



**PROYECTO nº 19 - Proyecto de implantación de medidas para bioclimatización de centros educativos**



## ÍNDICE:

- 1. Objeto del Proyecto.**
- 2. Alcance.**
- 3. Problema que contribuya a resolver.**
- 4. Descripción (fases y desarrollo)**
- 5. Temporalización**
- 6. Mediciones, materiales, planimetría.**
- 7. Presupuesto.**
- 8. Indicadores de evaluación de los resultados del proyecto**
- 9. Documentación de Referencia.**
- 10. Revisión de Instrumentos de Financiación.**

## 1. Objeto del proyecto:

Con frecuencia, al plantear la necesidad de incrementar la sensibilización en torno al cambio climático, el colectivo sobre el que se centran las propuestas de educación y comunicación es el infantil.

Sin embargo, no son tan frecuentes las iniciativas para adaptar al cambio climático los espacios escolares, que son el lugar donde principalmente se realiza esta labor de educación y sensibilización y que acusan la falta de medidas que contribuyan a mitigar los efectos de elevadas temperaturas, la necesidad de zonas de sombra, etc.

Este proyecto plantea diferentes medidas a adoptar para mejorar la adaptación al cambio climático de los centros escolares, centradas en los espacios interiores y asociadas también con el ahorro de energía y, por tanto, la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.

Por otro lado las articula en torno a la propia dinámica de funcionamiento del centro, al asociarlos al proyecto educativo del mismo, en un proceso colaborativo entre administraciones, entidades y escuelas, con proyectos pedagógicos con los niños y niñas de cada centro para decidir las actuaciones concretas.

De esta forma, aunque las actuaciones propuestas se centran en la edificación y espacios interiores, pueden complementar otras iniciativas dirigidas a la sensibilización de la comunidad educativa en aspectos relacionados con el cambio climático, como pueden ser las iniciativas de caminos escolares seguros o el programa 50/50<sup>1</sup>.

## 2. Alcance.

Se plantean medidas a nivel local, enfocadas en la actuación en los centros escolares, especialmente los de educación primaria, de los municipios.

Las actuaciones se centran principalmente en las zonas interiores y el consumo de energía.

## 3. Problema que contribuya a resolver

Los principales impactos a los que responde esta medida son:

- Reducción de las precipitaciones
- Aumento de las temperaturas
- La mayor frecuencia, duración e intensidad de las olas de calor y frío.

Por tanto, ante la aparición de fenómenos climáticos extremos, principalmente asociados a un aumento de temperatura, se aborda la necesidad de que los espacios interiores en los centros escolares estén adaptados para generar confort climático y no requieran de un incremento del consumo de energía para responder al incremento de las temperaturas que se espera en los próximos años.

Además se plantea que los proyectos de actuación se hagan de forma participativa para que contribuyan a la sensibilización de toda la comunidad educativa tanto de la gravedad de

---

<sup>1</sup><https://www.rubi.cat/es/temas/rubi-brilla/ayuntamiento/50-50-una-experiencia-educativa-de-ahorro-y-eficiencia-energetica/50-50-una-experiencia-educativa-de-ahorro-y-eficiencia-energetica#:~:text=El%20objetivo%20del%20proyecto%2050,consumo%20de%20energ%C3%ADa%20y%20agua.&text=El%2050%25%20del%20ahorro%20se,educativa%20en%20forma%20de%20premio.>

los efectos del cambio climático como de la necesidad de adoptar medidas de adaptación por parte de toda la población y de colaborar para mitigar los impactos y avanzar en la lucha contra el cambio climático.

#### **4. Descripción (fases y desarrollo)**

##### **Fase 0. Selección y priorización de centros.**

En el caso de que se trate de un municipio con varios centros escolares, podría ser necesaria la selección y priorización de escuelas. Para ello, se recomienda utilizar criterios objetivos que permitan seleccionar a aquellas que presentan mayor vulnerabilidad climática, como pueden ser:

Para la selección de las escuelas se deberían tener en cuenta criterios climáticos:

- grado de exposición al calor
- la intensidad de uso de las instalaciones,
- el estado de conservación de la edificación, los cerramientos y las instalaciones
- los consumos energéticos del centro escolar

##### **Fase 1. Análisis y diagnóstico de necesidades**

En este caso, además de poder identificar las necesidades a través de herramientas de participación que se empleen desde el principio del proceso de diseño, es necesario contar con un informe técnico que corrobore ciertas apreciaciones y permita realizar una priorización

A partir de un proceso participativo en el seno de la comunidad educativa, se realizará un análisis de la situación de los espacios y actividades vinculadas a estos, así como un diagnóstico de necesidades a cubrir o mejorar. Entre otros aspectos, se analizarán:

- Usos de los espacios interiores del centro
- Recursos de los que dispone el centro y puntos fuertes
- Posibilidades pedagógicas asociadas a las actuaciones
- Disponibilidad económica para las intervenciones
- Sinergias con otras entidades y colectivos

El informe técnico permitirá además reunir datos cuantitativos que ayuden a la toma de decisiones como:

- Características de los edificios.
- Tipos de cerramientos.
- Estudio de sombras y protección.
- Estado de las redes e instalaciones

Se deben detallar las soluciones constructivas y elementos de la envolvente que van a tener un peso muy importante para controlar la demanda energética del edificio y para lograr condiciones de confort. En algunos de los casos, si el centro es de construcción reciente, se puede obtener el proyecto de ejecución y así tener más información de las diferentes soluciones constructivas de la envolvente, materiales empleados, ...

En caso contrario, se puede realizar una auditoría energética que permita al técnico que realice la auditoría deberá considerar diferentes parámetros (año de ejecución del edificio, espesores de los cerramientos, tipo de encuentros, características de las carpinterías,...) para evaluar la composición y las características que afecten al comportamiento energético.

Una medida a adoptar, previa a la realización de algunas de las propuestas en este proyecto es la de rediseñar las aulas, con objeto de lograr un mejor aprovechamiento de la luz natural o bien poder disponer de iluminación más eficiente en la misma.

## **Fase 2: Identificación de objetivos y potenciales soluciones.**

A partir del diagnóstico, e igualmente de manera participativa, se plantearán los objetivos a conseguir con las actuaciones en el centro así como las potenciales soluciones a incluir en las mismas.

Es evidente que los objetivos principales serán los relacionados con la reducción del impacto que tendrán los efectos del cambio climático en el centro (más calor por aumento de las temperaturas, escasez de agua, mayor consumo de energía para la climatización de espacios interiores, etc.). Pero puede que otros objetivos adicionales y complementarios se revelen al realizar el análisis y diagnóstico.

Las propuestas se agruparán en dos tipos:

- Relativas al edificio: construcción, diseño, envolvente, ...
- Relativas a las instalaciones: ventilación, calefacción, refrigeración e iluminación.

Y principalmente se articularán en torno a tres tipos de soluciones<sup>2</sup>:

<b>MEDIDAS VERDES:</b> Asociadas a la intervención con elementos de vegetación.	Instalación de cubiertas verdes
	Pérgolas de protección frente al sol
<b>MEDIDAS GRISES:</b> Centradas en actuaciones en cubiertas y cerramientos.	Instalación de elementos de sombra sin vegetación.
	Instalaciones de captación de energía de origen renovable.
	Mecanismos para favorecer la ventilación natural
	Instalación de ventiladores de techo
	Tratamiento de revestimientos y cubiertas
	Mejora de cerramientos
<b>MEDIDAS AZULES:</b> Vinculadas al aprovechamiento de recursos hídricos	Aprovechamiento de las aguas pluviales de cubierta

<sup>2</sup> <https://c40.ent.box.com/s/83pll7rh0kdeeyricsljb66rc8rg9ts>

### Fase 3. Elaboración del proyecto y articulación con el Plan de Centro

Con el objetivo de incorporar el proyecto de actuación a la planificación de funcionamiento del centro escolar y lograr implicar a toda la comunidad educativa



Figura 1. Ejemplo de proyecto curricular incluido en la Guía de adaptación de centros escolares al cambio climático de SEO

#### **Fase 4: Realización de actuaciones y evaluación del proceso y las mejoras obtenidas**

Los proyectos planteados, debido a su complejidad y la intervención en la construcción o las instalaciones del centro, requerirán de una intervención con obras que tendrá que llevar a cabo el Ayuntamiento como responsable del mantenimiento.

Tanto durante su ejecución como una vez completadas, es importante retomar los espacios de participación creados durante el proceso de análisis y diagnóstico para evaluar los objetivos alcanzados, reunir experiencias y poder plantear iniciativas de difusión y escalado o réplica en otros centros del municipio.

#### **5. Temporalización.**

El desarrollo de un proceso de adaptación de un centro escolar para convertirse en un refugio climático a partir de la mejora de los espacios exteriores del mismo supone 12 meses de ejecución.

<b>FASES</b>	<b>TEMPORALIZACIÓN</b>
<b>FASE 0:</b> Proceso Previo de Selección y Priorización de Centros Educativos.	
<b>FASE 1:</b> Planificación y ejecución del proceso participativo para el análisis y diagnóstico de necesidades  Elaboración del Informe Técnico.	3 meses
<b>FASE 2:</b> Elección de objetivos y selección de actuaciones a realizar. (recomendable el apoyo del Ayuntamiento para asegurar la viabilidad de la ejecución de las mismas)	3 meses
<b>Elaboración de Proyecto y armonización con Plan de Centro</b> para abordar las temáticas vinculadas al cambio climático dentro de los contenidos pedagógicos según niveles.	Desde inicio hasta curso siguiente.
<b>Intervenciones Coordinadas con el Ayuntamiento.</b> Ejecución.	Los meses 7 y 9 del año natural. (no lectivo)

Por tanto, a partir del mes 12 se habrían completado la mayor parte de las actuaciones, al menos las de mayor relevancia y se habrá iniciado la labor de sensibilización de la comunidad educativa, siendo por tanto el momento de realizar una primera evaluación del cumplimiento de objetivos y para el planteamiento de acciones de comunicación de las actuaciones.

## 6. Mediciones, materiales, planimetría.

### Medidas Verdes

#### Instalación de cubiertas verdes



- Requiere estudio técnico de las características de la cubierta.
- El tipo de vegetación, tapizante o arbustiva, viene determinado por la cantidad de sustrato que pueda colocarse.
- Selección de especies mediterráneas, con mayor adaptación al calor
- Supone un coste de ejecución y mantenimiento.
- Instalar sistema de riego

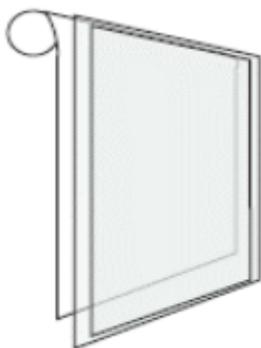
#### Elementos de sombra con vegetación. Pérgola asociada a fachada



- Estructura ligera y abierta, que puede estar hecha en madera
- Dimensiones: 3x3 metros
- Selección de especies mediterráneas, con mayor adaptación al calor
- Uso de especies de hoja caduca para dejar pasar la luz solar en invierno.
- No requiere licencia de obra u otros permisos.

### Medidas grises

#### Elementos de sombra sin vegetación



- Existen diferentes soluciones:
  - Toldo fijo o estor exterior
  - Persiana,
  - Voladizo
  - Cortina interior
  - Umbráculos de fachada
- Se debe permitir la circulación del aire en los elementos fijados a la fachada.
  - Permeabilidad a la luz natural: 15% en persianas y 40% en cortinas.
  - No requiere licencia de obra u otros permisos.

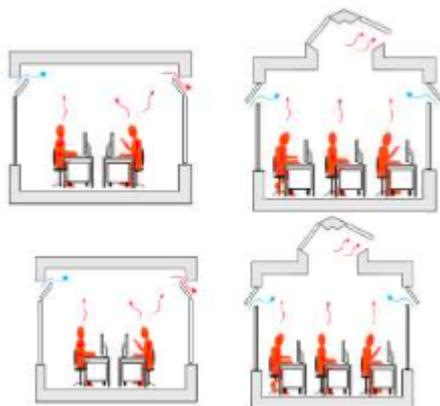
### Instalaciones de captación de energía de origen renovable.



- Pueden ser para captación de energía solar térmica o solar fotovoltaica.
- Se instalarán en tejados o sobre otras superficies de los edificios.
- Permite el abastecimiento de energía de pequeñas instalaciones o edificios o su uso como agua caliente.
- Vida útil media superior a 20 años.
- Requiere licencia de obras
- Mejora la calificación energética del edificio

En el caso de los sistemas de captación de energía solar fotovoltaica, el centro escolar puede optar por dos sistemas de autoconsumo, con o sin excedentes y vertido de energía a red, lo que deberá tenerse en cuenta a la hora de plantear la actuación a realizar.

### Mecanismos para favorecer la ventilación natural.



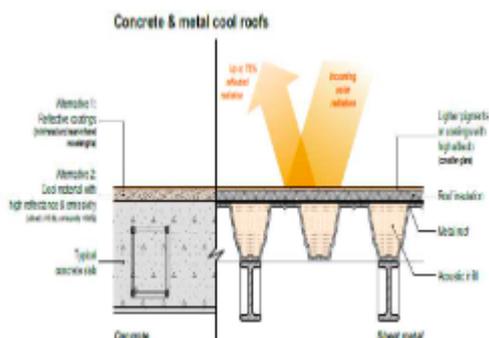
- Se basan en la generación de corrientes de aire debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior.
- Pueden ser medidas de tipo manual o automatizadas.
- Las medidas manuales requieren de una adecuada gestión por parte de los usuarios de un espacio, por lo que se debe contar con un protocolo concreto.
- Las medidas automatizadas forman parte de los sistemas de domótica de edificios.

### Instalación de ventiladores de techo para favorecer ventilación.



- Procuran una temperatura más homogénea en las aulas y otros espacios.
- Aunque no bajan temperatura, generan una mejor sensación térmica.
- Altura mínima de 2,5 m desde el suelo.
- Velocidad entre 50 y 100 rpm
- Necesidades de mantenimiento bajas.
- No requiere licencia de obras

## Tratamiento de revestimientos y cubiertas.



- Consiste en aplicar nuevos materiales de cubierta o sustituir los existentes para mejorar sus condiciones térmicas.
- Permiten mantener las superficies más frías debido a su mayor reflectancia de la radiación solar.
- Son revestimientos fríos a través de aplicación de pintura.
- No requiere licencia de obra pero pueden aplicarse regulaciones de criterios estéticos.

## Mejora de cerramientos



- Mejora de las condiciones térmicas de las superficies por sustitución o incorporación de materiales que componen cubiertas y fachadas.
- Generalmente se trata de aplicar materiales aislantes en las cubiertas o instalar un panel aislante como el corcho en fachadas (sistema SATE)
- No requieren de licencia de obra pero sí pueden aplicarse regulaciones estéticas.
- Son una alternativa sin el uso de la vegetación al uso de cubiertas y muros verdes

## Medidas Azules

### Aprovechamiento de las aguas pluviales en cubiertas



- Los riesgos sanitarios suponen una restricción de los potenciales usos del agua captada.
- Requiere una red separativa y elementos de almacenamiento como depósitos y aljibes.
- Son actuaciones complejas y con una inversión importante.

## 7. Presupuesto.

A continuación se exponen una serie de precios orientativos de ejecución material sin tener en cuenta la mano de obra.

Estos precios pueden variar en función de la zona de actuación.

CUBIERTA VERDE	30-70 €/m <sup>2</sup> para cubiertas de vegetación extensiva hasta 150-200 €/m <sup>2</sup> en cubiertas extensivas (similares a un jardín tradicional).
PERGOLA ASOCIADA A FACHADA	Pergola de madera 3x3m : 115 €
ZONA DE SOMBRA MEDIANTE PLANTACIÓN DE ARBOLADO	Depende de las especies seleccionadas, a partir de 20 €
ELEMENTOS DE SOMBRA SIN VEGETACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Toldo fijo o estor exterior: 300 €/m<sup>2</sup></li> <li>● Persiana: 120 (persiana de lamas) a 280 (persiana veneciana) €/m<sup>2</sup></li> <li>● Voladizo: Depende del material utilizado para la construcción del voladizo.</li> <li>● Cortina interior: 50 €/m<sup>2</sup></li> <li>● Umbráculos de fachada: Pergola de 3x3 m 115 €</li> </ul>
VENTILADORES DE TECHO	Entre 75 y 95€ por ventilador, 140 cm de diámetro.
INSTALACIÓN DE CAPTACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Instalación solar fotovoltaica: Instalación de tamaño mediano la inversión necesaria ronda aproximadamente los 1,6-1,8 €/W</li> <li>● Instalación de captación de energía solar térmica: La inversión necesaria está entre 700 y 850 €/m<sup>2</sup>, habrá que estimar la superficie necesaria suponiendo una capacidad de producción de agua caliente de 0 a 90 l/m<sup>2</sup>.</li> </ul>
TRATAMIENTO DE REVESTIMIENTOS Y CUBIERTAS	El sobreprecio de las cubiertas frías respecto con las convencionales está entre 6.1 - 24.4 €/m <sup>2</sup>
MEJORA CERRAMIENTOS	En torno a 50-80€/m <sup>2</sup> en cubiertas y 60-80€/m <sup>2</sup> para fachadas con sistema SATE.
RED DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES EN CUBIERTAS	Depende de la superficie, 12.000 €/edificio (400 m <sup>2</sup> de superficie) Costes de mantenimiento estimados: 1500 € /año Costes de limpieza y desinfección: 3500 €/año

## 8. Indicadores de evaluación de los resultados del proyecto.

INDICADOR 1: Mejora de la clasificación de eficiencia energética del edificio fruto de las medidas adoptadas.

INDICADOR 2: Reducción del consumo anual de energía final en el edificio en kWh/año.

INDICADOR 3: Reducción anual estimada de gases efecto invernadero (GEI) en kgs CO2 eq/año generada por el consumo de energía en el edificio.

INDICADOR 4: Incremento de la conciencia y sensibilización en torno al cambio climático entre los alumnos y familias como resultado del proceso participativo y su conexión con los contenidos pedagógicos del plan de centro.

INDICADOR 5: Medición de temperatura y humedad relativa media en los habitáculos de centros escolares.

INDICADOR 6: Afección al albedo de zonas abiertas debido al aumento de zonas de sombra.

INDICADOR 7: Incremento de zonas ajardinadas en el centro.

## 9. Documentación de referencia.

Guía técnica para la mejora de la eficiencia energética, la adecuación y la rehabilitación ambiental bioclimática y el uso de energías renovables de los centros educativos públicos extremeños

[https://www.educarex.es/pub/cont/com/0064/documentos/2020\\_Guia\\_Eficiencia\\_Centros\\_Educativos.pdf](https://www.educarex.es/pub/cont/com/0064/documentos/2020_Guia_Eficiencia_Centros_Educativos.pdf)

Bioclimatiza tu cole: <https://cotidiana.coop/project/bioclimatiza-tu-cole/>

Proyecto Cooling Schools del Ayuntamiento de Barcelona

[https://www.barcelona.cat/barcelona-pel-clima/sites/default/files/documents/ccn\\_cooling\\_schools\\_city\\_case\\_studies.pdf](https://www.barcelona.cat/barcelona-pel-clima/sites/default/files/documents/ccn_cooling_schools_city_case_studies.pdf)

Indicadores del proyecto refugios climáticos del Ayuntamiento de Barcelona:

<https://www.uia-initiative.eu/en/news/indicators-tools-adaptation-climate-change-city-scale-climate-shelters-project-city-barcelona>

Guía de adaptación de centros escolares al cambio climático. SEO

[https://seo.org/wp-content/uploads/2021/08/Guia\\_Adaptacion\\_CC\\_Escuelas\\_SEO\\_BirdLife.pdf](https://seo.org/wp-content/uploads/2021/08/Guia_Adaptacion_CC_Escuelas_SEO_BirdLife.pdf)

## 10. Revisión de Instrumentos de Financiación.

### FONDOS EUROPEOS. FEDER:

- Urban Innovative Actions (UIA), un programa de la Comisión Europea para el proyecto *“Adaptar escuelas al cambio climático a través del verde, el azul y el gris”*. El proyecto de Barcelona ha recibido una subvención FEDER de cuatro millones de euros.

La convocatoria puede consultarse en este enlace: [Previous calls for Proposals | UIA - Urban Innovative Actions](#)

### INICIATIVAS AUTONÓMICAS:

- Programa de bioclimatización y fotovoltaica de la Agencia Pública Andaluza de Educación (APAE). <https://www.agenciaandaluzaeducacion.es/fondos-europeos>

En general, todas las convocatorias asociadas al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (Fondos Next Generation), puede consultarse en este enlace:

[Convocatorias | Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Gobierno de España.](#)