a nuevos espacios útiles, ampliando el espacio disponible en el campus.

4. Objetivos específicos y requisitos esperados de la solución

A continuación, se especifican objetivos específicos y requisitos esperados de la solución. No obstante, se debe tener en consideración que no se espera que todas las propuestas recibidas en el marco de este reto cumplan con la totalidad de las características detalladas.

- 1.- **Diseño** de un espacio administrativo / docente a partir de estructuras modulares y desmontables. Se abre la posibilidad de usar contenedores de barcos, si se resuelve el desafío tecnológico que supone su climatización.
- 2.- **Construcción** circular rápida (inferior a dos años), y con mínimo coste en términos de emisión de CO₂. Uso de materiales de construcción circulares y libres de sustancias nocivas, que permitan la construcción en un espacio de tiempo limitado. Esto exige que los materiales utilizados para la construcción no se conviertan en residuos, sino que puedan ser reutilizados, reparados o reciclados.
- 3.- Dotar al edificio de **tecnología de climatización** (especialmente geotermia, pero también aerotermia e hidrotermia) de máxima eficiencia energética, y que el déficit de energía de estos sistemas sea cubierto con energías renovables (fotovoltaica o eólica) con almacenamiento. Se incorporará también el uso de biomasa como combustible, en parte producida en el propio campus. En su conjunto el edificio debería ser energéticamente neutro.
- 4.- Dotar al edificio de **estructuras físicas** (sombra, rejillas de ventilación) que provoquen corrientes de aire que disminuyan las diferencias de temperatura entre el interior y el exterior y eviten la condensación de agua. Las estructuras que dan sombra deberían ser retráctiles, de forma que, dependiendo de la diferencia de temperatura entre interior y exterior, se orienten para interceptar o dejar pasar la radiación solar. Los aislamientos y ventanas deberán estar diseñados para un máximo aprovechamiento de la iluminación natural, el máximo confort térmico y acústico, así como cero emisiones de CO₂.
- 5.- Incorporar la **bio climatización** a la estructura arquitectónica en base a tejados y/o muros verdes que formen superficies evaporativas que bajen la temperatura de la superficie del contenedor, y eviten la climatización del espacio. La vegetación utilizada deberá ser nativa y sostenible. El diseño biofílico supondrá también una mejora de las condiciones saludables, como, por ejemplo, la disminución del estrés.

Código Seguro De Verificación	+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Fecha	20/05/2022
Normativa	Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).		
Firmado Por	Francisco Oliva Blazquez		
Url De Verificación	https://portafirmas.upo.es/verifirma/code/+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Página	13/20



7.- El edificio tendrá una orientación este-oeste, con entradas y ventanales al norte y al sur de forma simétrica, de forma que se habiliten y deshabiliten en función de la época del año.

Como característica ideal o punto a explorar en la propuesta, pero en ningún caso obligatorio, se propone la posibilidad de diseñar los módulos como **espacios “esponja”**, que incorporen pavimentos permeables que puedan absorber el agua, con sistemas de almacenamiento para su posterior utilización. Se abre la posibilidad de que los muros y/o tejados verdes también sean capaces de absorber parte del agua.

5. Contenido innovador

No existe en el mercado una solución integral de diseño arquitectónico de construcción circular y rápida que resuelva el problema de la climatización en condiciones climáticas como las de Sevilla asumiendo un coste cero en términos de carbono, y cuya estructura permita también la circularidad del agua como recurso escaso.

La utilización combinada de energía fotovoltaica / eólica con la geotermia, hidro termia y aerotermia e incluso con el uso de biomasa como combustible, en parte producida en el mismo campus, junto con estructuras térmicas pasivas (como la arquitectura textil) puede dar lugar a un diseño innovador que dé respuesta a la necesidad de una arquitectura más ecológica en ambientes muy calurosos.

El reto abre la posibilidad de contar de contenedores navales de acero como estructura base. En concreto, en este caso, las superficies de acero, por su elevada capacidad de conducción del calor, suponen todo un reto desde el punto de vista de la climatización del espacio arquitectónico. Este reto es aún mayor en climas muy calurosos, donde se han llegado a medir temperaturas en los techos metálicos cercanos a los 100 ° C. Aunque se han utilizado este tipo de espacios en sitios calurosos, por ejemplo en Mojave, California, a pesar de la utilización de diversos tipos de sombras, pinturas reflectantes y pilares elevados, las soluciones ofertadas pasan siempre por potentes equipos de climatización, y en particular de aire acondicionado (<https://www.structure1.com/why-are-shipping-container-buildings-good-for-any-climate/>), convirtiéndose en un sistema poco eficiente energéticamente. Sin embargo, las técnicas de geotermia, y en menor medida aerotermia e hidrotermia junto con estructuras y diseños que eviten la insolación de las estructuras, un aislamiento adecuado, y superficies evaporativas (vivas o no), todo a su vez soportados por energías renovables, deben ser capaz de convertir estas estructuras arquitectónicas en energéticamente eficientes. Sin embargo, la estructura metálica por su naturaleza como material, por su escaso grosor, y por la necesidad de utilizar varios contenedores como módulos para generar una superficie útil, genera desafíos no implementados en el mercado, como, por ejemplo, la implantación de la geotermia, quizás la forma más eficiente energéticamente de climatización de un volumen arquitectónico.

La energía geotérmica es una fuente de energía renovable que permite su aprovechamiento, tanto desde el punto de vista de aprovisionamiento energético, como desde el punto de vista térmico como alternativa de alta eficiencia energética para climatización y aire acondicionado, con un importante ahorro energético (<https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/geotermia>). Por el contrario, en la aerotermia e hidrotermia, a efectos de la contabilización de la cuota de energía renovable (Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables), la energía capturada por las bombas de calor se tendrá en cuenta siempre que la producción final de energía supere de forma significativa el insumo de energía primaria necesaria para impulsar la bomba de calor, es decir, sólo una parte podrá considerarse renovable (<https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-termico/aerotermia-e-hidrotermia>). Es por ello que es necesario implementar energías renovables (como la fotovoltaica con almacenamiento) que sea capaz de compensar el gasto que originan las bombas de calor hidrotérmicas o aerotérmicas.

En cualquier caso, no existen en el mercado soluciones integrales que garanticen la alta eficiencia energética, la climatización y en general el balance energético neutro de contenedores de barcos en base a energías renovables aplicadas en un contexto arquitectónico poco común bajo condiciones climáticas muy calurosas.

Código Seguro De Verificación	+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Fecha	20/05/2022
Normativa	Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).		
Firmado Por	Francisco Oliva Blazquez		
Url De Verificación	https://portafirmas.upo.es/verifirma/code/+qJ3QrOzNbvUmFW81zG+Lw==	Página	14/20

