



Madrid**solar**



CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA
Comunidad de Madrid

www.madrid.org

Guía de Mobiliario Urbano Sostenible con Eficiencia Energética



Guía de Mobiliario Urbano Sostenible con Eficiencia Energética



www.fenercom.com



www.madrid.org

Depósito Legal:
Impresión Gráfica:

Autores

Esta guía ha sido realizada por encargo de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid y elaborada por:

Siarq, Mobiliario urbano Sostenible
c/ Montcada, 31 – 33 3-2 A
08003-Barcelona
info@siarq.net
www.siarq.net



Colaboradores

EIG, Eco Intelligent Growth
Av. Diagonal, 523 5-1
08029 – Barcelona
www.ecointelligentgrowth.net



Ingrid Hermannsdörfer / Christine Rüb:

SolarDesign - Photovoltaics for Old Buildings, Urban Space, Landscapes / Photovoltaik für Altbau, Stadtraum, Landschaft 2005, jovis Verlag GmbH Berlin

Índice

1.	INTRODUCCIÓN	11
2.	MOBILIARIO URBANO SOSTENIBLE CON EFICIENCIA ENERGÉTICA	13
	2.1. ¿Qué es y para qué?	13
	2.2. Ecoeficiencia	15
	2.3. Energías Renovables	19
	2.3.1. Introducción	19
	2.3.2. ¿Qué son las energías renovables?	19
	2.3.3. Energía y medio ambiente	20
3.	MENTALIDAD AMBIENTAL APLICADA AL MOBILIARIO URBANO	23
	3.1. ¿Cómo podemos integrar la energía renovable en los espacios Públicos?	23
	3.1.1. Aplicaciones fotovoltaicas en el espacio urbano	24
	3.1.2. Aspectos relevantes	26
	3.1.3. Multifuncionalidad	28
	3.1.4. Sistemas de iluminación autónomos	28
	3.1.5. Sistemas de iluminación de conexión a red	38
	3.2. ¿Cómo mejorar la eficiencia energética de la iluminación?	45
	3.2.1. ¿Qué son los LEDs?	45
	3.3. ¿Cómo debemos elegir los materiales para tener un Mobiliario Urbano Sostenible?	47
	3.3.1. Materiales reciclables o valorizables	47
	3.3.2. Materiales autóctonos o regionales	49
	3.3.3. Ecoeficiencia de los materiales	49
	3.3.4. Minimizar la cantidad de material	51
	3.3.5. Durabilidad y mantenimiento	52
	3.3.6. Fomentar el uso de materiales certificados y rápidamente renovables	54
	3.3.7. Reciclados (Preconsumo y postconsumo)	56
	3.3.8. Reutilizados	59

3.3.9. No tóxicos para las personas o el entorno	60
3.4. ¿Cómo podemos aplicar el Ecodiseño en la mejora ambiental del mobiliario urbano?	60
4. MOBILIARIO URBANO Y ENERGIA	63
4.1. Parques infantiles y de adultos	63
4.2. Colectores de residuos caninos	64
5. MOBILIARIO URBANO Y AGUA	67
5.1. Parques infantiles para la extracción de agua	67
5.2. Depuración simbiótica	68
5.3. Colectores pluviales	68
6. MOBILIARIO URBANO Y CONECTIVIDAD	71
6.1. Paneles de información	71
6.2. Integración de WiFi en mobiliario urbano tradicional	71
6.3. Centros de carga	71
6.4. Parquímetros	72
7. MOBILIARIO URBANO Y ESPACIOS VERDES	75
7.1. Compostador	75
7.2. Huerto urbano	75
8. MOBILIARIO URBANO Y CICLO DE MATERIALES	77
9. MOBILIARIO URBANO INSPIRADO EN LA NATURALEZA BIOMIMICRY	81
9.1. Ejemplos de Biomimicry	81
10. ANEXOS	85
10.1. Normativa española referente a energía fotovoltaica	85
10.2. Responsabilidad social corporativa	85
11. BIBLIOGRAFÍA	89
AGRADECIMIENTOS	91

Presentación

En todas las urbes y ubicados en las vías públicas, en los parques, en los jardines, etc., se encuentran un sinfín de objetos que se encuadran en el concepto de mobiliario urbano.

Estos elementos, de tipología y formas muy variadas, tienen diversas funciones, desde iluminar las vías públicas como las farolas, pasando por dar información a través de paneles, señales, etc., resguardar al público como las marquesinas, o dar un servicio ya sea sanitario como los urinarios, de limpieza como las papeleras, de expedición de tickets como los parquímetros, de descanso como los bancos, de seguridad como las vallas, etc.

Su implantación en los diferentes ámbitos espaciales de la ciudad debe responder a criterios no solamente funcionales, es decir, misión o servicio que prestan, sino a otros más actuales que podrían denominarse de sostenibilidad. En el diseño y estética final de los mismos se debe considerar el paisaje urbano del que van a formar parte, buscando siempre la máxima integración en el entorno. Por otro lado, se debe buscar la máxima eficiencia, tanto en el consumo de materiales para su fabricación como en la demanda de energía que se requiere, en algunos casos, para su funcionamiento.

Aparece así la eficiencia energética en el universo del mobiliario urbano, incorporando sistemas de generación de energía con dispositivos fotovoltaicos o eólicos, hasta sistemas de almacenamiento de ésta en baterías o su uso con elementos de iluminación más eficientes como los LEDs, etc.

Con esta **Guía de Mobiliario Urbano Sostenible con Eficiencia Energética** se pretende llamar la atención de los responsables de las Corporaciones Locales, de los Arquitectos Municipales, de las Ingenierías y de los Fabricantes de este tipo de elementos, sobre las posibilidades que ofrece la tecnología actual, con un potencial enorme en cuanto a diseños, materiales y aplicaciones, pudiéndose conseguir importantes cuotas de ahorro de energía y, simultáneamente, un efecto de sensibilización y concienciación de la población que los utiliza.

Carlos López Jimeno

Director General de Industria, Energía y Minas
Consejería de Economía y Hacienda
Comunidad de Madrid

1 INTRODUCCIÓN

Las propuestas presentadas en esta Guía pretenden dar coherencia a la estrategia energética de la Comunidad de Madrid, en sintonía con la de la Unión Europea, que fomenta todas las iniciativas orientadas a conseguir un desarrollo sostenible y que incluyen el ecodiseño de los elementos de mobiliario urbano.

Se trata de desarrollar un nuevo modelo de mobiliario urbano sostenible que combine funcionalidad, diseño, integración con el paisaje urbano y calidad ambiental, contemplando aspectos como el ahorro energético en todos los elementos. Su objetivo es conseguir no sólo la eficiencia considerando costes y calidad, sino también la consecución del mínimo impacto ambiental desde un punto global en todo el ciclo de vida del producto. Se trata de optimizar recursos generando sinergias que posibiliten, además, una mayor vinculación entre medioambiente, tecnología y economía.

Para un número creciente de empresas, la protección del medio ambiente ha dejado de concebirse como un gasto para convertirse en una estrategia de ahorro y responsabilidad social corporativa. Este cambio de mentalidad viene acompañado por la aprobación de nuevas leyes para preservar el entorno, así como de la sensibilidad de las Administraciones y el resto de la sociedad por construir y aplicar, conjuntamente, un modelo de desarrollo más sostenible que el actual. Todo ello ha permitido que cada vez más empresas e instituciones apuesten por integrar el medio ambiente dentro de sus políticas. Y es que la competitividad exige a las empresas el uso racional de los recursos y la conservación y ahorro de la energía.

El medio ambiente no es un coste sino un ahorro

Es en este marco en el que la Comunidad de Madrid ha recogido el interés de numerosas organizaciones por contar con una Guía de

Mobiliario Urbano Sostenible con Eficiencia Energética, que reúna y clarifique la información actualizada sobre la oferta actualmente existente y, a su vez, implique a las empresas y los agentes sociales en el proceso hacia el desarrollo sostenible.

2

MOBILIARIO URBANO SOSTENIBLE

Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades

Informe Brundtland (1987)

Son muchos los elementos urbanos que ocupan las calles de una ciudad y que están instalados para cumplir una misión determinada. Cada uno de ellos cumple una serie de características básicas determinadas por su funcionalidad, solidez de construcción, facilidad de reparación, mantenimiento y estética de su diseño. Todas estas características básicas son necesarias, pero no suficientes, ya que deben quedar integradas dentro del concepto de **mobiliario urbano sostenible**.

2.1. ¿Qué es y para qué sirve?

MOBILIARIO URBANO

Conjunto de instalaciones facilitadas por los ayuntamientos para el servicio del vecindario, como bancos, papeleras, marquesinas, etc.

Diccionario de la Lengua Española

Bajo la denominación de **mobiliario urbano** se incluye:

- Farolas, semáforos y señales luminosas.
- Marquesinas, quioscos, sanitarios de uso público, paneles publicitarios luminosos y de información municipal.
- Señalización no luminosa, bancos, jardineras, papeleras, vallas,

pilones, rejas y tapas, alcorques (hoyo que se hace al pie de los árboles o plantas para recoger el agua de lluvia o retener la de riego) y juegos infantiles.

- Otros elementos de mobiliario técnico, como cajas eléctricas, puntos de llamada a policía y bomberos, parquímetros, etc.

Actualmente, los robots se configuran como nuevos elementos de mobiliario urbano para realizar funciones tales como vigilancia y seguridad, información o ayuda los ciudadanos.

Tendencia a la integración del medio ambiente, la calidad y la tecnología

La planificación de las necesidades de mobiliario urbano debe incluir, en todas las etapas de su ciclo de vida, programas de ahorro energético basados en criterios sostenibles para conseguir la autosuficiencia energética con fuentes renovables de energía, el ecodiseño, el uso de materiales nobles y/o autóctonos y la aplicación de los principios europeos de las 3R (reducir, reutilizar y reciclar). Criterios que deben permitir optimizar las relaciones energéticas de dichos elementos con el medio ambiente. El fin último es conseguir la autosuficiencia energética con fuentes renovables y alcanzar niveles óptimos de calidad ambiental promoviendo el diseño y uso de mobiliario urbano sostenible.



3 R

Reducir, Reutilizar, Reciclar

La búsqueda de la eficiencia energética de los espacios públicos permite avanzar hacia una nueva generación de **mobiliario urbano multifuncional** que produce la energía mediante fuentes renovables y, a la vez, iluminan, ofrecen descanso, soportan elementos de comunicación, etc.

El modelo de ciudad ecológica supone un aumento evolutivo de los recursos basados en energías renovables

2.2. Ecoeficiencia

EFICIENCIA SOSTENIBLE VERSUS EFICIENCIA TRADICIONAL

Eficiencia

Es el logro de los objetivos en el tiempo previsto con la calidad esperada y al menor coste

Tradicionalmente, el concepto de eficiencia limitaba la interpretación de cuáles eran los **objetivos** y qué se entendía por **coste**. Los objetivos se centraban únicamente en la función que debía realizar el producto y no se tenía en cuenta ningún otro tipo de coste asociado al producto más allá de su coste de fabricación unitario, el cual se limitaba a minimizar.

Para que cualquier iniciativa sea sostenible, perdurable y viable en el tiempo, debe lograr integrar la sostenibilidad en los ámbitos económico, social y ambiental. En consecuencia, para entender el concepto de **ecoeficiencia**, se deben definir y analizar cuáles son los objetivos y cuáles son los costes, en su conceptualización más amplia. En este nuevo enfoque se entiende por:

Objetivos:

- Maximización de los tres vértices del trinomio (economía, ecología y equidad).
- Sostenibilidad en la actualidad y en las generaciones futuras teniendo en cuenta todo el ciclo de vida del producto y los flujos de metabolismo urbano.

Costes:

- Todos aquellos costes relacionados con los materiales, fabricación, instalación, limpieza, reparación, consumo de energía, consumo de materiales y gestión de residuos asociados a las distintas etapas de la vida del producto.
- Externalidades asociadas con la iniciativa, es decir, efectos producidos por una actividad sobre sectores no involucrados en ella. Las externalidades negativas pueden identificarse con los efectos contaminantes de los procesos productivos o de las iniciativas de inversión, las empresas no lo consideran como coste pero lo es para la sociedad presente y futura. Por definición, el mercado no reconoce el valor o el coste asociado con una externalidad, pero estos efectos inciden sobre el bienestar social y medioambiental.

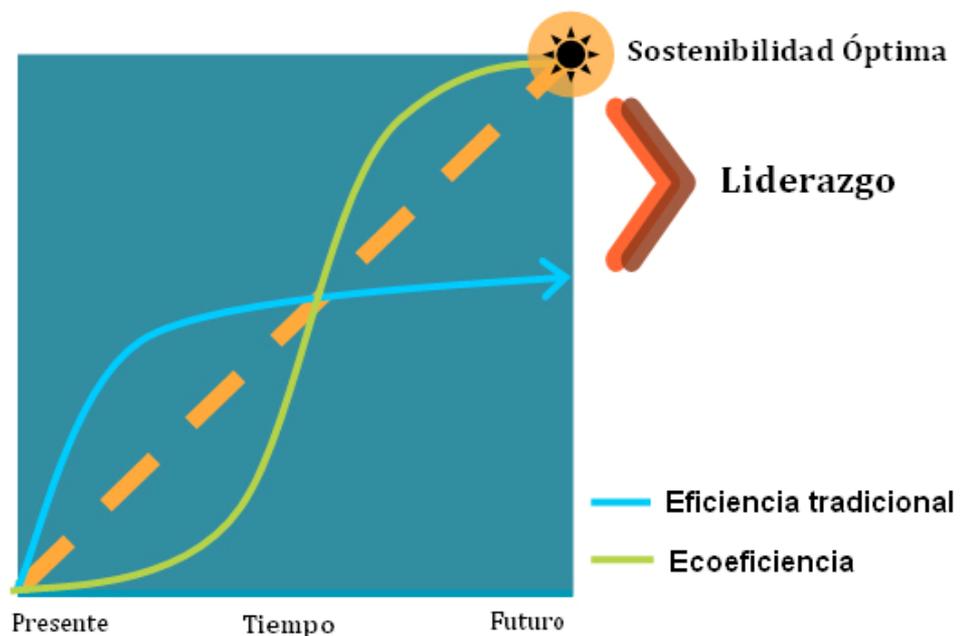


Figura 1. Gráfico de sostenibilidad óptima
(© 2006, McDonough Braungart Design Chemistry).

Es decir, no se trata de hacer las cosas “menos mal” sino que deben hacerse “bien”. En estos momentos, no es suficiente con elegir una farola con luces de bajo consumo, que necesite menos energía. Aho-

ra es el momento de seleccionar farolas que sean capaces de generar, como mínimo, la propia energía que necesiten, buscar productos totalmente reciclables o valorizables, fuentes que funcionen con agua de lluvia, etc., buscando soluciones que emulen los principios físicos de la propia Naturaleza.

Otro aspecto clave en el diseño son los límites analizados y la selección de las tecnologías más adecuadas disponibles en cada sitio y momento. Los análisis deben permitir la evaluación de las ventajas y desventajas de las diferentes tecnologías o productos disponibles. Un buen ejemplo es el análisis EROEI (*Energy Return on Energy Investment*), es decir, la devolución del capital invertido en términos energéticos.

$$\text{EROEI} = \frac{\text{Energía aportada a la sociedad}}{\text{Energía necesaria para obtenerla}}$$

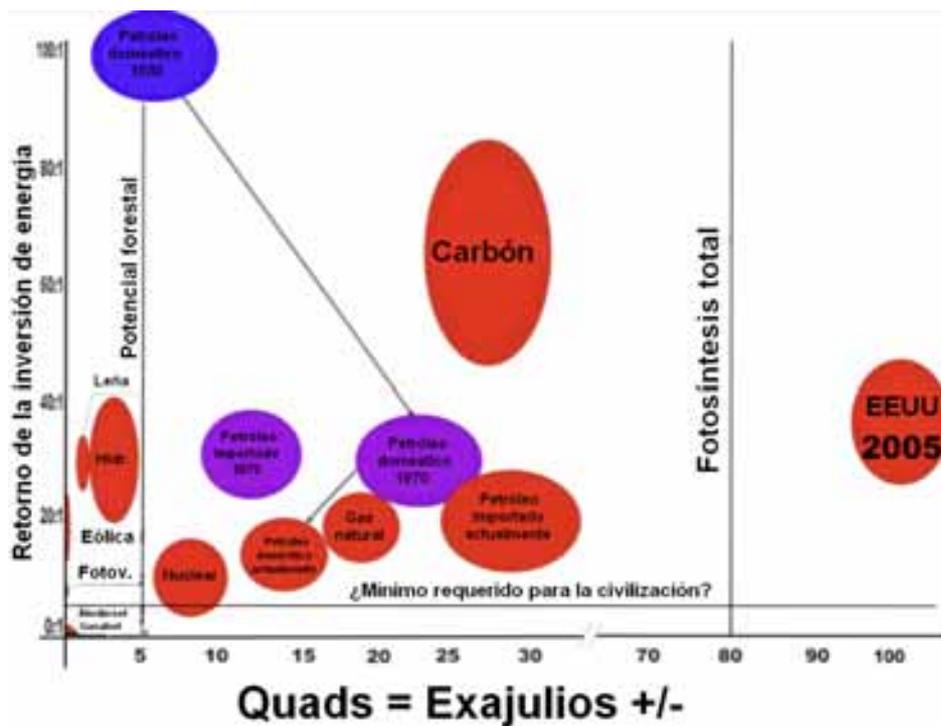


Figura 2. Gráfico Quads (Exajoules, unidad de medida del consumo energético mundial anual), donde se representa de forma cualitativa el EROEI de diferentes energías (eje Y) frente a la cantidad de cada combustible, en varios momentos, consumida en los Estados Unidos (Fuente: Hall, Balogh & Murphy).

Algunas cuestiones que se pueden plantear a la hora de seleccionar o diseñar un producto del mobiliario urbano son las siguientes:

1. ¿El producto tiene un coste asumible? ¿Está disponible en el mercado actual?
2. ¿Su instalación en el entorno público mejorará la calidad de vida de los usuarios?
3. ¿Mejora el entorno natural del espacio público?
4. ¿Se fabrica siguiendo criterios sociales justos: no explotación infantil, salarios justos, etc.?
5. ¿La empresa dispone de estrategias de responsabilidad social corporativa?
6. ¿El producto hace un uso eficiente de recursos (consume energía, agua)? ¿Sigue criterios ambientales apropiados el diseño y su proceso de fabricación?
7. ¿Es reciclable o valorizable?
8. ¿El producto es seguro para las personas y el entorno? ¿No contiene elementos tóxicos o nocivos?
9. ¿Da buenas prestaciones a la comunidad?
10. ¿El producto contribuye a la mejora económica y social del entorno?.

Algunas medidas para la mejora de la ecoeficiencia son:

- Aplicación de buenas prácticas medioambientales.
- Utilización de las mejores tecnologías disponibles.
- Mejora de los procesos de producción y reingeniería de procesos.
- Mejora de la gestión de recursos.
- Investigación, desarrollo e innovación tecnológica: eco-innovación.
- Ecodiseño.
- Análisis del ciclo de vida.
- Contabilidad ambiental.
- Criterios ambientales de compra.
- Marketing ambiental.
- Función antena y alerta tecnológica.

Como conclusión, lo importante es analizar en cada caso el producto de forma global, teniendo en cuenta el contexto y circunstancias de su utilización.

2.3. Energías renovables

2.3.1. Introducción

Uno de los principales problemas, tras tantos años de combustibles fósiles a bajo precio y de la disponibilidad de materiales, es la errónea concepción de la abundancia. La sociedad desperdicia una inmensa cantidad de valiosos materiales empleados en diseños poco eficaces que acaban en los vertederos. Además, se está muy lejos de utilizar los recursos de forma óptima.

Por otro lado, la Humanidad demanda un creciente suministro de energía. Como resultado, las instalaciones de producción de energía eléctrica aumentan en número y en capacidad haciendo uso de cantidades cada vez mayores de materias primas y recursos, y produciendo más residuos. Para hacer frente a su incidencia ambiental, la ONU, el Consejo Mundial de la Energía y la Agencia Internacional de la Energía previenen que las prácticas actuales de producción y uso no son sostenibles a causa de sus efectos colaterales de orden medioambiental y social.

Dado que los recursos energéticos, en su forma natural, son fundamentalmente neutros, el problema medioambiental estriba en el impacto de los procesos empleados para producir la energía, utilizarla y tratar los residuos.

2.3.2. ¿Qué son las energías renovables?

El término energía renovable engloba una serie de fuentes de energía que, en teoría, no se agotarían con el paso del tiempo. Estas fuentes serían una alternativa a las otras llamadas convencionales (no renovables) y producirían un impacto ambiental mínimo. La eva-

luación de la contribución de las energías renovables no debe realizarse en forma de reservas, sino de potencial de producción.

Tabla 1. Clasificación de fuentes de energías renovables según UNESCO.

Fuentes de energía renovable
Biogás
Energía de la biomasa
Energía hidroeléctrica
Energía de las mareas
Energía solar
Energía del vapor
Energía térmica
Energía geotérmica
Energía eólica

2.3.3. Energía y medio ambiente

Como cualquier otra actividad humana, el sector energético ejerce una serie de efectos, más o menos acusados, sobre su entorno debido a las siguientes causas:

- En Europa, un tercio de las emisiones de CO₂ provienen de la generación de energía eléctrica con fuentes convencionales. Las energías limpias, al contrario, como bien dice su nombre, no perjudican el medio ambiente y evitan actualmente 15 millones de toneladas de CO₂ al año sólo en producción de electricidad.
- Por otra parte, está el aspecto estratégico, en el que cabe señalar que España tiene una dependencia energética superior al 80%, mientras que la media de la Unión Europea se sitúa en el 52%. Es necesario pararse a reflexionar cuántos cientos de millones ahorraríamos si produjésemos energía autóctona, teniendo en cuenta que la Península posee una amplia y rica fuente de recursos naturales, como el sol, la biomasa, el agua, el viento, etc. Esto

está ligado al aspecto socioeconómico, y es que al desarrollar la energía autóctona se contribuye al crecimiento del empleo y al equilibrio regional. Se estima que las energías renovables proporcionan cinco veces más puestos de trabajo y, además, fijan la población en territorios actualmente despoblados, a lo que hay que sumar otros efectos socioeconómicos muy positivos.

Como puede observarse en el mapa siguiente, la Comunidad de Madrid se encuentra en una de las zonas de mayor potencial para la obtención de energía solar fotovoltaica.

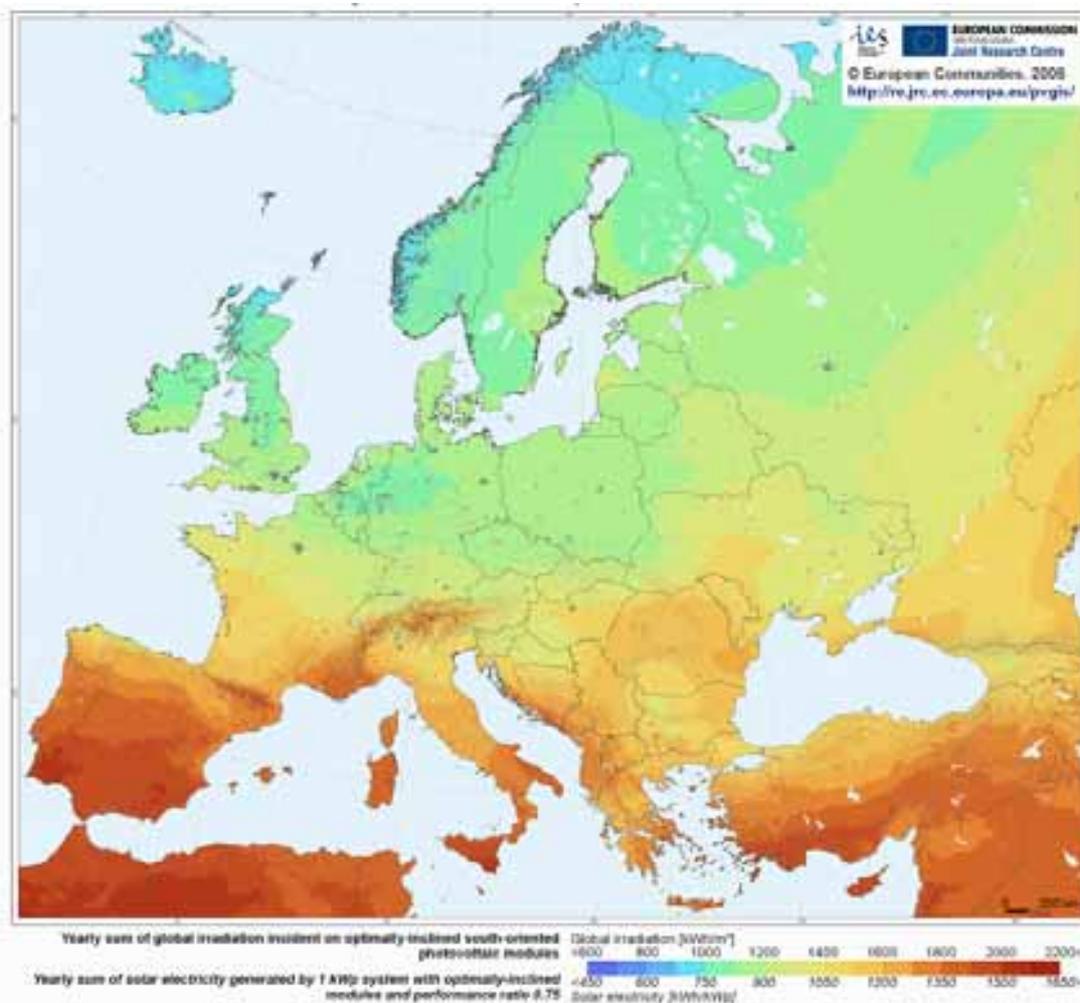


Figura 3. Mapa de potencia eléctrica solar fotovoltaica de las ciudades europeas.

3

MENTALIDAD AMBIENTAL APLICADA AL MOBILIARIO URBANO

3.1. ¿Cómo podemos integrar la energía renovable en los espacios públicos?

¿Por qué energía renovable?

Porque es ilimitada, gratuita, permanente, limpia, no contamina, se autoabastece y garantiza la disponibilidad futura sin restricciones

En este apartado se tratará fundamentalmente el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica en los espacios públicos.

El interés general por la energía solar se ha incrementado en los últimos años. Se trata de la más atractiva de las fuentes energéticas alternativas del futuro, no sólo por ser limpia y gratuita, sino también por su abundancia y su carácter inagotable a escala humana. Por tanto, su aplicación en los sistemas de iluminación ha sido una conclusión obvia del desarrollo de la energía fotovoltaica.

Los sistemas de energía solar convierten la luz del sol en electricidad sin contaminar el medioambiente. Su operación depende, básicamente, de dos recursos naturales comunes y abundantes: arena (los paneles están fabricados a partir de ésta) y sol.

Los módulos fotovoltaicos (FV) consisten en celdas eléctricas conectadas, las cuales, con el fin de protegerlas de las influencias nocivas del entorno (condiciones atmosféricas, desgaste, corrosión, etc.) están precintadas con materiales adecuados para ello, principalmente vidrio, usando láminas de plástico transparente como "pegamento". Por lo tanto, un módulo FV es siempre como un "sándwich". El componente de vidrio en este "sándwich" puede ser sustituido por mate-

riales plásticos adecuados, y actualmente, en especial las celdas de película delgada, se están sustituyendo, por ejemplo, con láminas de metal.

Los estándares más comunes de módulos FV se basan en células de silicio mono o policristalinas. El desarrollo más reciente son las celdas solares de capa fina y, actualmente, se están desarrollando estudios experimentales que utilizan celdas tándem o apiladas, en las que dos o más células de materiales semiconductores forman capas una encima de la otra. Cada capa extrae energía desde una porción particular del espectro de luz recibida. Los módulos de capa fina están fabricados con nuevos semiconductores, como el silicio amorfo, diseleniuro de indio y cobre (CIS), diseleniuro de galio indio (CIGS) o telurato de cadmio (CdTe). Las estructuras de celdas individuales se depositan, como finas láminas, unas encima de las otras, de forma seriada en sustratos, estructurando los huecos y juntas a modo del cristal.

3.1.1. Aplicaciones fotovoltaicas en el espacio urbano

Las instalaciones fotovoltaicas aún están en el proceso de tener más presencia en los espacios públicos, dado que el potencial de estas aplicaciones en dichos espacios no está utilizado al 100%.

Un mobiliario urbano "solar" es multifuncional desde el origen, ya que integra el elemento FV para la generación de energía eléctrica a la vez que su función intrínseca. La corriente eléctrica puede usarse para iluminar una farola, un objeto de arte o hacer funcionar un ordenador (para información turística, por ejemplo) o un aparato (como un expendedor de tickets).

Existe un amplio rango de posibilidades de aplicación:

- Los módulos FV son muy adecuados para todo tipo de techos y marquesinas, que pueden ir desde paradas de autobús o cubiertas para plazas y pérgolas hasta paneles de información solares.
- Asimismo, taquillas con energía solar pueden vender tickets para un ferry que también funcione con esta energía.

- Bajo una pérgola solar puede situarse una parada de alquiler o una estación solar de servicio para vehículos eléctricos.
- Incluso el ámbito del arte urbano ofrece múltiples posibilidades en el diseño de objetos FV.



Foto 1. El arte urbano aplicado en fuentes y flores solares en parques públicos de Alemania (Fuente: Kopf Solardesign).

A largo plazo, las instalaciones fotovoltaicas pueden contribuir a un desarrollo urbano sostenible y a un entorno más ecológico con fuentes de energía limpias.

3.1.2. Aspectos relevantes

El mobiliario urbano solar requiere de un cierto grado de innovación, no sólo por lo que respecta a la combinación útil de funcionalidades y diseño relacionado, sino también en lo que se refiere a los elementos FV por ellos mismos.

Los módulos solares prefabricados no se pueden aplicar en muchos casos, ya que se precisa de elementos más pequeños (por ejemplo, para las farolas). La elección del producto FV apropiado para conseguir la integración del mobiliario con el espacio urbano debe centrarse en los aspectos relevantes como **tamaño, forma, semitransparencia, formas curvilíneas, colores y multifuncionalidad**.

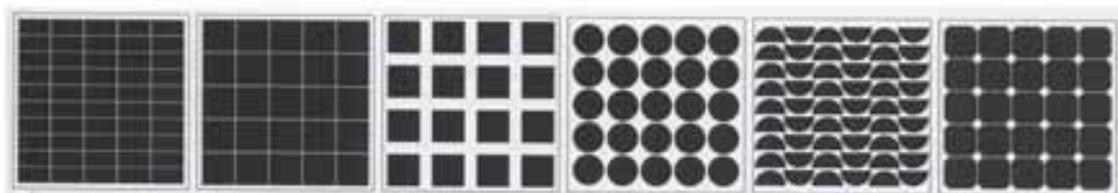


Foto 2. Diferentes formas de celdas FV (Fuente: PV ACCEPT).

El **tamaño y la forma** relativamente pequeños de los módulos FV necesarios en el mobiliario urbano solar condicionan su diseño. Existe una variedad de celdas (rectangular, cuadrada, redonda y semicircular) derivadas de los distintos "patrones" de los módulos. Las celdas de silicio mono y policristalino, que siguen siendo el tipo más común, pueden ser integradas en distintos materiales, formas y diseños y, de este modo, tienen el potencial para el desarrollo de elementos innovadores.

Las formas curvilíneas se utilizan habitualmente en farolas y techos de marquesinas en las paradas de transporte público. Materiales innovadores permiten obtener formas curvas y dobladas. El desarrollo de

celdas solares flexibles se ha convertido en un punto muy importante en los últimos tiempos. Por ejemplo, se fabrican con capas ITO (*Indium Tin Oxides*) altamente finas y transparentes en sustratos metálicos o poliméricos. La semitransparencia es una interesante característica de diseño y puede ser creada en los módulos FV por diferentes métodos.

El rango de colores en las celdas solares viene limitado por la capa antirreflectante de su parte frontal que reduce el reflejo solar, a modo de una lente fotográfica, aumentando la eficiencia en la utilización de la luz para la generación de electricidad. Esta capa se ajusta por su grosor y, por ello, el reflejo de la zona de espectro rojo a la que las celdas muestran más sensibilidad se minimiza. Como el reflejo de la luz azul no se reduce tanto, las celdas muestran una apariencia entre azul y negra. Por lo tanto, las celdas de silicio cristalino y amorfo son normalmente azules.

Asimismo, las celdas de películas finas basadas en CIS o CIGS son de color negro y las de CdTe tienen un reflejo verdoso. Variando el grosor de la protección antirreflectante se pueden obtener diversos colores. Existen otros métodos para modificar el color de los módulos sin interferir con la física de la celda: el elemento "sándwich" FV es capaz de contener celdas semitransparentes y cristales coloreados o una lámina posterior de plástico.

También existen módulos de películas finas con estampados y colores impresos en su superficie con especiales colores innovadores que transmiten la luz y resisten a cualquier tipo de clima.

Los diseñadores de la empresa PV ACCEPT han desarrollado un sistema para imprimir o grabar en módulos FV, lo que permite cualquier color y dibujo para combinar esta fuente de energía con la publicidad o cualquier otro tipo de información.

Otra posibilidad es conseguir una apariencia coloreada, especialmente por la noche, mediante la integración de LEDs. La moderna tecnología RGB (rojo, verde, azul) puede ser incorporada para controlar el gradiente de color de la iluminación.

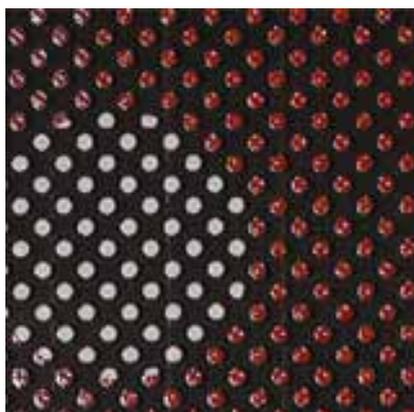


Foto 3. Detalle de celda FV impresa
(Fuente: PV ACCEPT).

3.1.3. Multifuncionalidad

Los elementos de mobiliario urbano solar son multifuncionales por el hecho de combinar la generación de energía con otra funcionalidad. Las soluciones creativas pueden llegar todavía más lejos e integrar más de un uso en un elemento. En los últimos años se han desarrollado estos tipos de elementos FV urbanos, combinando la generación de energía eléctrica con la iluminación (farolas, papeleras iluminadas, etc.), otros con el arte, con la información y con el ocio como, por ejemplo, la escultura de comunicación solar "Obelisk" de la empresa alemana Lifestyle GmbH.

Por otra parte, las marquesinas en paradas de transporte público pueden producir energía para las taquillas de información turística o los paneles de información de los horarios de los transportes, entre otros. También los techos solares para los carriles bici o zonas peatonales consiguen iluminarse por la noche integrando LEDs, etc.

3.1.4. Sistemas de iluminación autónomos

Representan la alternativa a los sistemas de iluminación convencionales y, además, son idóneos para aquellos lugares donde la red eléctrica no llega o esporádicamente falla el suministro. Existen equipos apropiados capaces de proporcionar una autonomía energética permanente mediante la carga de baterías a través de diferentes fuentes de energía, como la solar y la eólica.



Foto 4. Techo panorámico solar multifuncional ubicado en Remseck, Alemania (Fuente: Würt Solar).

Los puntos de luz incluyen los mismos elementos que un sistema convencional de acumulación, generación, regulación, almacenamiento y distribución de las distintas fuentes de energía.

Las células solares de los paneles convierten la radiación en electricidad de forma directa. La energía captada durante las horas del sol se almacena en un banco de baterías a fin de utilizarla en las horas de escasa o nula iluminación natural.

Las baterías de ciclo profundo son las más indicadas para este uso, ya que soportan multitud de cargas y descargas, manteniendo una

potencia estabilizada de 300 a 1.500 ciclos, de la manera más eficiente para almacenar y suministrar energía en un sistema fotovoltaico.

El sistema está gobernado por un regulador de carga que, gracias a un algoritmo interno, define los periodos de iluminación eficiente y regula la carga de las baterías de manera que no se descarguen en su totalidad. Dicha energía es la que dotará de luz a la lámpara de la farola o elemento de iluminación.



Figura 4. Esquema de funcionamiento de un sistema fotovoltaico autónomo (Fuente: Siarq).

Estos sistemas de alumbrado son totalmente autónomos ya que generan la propia energía que consumen. Por lo tanto, no se requieren cableados de conexión y no es necesario para su instalación tender líneas aéreas, cavar zanjas o romper pavimentos. Asimismo, no consumen energía eléctrica de la red y, en consecuencia, no se necesitan transformadores, medidores ni otros elementos.

Puede mencionarse distintos tipos de elementos urbanos autónomos que siguen los principios de este tipo de tecnología para el desarrollo de elementos multifuncionales. Por ejemplo, marquesinas de autobuses autónomas, las farolas-banco-esculturas, etc.

Algunos ejemplos pueden ser los siguientes:

1. Farola HOM.

Las farolas de la Foto 5 están creadas por SIARQ y conjugan arquitectura, iluminación y funcionalidad. Cada farola HOM ilumina mediante 30 LEDs de alta potencia y última generación. No genera calor, no necesita mantenimiento y es capaz de dar luz durante toda la noche, incluso durante los meses de invierno.



Foto 5. Farolas HOM instaladas en el área de servicio en Montcada, cerca de Barcelona (Fuente: Siarq).

HOM responde a unas exigencias arquitectónicas, estéticas y energéticas específicas que la convierten en un singular elemento de altas prestaciones y bajo impacto ambiental que no deja indiferente. Es, en realidad, una escultura que representa una figura humana que abraza, por encima de su cabeza, la luz del sol y moldea el paisaje de su entorno más próximo.

Tabla 2. Contaminantes evitados por la farola HOM (Fuente: Siarq).

Contaminantes	Cantidad no emitida por cada kWh producido desde HOM	Total emisiones evitadas cada año desde HOM
CO ₂	0,60 kg	153,30 kg
SO ₂	1,33 g	339,81 g
NO _x	1,67 g	426,68 g

2. LUX +. Ilumina, señaliza y ofrece descanso.

Por su amplia gama de combinaciones, se adapta a las necesidades de los espacios públicos. Gracias a su estructura, se convierte en un innovador soporte para la promoción de marcas, servicios o productos.



Foto 6. Farola fotovoltaica modelo Lux + (Fuente: Siarq).

3. ISOLED I. Señalización e iluminación.

Este modelo de la empresa Isofoton, puede incorporar un cartel publicitario que permite comunicar e iluminar mediante tecnología Led.



Foto 7. Farola fotovoltaica modelo Isoled I de Isofoton (Fuente: Ayuntamiento de Tres Cantos).

4. CURVA. Banco y farola para el espacio público.

Gracias a su doble función, responde a las necesidades propias de jardines, parques y otras zonas de paseo. Su estilizado diseño invita al descanso bajo su sombra. El banco incorporado en la base permite la ubicación de baterías, lo que permite su instalación en zonas alejadas de la red eléctrica.



Foto 8. Farola fotovoltaica modelo Curva instalada en Ripollet del Vallés, cerca de Barcelona (Fuente: Siarq).

5. Marquesina Solar

Estos elementos combinan la función de refugio de las inclemencias del tiempo a la vez que consiguen la eficiencia energética mediante la utilización de tecnología LED. La integración de los paneles fotovoltaicos está en la estructura de policarbonato en lugar de cristal y el uso de baterías. Al no estar conectadas a la red, el ahorro en materia de obra civil es importante.

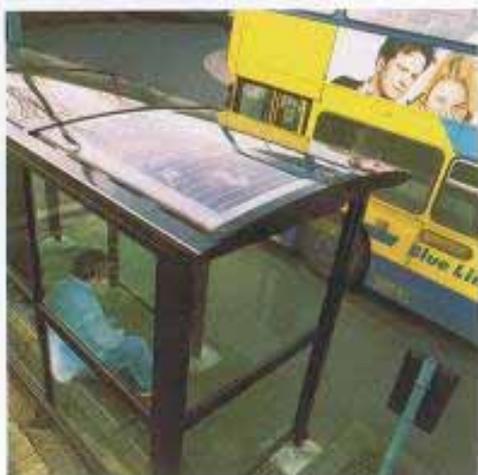
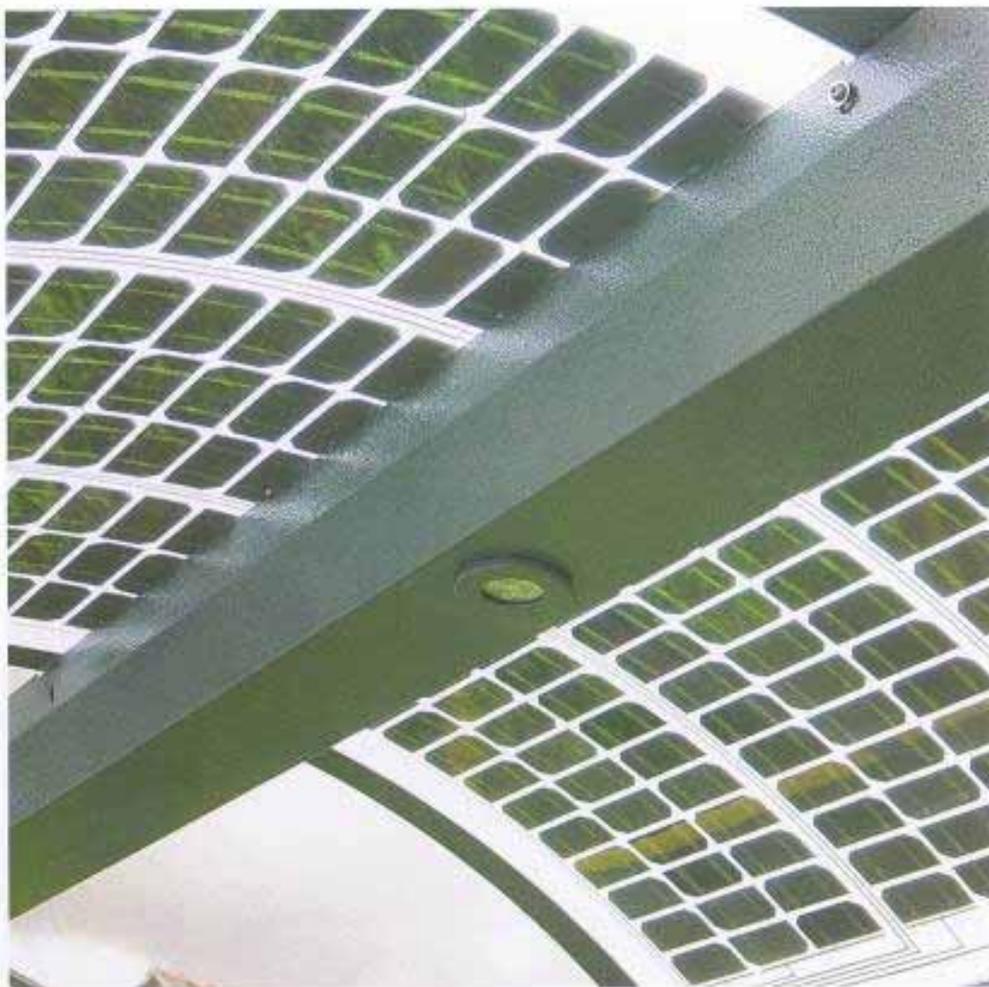


Foto 9. Marquesina solar instalada en Inglaterra
(Fuente: Solarcentury).

6. The Luminescent Litter Bin

Desarrollada por Solar Lifestyle GmbH, esta papelerera, además de estar alimentada por un panel amorfo de capa fina, tener iluminación LED y llevar una batería de gel, da las gracias cuando es utilizada, ayudando a mantener limpia la ciudad.



Foto 10. Papelerera modelo Santo instalada en áreas públicas en Berlín (Fuente: Solar Lifestyle GmbH).

7. Escultura de comunicación Solarobelisk

Se trata de un desarrollo solicitado por el Ministerio de Medio Ambiente alemán a la empresa Solar Lifestyle GmbH de Berlín.

Consta de una escultura de 5 metros rodeada de un banco que funciona de lugar de encuentro y relajación. Lleva integrada una instalación de luz y un cartel de comunicación con sonido.



Foto 11. Escultura de comunicación modelo Solarobelisk, Berlín, Alemania (Fuente: Solar Lifestyle GmbH).

8. Farolas eólicas

La energía eólica es una forma indirecta de la energía solar. Se produce como consecuencia de la energía cinética del viento y éste es efecto de las diferencias de temperatura y presión de la atmósfera originadas por la radiación del sol.

La energía cinética del viento se transforma en energía eléctrica por medio de los denominados aerogeneradores o generadores eólicos. El aerogenerador es un dispositivo consistente en un sistema mecáni-

co de rotación o rotor provisto de palas que, con la energía cinética del viento, mueve un generador eléctrico conectado al sistema motoriz.

Algunos fabricantes disponen de un sistema híbrido compuesto por un panel en la parte superior y un aerogenerador de eje vertical integrado en el mástil. La energía generada por ambos elementos es almacenada normalmente en las baterías dispuestas en la base de la farola. Por otra parte, un módulo de control electrónico garantiza la parada automática del aeromotor en caso de viento demasiado fuerte (20 m/s). Asimismo, la puesta en marcha y parada del aparato se regulan automáticamente.



Foto 12. Farola modelo Windelux, Avignon, Francia (Fuente: Windela, S A).

3.1.5. Sistemas de iluminación de conexión a red

Este tipo de iluminación aprovecha la radiación del sol para convertirla en electricidad a través de un inversor que la transforma en corriente alterna. La electricidad producida por la farola durante el día se vende a la red eléctrica. A su vez, la farola utiliza la energía de la red para su iluminación nocturna (no tiene ningún sistema de acumulación con baterías). Hoy en día, en España el precio de venta de la

electricidad producida por fuente de energía renovable, como es la fotovoltaica, es aproximadamente tres veces superior al precio de compra de la energía.

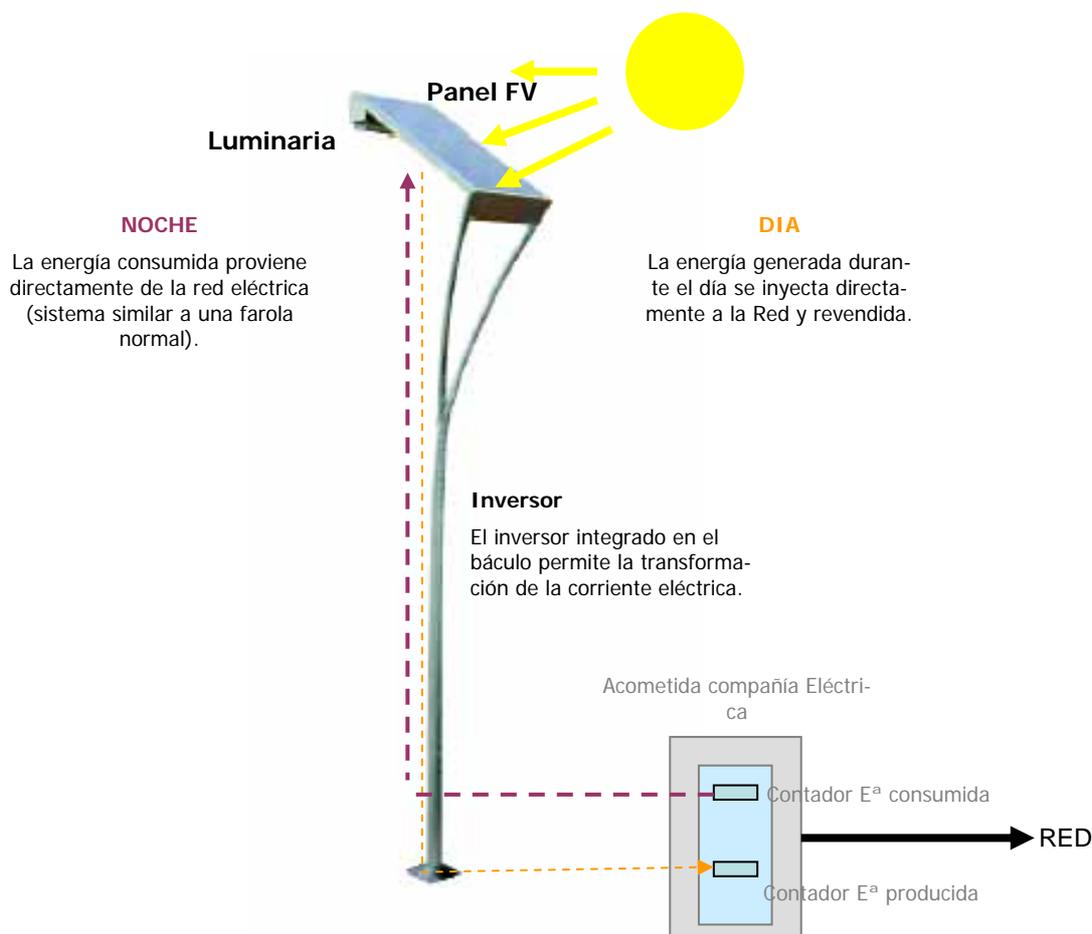


Figura 5. Esquema de funcionamiento de un sistema fotovoltaico conectado a red (Fuente: Siarq).

La nueva generación de mobiliario urbano sostenible conectado a red está pensada como una mini planta generadora de energía fotovoltaica. En algunos casos, aunando diseño, iluminación y venta de energía a la red.

La tendencia, tanto en el diseño como en la arquitectura, es la innovación. Concebida para integrar diferentes conceptos en un solo

elemento: criterios estéticos, integración de las energías renovables en componentes de uso cotidiano, diseños a medida con el objetivo de simbolizar algo concreto o asociarse a una imagen de marca y divulgar información.

Algunos ejemplos de estos sistemas pueden ser los siguientes:

1. Bambú. Farola rentable, moderna y ecológica.

Este tipo de farola está concebida para iluminar zonas cubiertas por la red de distribución de la compañía eléctrica, de forma que toda la energía generada por el módulo fotovoltaico se inyecta en la red, mientras que la electricidad necesaria para alimentar la luminaria se obtiene directamente de ésta.

Las características de esta farola pueden proporcionar un balance energético positivo, considerando que la cantidad de energía generada por el módulo fotovoltaico es de 182 kWh anuales.



Foto 13. Farola modelo Bambú noche y día, instalada en Sant Cugat, cerca de Barcelona (Fuente: Siarq).

2. Dinosaurio. Planta generadora.

Creada por SIARQ, genera hasta 3.800 kWh anuales. Toda la energía obtenida se transfiere a la red eléctrica; mientras que la energía consumida por los proyectores se obtiene directamente de la red de distribución eléctrica convencional.



Foto 14. Planta generadora Dinosaurio instalada en Hospitalet de Llobregat (Fuente: Siarq).

3. Cubierta fotovoltaica que produce energía y ofrece sombra.

Un caso interesante de integración de energía fotovoltaica en el urbanismo es el de las placas fotovoltaicas instaladas en el marco del

conjunto de proyectos del área Frente Litoral Bèsos de Barcelona. Se trata de una superficie de 10.500 m² de placas que aportan 1,3 MW, la energía suficiente para alimentar las necesidades de un pueblo de 1.000 habitantes. Bajo esta instalación se encuentra una plaza-mirador hacia el Mediterráneo.



Foto 15. Fórum (Fondo gráfico del Sector de Urbanismo e Infraestructuras del Ayuntamiento de Barcelona. Fotógrafo: Josep Grí Espinagosa).

4. Parasoles en Hamburgo, Alemania

Proyecto llevado a cabo en el año 2003 bajo la dirección del Dr. Ing. Wolfgang Moré, de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Hamburgo. Los estudiantes Jan Kaundinya y Hartwig Zehm actuaron como arquitectos del proyecto a modo de examen de prácticas.

Este original proyecto de cinco elementos combina el descanso por medio de asientos y mesas, sombra para el descanso, iluminación y producción energética que alimenta anualmente la red con 12.000 kWh.



Foto 16. Parasoles. Jan Kaundinya, Hartwig Zehm y Dr. Ing. Wolfgang Moré, Hamburgo.

5. Tótem. Planta generadora de energía fotovoltaica.

Cumpliendo la doble función de farola y planta generadora, es una estructura vertical de madera laminada de 16 metros de altura que puede generar 3.400 kWh anuales.

Su imponente altura convierte TÓTEM en un llamativo eje vertical muy apropiado como elemento de señalética y comunicación.



Foto 17. Planta generadora de energía fotovoltaica modelo TÓTEM
(Fuente: Siarq).

3.2. ¿Cómo mejorar la eficiencia energética de la iluminación?

La eficiencia energética aplicada a la iluminación se puede definir como la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos niveles lumínicos sin disminuir la calidad del producto, protegiendo el medio ambiente y fomentando un comportamiento sostenible en su uso.

Por tal motivo, la incorporación de la tecnología LED en el mobiliario urbano está teniendo mayor presencia cada día. Elementos urbanos como los semáforos han sido pioneros en su utilización. Posteriormente, farolas, balizas de señalización e incluso pérgolas están mejorando su uso.

Albert Einstein obtuvo en 1921 el Premio Nobel de Física por su explicación del efecto fotoeléctrico. Einstein describió cómo algunos materiales, al ser sometidos a una corriente eléctrica, emiten luz.

La luz producida mediante el efecto fotoeléctrico tiene una frecuencia determinada (es decir, es de un solo color), que depende del tipo de material. También existe el efecto contrario, que hace que los paneles fotovoltaicos produzcan electricidad al exponerlos a la luz.

3.2.1. ¿Qué son los LEDs?

Los LEDs son lámparas de estado sólido. Es decir sin filamento ni gas inerte que lo rodee, ni cápsula de vidrio que lo recubra.

El LED es un semiconductor unido a dos terminales, negativo y positivo (cátodo y ánodo) recubierto por una resina epoxi transparen-

te. Cuando una corriente circula por el LED se produce un efecto llamado electroluminiscencia. La luz que emite es monocromática en frecuencias que van desde el infrarrojo, pasando por todo el espectro de luz visible, hasta el ultravioleta.



Foto 18. Semáforo de LEDs.

Ventajas del LED:

- Pérdidas energéticas mínimas.
- Reducido tamaño.
- Bajo consumo. Se alimenta a baja tensión, utilizando así poca potencia.
- Baja incandescencia de la luminaria. Las pérdidas por efecto Joule son casi nulas. Los demás sistemas de iluminación en igualdad de condiciones de luminosidad emiten mucho más calor.
- Eficiencia lumínica elevada y emisión direccional directa de la luz.
- Resistentes y compactos. Al ser elementos 100% sólidos, resisten golpes y vibraciones mucho mejor que una lámpara incandescente.
- No contienen productos potencialmente nocivos.
- Pueden ser fácilmente controlados y programados.

- Mayor duración y fiabilidad. La vida de un LED es muy larga en comparación con los demás sistemas de iluminación.

Tabla 3. Vida media de los LEDs.

Vida Media	Horas
LED	100.000 h
Fluorescente	20.000 h
Halógeno	4.000 h

3.3. ¿Cómo se deben elegir los materiales para tener un mobiliario urbano sostenible?

En este apartado se plantean las cuestiones y características relevantes para ayudar a seleccionar materiales y productos que permitan la transición del clásico modelo lineal al modelo cíclico siguiendo la filosofía del C2C.

“*Cradle to Cradle*” (de la cuna a la cuna) es una teoría y práctica sostenible que aparece en contraposición a la tradicional “*Cradle to Grave*” (de la cuna a la tumba), que ha sido la imperante durante un largo periodo de tiempo y que produce un 90% de residuos al final de su ciclo.

3.3.1. Materiales reciclables o valorizables

Son materiales fácilmente desmontables con juntas mecánicas no encoladas para poderlos separar.

El compostador modelo Combox de Compostadores.com es un eco-diseño que se caracteriza por sus compartimentos adaptables y ampliables. Está fabricado en su totalidad con plásticos reciclados y reciclables procedentes de post-consumo. El resultado es un compostador 100% reciclado, reciclador y reciclable.



Foto 19. Compostador modelo Combos
(Fuente: Compostadores.com).

3.3.2. Materiales autóctonos o regionales

Uno de los criterios de selección de los materiales es su regionalización, con el fin de aumentar la autosuficiencia de los sistemas y disminuir las necesidades de transporte y la dependencia exterior.

El banco de relajación de Nutcreative, diseñado para Gran Canaria, está construido a partir de material local: residuos de mármol de una industria de la propia isla



Foto 20. Banco de relajación (Fuente: Nutcreative).

3.3.3. Ecoeficiencia de los materiales

La intensidad energética es la cantidad de energía necesaria para obtener y fabricar los productos. La selección de materiales con prestaciones adecuadas para la aplicación pero con bajas intensidades energéticas puede influir de manera indirecta a la disminución del consumo energético.

A continuación se muestra una tabla con las intensidades energéticas de los principales materiales utilizados para mobiliario urbano, expresada en MJ por cada kilogramo de material empleado.

Tabla 4. Intensidades energéticas según los materiales a utilizar
(Fuente: BATH versión 1.6.a, L. de Garrudo, ITEC, CIRIA, SIMAPRO, AIA, NZ, Dir. 96/61).

Material	Intensidad Energética (MJ/kg)
Acero (listones y barras) virgen	36
Acero (listones y barras) general (42,7% reciclado)	25
Acero (listones y barras) 100% reciclado	9
Aluminio virgen	250 - 180
Aluminio 30% reciclado	155 - 160
Aluminio 100% reciclado	23 - 29
Cerámica	3 - 10
Cerámica esmaltada	13
Cerámica productos sanitarios	29
Cerámica refractaria	6
Cerámica vidriada	7 - 19
Cemento virgen	1,6 - 8
Cemento 25% reciclado	3,5
Cemento 50% reciclado	2,4 - 3
Corcho	4
Grava	0,1 - 0,3
Gres extruído	8,4
Gres prensado esmaltado	10,9
Hierro	25
Hormigón	0,95
Hormigón prefabricado	2
Hormigón reforzado con virutas de madera	2
Hormigón autoclave	3,5
Madera	0,5 - 9
Madera, aglomerado	14
Tablero aglomerado o laminado de madera	10
Tablero serrado de madera blanda	8
Tablero serrado de madera dura	7

Material	Intensidad Energética (MJ/kg)
Pintura	68
Pintura acrílica	25
Pintura plástica al agua	20
Pintura plástica al agua ecológica	20
Plástico (general)	81
Poliétileno	83 - 102
Polipropileno	79 - 115
Poliuretano	65 - 105
PVC	52 - 95
Resina Epoxi	69 - 139
Resina natural	4,2
Titanio virgen	745
Titanio reciclado	258
Vidrio	3,5 - 40

3.3.4. Minimizar la cantidad de material

La cantidad de material utilizado se puede minimizar si se aplican algunas de las medidas siguientes:

1. Utilización de estructuras optimizadas y más ligeras.

La **baliza** Hexdale, de la empresa France Construction, está fabricada a partir de granulados de caucho reciclados y unidos mediante una resina de elastómero de poliuretano teñido.

Asimila los choques y posee propiedades elásticas muy importantes. Además, no estropea las carrocerías de los vehículos.



Foto 21. Baliza modelo Hexdale (Fuente: France Construction).

2. Multifunción. Implantar elementos multifuncionales con diferentes usos simultáneos.

La **pilona-cenicero** de Onadis Recicla, hecha a base de acero inoxidable o hierro galvanizado y plástico reciclado, puede ser un buen ejemplo de elemento multifuncional.



Foto 22. Baliza-cenicero modelo Onadis (Fuente: Onadis Recicla).

3. Elementos evolutivos que se adapten a las nuevas necesidades o puedan ser cambiantes.

El **cubre alcorque flotante** de Fomenta Sostenibilidad es un ejemplo de mobiliario evolutivo que se adapta a las necesidades del árbol. Respeto su hábitat al tratarse de un mosaico adaptable al tallo vegetal.

3.3.5. Durabilidad y mantenimiento

Es muy importante la selección de elementos duraderos y resistentes a las condiciones a las que van a estar sometidos en su emplaza-



Foto 23. Cubre alcorque CUAL® (Fuente: Fomenta Sostenibilidad, S.L.).

miento. En este sentido, también es importante el diseño y los elementos con piezas sustituibles que permitan la reparación o la fácil sustitución de sólo las partes dañadas. Es un aspecto clave con beneficios tanto ambientales como económicos.



Foto 24. Banco Dual (Fuente: Onadis Recicla).

El **Banco Dual** de Onadis Recicla, hecho a base de GDP® (hormigón con áridos reciclado) y Syntrewood® (plástico reciclado procedente de envases del contenedor amarillo), tiene unas bajas necesidades de mantenimiento, muy inferiores a los clásicos bancos de madera y acero situados en el exterior o en condiciones climáticas duras.

3.3.6. Fomentar el uso de materiales certificados y rápidamente renovables

Los materiales renovables, como la madera, el corcho, etc., se han considerado tradicionalmente más sostenibles a pesar de que, muchas veces, tienen importantes impactos ambientales, como la deforestación, altas emisiones asociadas al transporte, barnices y tratamientos tóxicos para su conservación que impiden su futuro reciclaje, etc. Por ello, es importante tener en cuenta los siguientes criterios:

- Madera certificada.
- Rápidamente renovables, que su tiempo de crecimiento sea inferior al tiempo de uso: bambú, algodón, lana, linóleo, cáñamo, etc.

El mobiliario urbano de Moycosa dispone del sello de cadena de custodia con certificación FSC (*Forest Stewardship Council*)



Foto 25. Banco modelo Mediterráneo (Fuente: Moycosa).

La certificación FSC garantiza al consumidor que los productos forestales proceden de montes aprovechados de forma racional, de acuerdo a los **Principios y Criterios del FSC**, los cuales definen los niveles mínimos de buena gestión para los bosques de todo el mundo:

1. La gestión forestal deberá respetar todas las leyes nacionales, los tratados y acuerdos internacionales de los que el país es signatario, y deberá cumplir con todos los principios y criterios del FSC.
2. La tenencia y los derechos de uso a largo plazo sobre la tierra y los recursos forestales, deberán estar claramente definidos, documentados y legalmente establecidos.
3. Los derechos legales y consuetudinarios de los pueblos indígenas para poseer, usar y gestionar sus tierras, territorios y recursos deberán ser reconocidos y respetados.
4. La gestión forestal deberá mantener o elevar el bienestar social y económico a largo plazo de los trabajadores forestales y de las comunidades locales.
5. La gestión forestal deberá promover el uso eficiente de los múltiples productos y servicios del bosque para asegurar la viabilidad económica y una gama amplia de beneficios ambientales y sociales.
6. Toda gestión forestal deberá conservar la diversidad biológica y sus valores asociados, los recursos de agua, los suelos y los ecosistemas frágiles y únicos, además de los paisajes. Al realizar estos objetivos, las funciones ecológicas y la integridad del bosque podrán ser mantenidas.
7. Un plan de gestión de acuerdo a la escala y a la intensidad de las operaciones propuestas, deberá ser escrito, implementado y actualizado. En el mismo se deberán establecer claramente los objetivos de la gestión y los medios para lograr estos objetivos.

8. Deberán evaluarse, de acuerdo a la escala y a la intensidad de la gestión forestal, la condición del bosque, el rendimiento de los productos forestales, la cadena de custodia y la actividad de la gestión y sus impactos sociales y ambientales.
9. Las actividades de gestión en bosques con alto valor de conservación mantendrán o incrementarán los atributos que definen a dichos bosques. Las decisiones referentes a los bosques con alto valor de conservación deberán tomarse siempre dentro del contexto de un enfoque precautorio.
10. Las plantaciones deberán ser planeadas y gestionadas de acuerdo con los Principios y Criterios del 1 al 9 y con los Criterios del Principio 10. Si bien las plantaciones pueden proporcionar un arreglo de beneficios sociales y económicos y pueden contribuir a la satisfacción de las necesidades de productos forestales del mundo, éstas deberán complementar la gestión encaminada a reducir la presión sobre el medio y promover la restauración y conservación de los bosques naturales.

La cadena de custodia: es una certificación que evalúa la línea de producción forestal, desde el árbol hasta el producto final, para verificar que la madera utilizada procede de un bosque bien gestionado.

3.3.7. Reciclados (preconsumo y postconsumo)

La realización de productos a base de materiales reciclados y reciclables es el primer paso para cerrar ciclos. Actualmente, se dispone en el mercado de una gran variedad de productos reciclados, tanto fabricados en el ámbito nacional como importados del extranjero. En este marco es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Que no contenga materiales tóxicos.
- Que sean reciclables. Es preferible materiales simples, como hormigón, asfalto, madera, polietileno, etc., que mezclas de plásticos o aglomerados no reciclables.
- Que tengan su origen del reciclado post consumidor.

El **Panel informativo** de Ecoralia, fabricado por Madertec, es 100% residuo plástico reciclado. Consiste en una mezcla homogénea de PEBD (Polietileno de baja densidad), PEAD (Polietileno de alta densidad) y PP (Polipropileno).



Foto 26. Panel Informativo (Fuente: Ecoralia Construcción Sostenible).

Otro ejemplo es la **Silla Atlanta** de GovaPlast, hecha 100% de plástico reciclado.

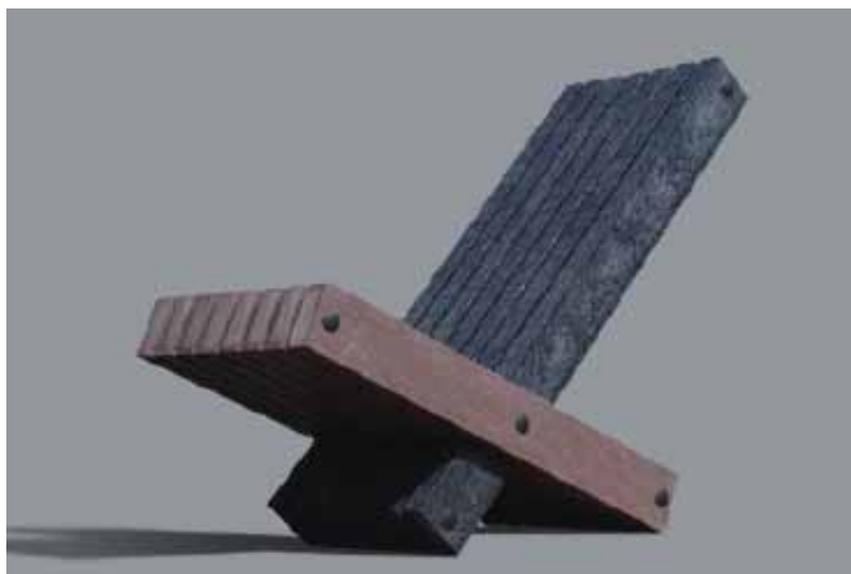


Foto 27. Silla modelo Atlanta (Fuente: Albe Servicios-Govaplast).

La **Jardinera Tavertet**, de Recrec – Recollida i Reciclatge, está fabricada con madera de pino recuperada, sin barnices ni pinturas, con un tratamiento térmico para aguantar en el exterior.



Foto 28. Jardinera Tavertet de Recrec (Fuente: Recollida i Reciclatge).

La **Jardinera Anna**, de Zicla, fabricado con un 100% de plástico reciclado, es flexible para minimizar las consecuencias de los impactos con los vehículos rodados.



Foto 29. Jardinera modelo Anna (Fuente: Zicla).

3.3.8. Reutilizados

Consiste en la reutilización de materiales y elementos para los mismos u otros usos. Una buena alternativa es reaprovechar las estructuras existentes *in situ*, restaurándolas o adaptándolas a nuevos usos.

Un ejemplo puede ser el mobiliario hecho a base de la reutilización de ruedas y otros elementos de bicicletas.



Foto 30. Modelo LCMX Loung Chair de Andy Gregg (Fuente: Bike Furniture Design).

Con imaginación y un buen diseño, un conjunto de palets se pueden convertir en útiles elementos para un parque infantil. Esta es la propuesta de un taller de mobiliario urbano sugerido por aulabierta.info.



Foto 31. Palets de aulabierta.info (Fuente: Taller de Aulabierta.info).

3.3.9. No tóxicos para las personas o el entorno

Se caracterizan porque son beneficiosos, seguros y saludables para los individuos y las comunidades a lo largo de todo su ciclo de vida.

Los materiales o productos a evitar son aquellos que contengan PVC, metales pesados, ftalatos o ésteres de ftalato que es un grupo de compuestos químicos principalmente empleados como plastificadores (sustancias añadidas a los plásticos para incrementar su flexibilidad) u organohalogenados.

Los principales criterios a tener en cuenta a la hora de seleccionar un material respecto a la salud humana son las cualidades de cancerígeno, interruptor endocrino, mutagénico, teratogénico y tóxico para la reproducción. Igualmente, como criterios adicionales, se debe valorar su toxicidad aguda o crónica, irritante para la piel o membranas, y su capacidad para provocar sensibilización u otros efectos adversos.

En cuanto a la salud del medio ambiente, se deben tener presentes aspectos como toxicidad para la vida acuática (peces, microorganismos, como las dafnias, algas, etc.), persistencia o biodegradabilidad, bioacumulación, relevancia climática y toxicidad para los organismos del suelo, etc.

3.4. ¿Cómo podemos aplicar el ecodiseño en la mejora ambiental del mobiliario urbano?

El ecodiseño (*Design for the Environment, DFE*) es la disciplina dirigida a lograr la ecoeficiencia sostenible de los productos. Esto conlleva conseguir simultáneamente los objetivos de coste, calidad y rendimiento a la vez que la disminución de los impactos ambientales asociados a las distintas etapas del ciclo de vida de los productos, desde la obtención de materias primas hasta la gestión de los residuos generados en su etapa final.

La estrategia de ecodiseño debe tener en cuenta las mejores opcio-

nes ambientales en cada una de las fases del ciclo de vida del mobiliario urbano, centrando los esfuerzos en minimizar el impacto ambiental de aquellas fases más problemáticas, de modo que se consiga mayor eficiencia.

Las fases a tener en cuenta son:

- Materiales.
- Fabricación.
- Instalación.
- Limpieza.
- Reparación.
- Consumo de energía.
- Consumo de materiales.
- Gestión de residuos.

Para incorporar criterios ambientales al diseño del mobiliario urbano y satisfacer las necesidades de los ciudadanos de un modo más sostenible, se debe considerar:

- Reducción del consumo de materiales.
- Favorecer el uso de materiales reciclados y/o reciclables.
- Favorecer los proveedores locales para disminuir el impacto ambiental del transporte.
- Instalación y mantenimiento utilizando las mejores tecnologías disponibles que supongan un bajo consumo de energía y generen menos escombros.
- Para el mantenimiento, uso de materiales autolimpiables y elección de combustibles limpios para todas las acciones que precisen de transporte.
- Aumentar la eficiencia energética en la fase de uso mediante la utilización de energías renovables y lámparas de bajo consumo duraderas.

Algunas de las posibilidades de mejora, desde el punto de vista del diseño y explotación del mobiliario urbano, es la utilización de materiales reciclados para su fabricación al suponer una reducción del impacto ambiental; la optimización logística de los circuitos de revi-

sión y control o limpieza, así como el uso de vehículos eficientes (de bajo consumo) y combustibles más limpios (vehículos a gas natural, biocombustibles, etc.). También se debe asegurar su reutilización o, por lo menos, de la mayor parte de sus componentes, en la etapa de fin de vida, lo que permite ahorrar los impactos de producir un nuevo producto. Por último, se debe valorar el reciclado de los materiales repuestos durante toda la vida del elemento para así ahorrar la extracción de materias primas vírgenes.

3.4.1. Contacto con la naturaleza

El estilo de vida actual que se desarrolla en las ciudades lleva a las personas a la desconexión de la naturaleza y a la incomunicación y pérdida del sentimiento de pertenencia a una comunidad. Estos valores no deberían perderse porque son fundamentales a la hora de formar a las nuevas generaciones y de mejorar la calidad de vida física y mental a través del contacto con la naturaleza.

A partir de estas premisas, los elementos físicos del paisaje urbano pueden contribuir activamente a la reconstrucción de ese vínculo. En los siguientes apartados, se plantearán algunas ideas sobre el mobiliario urbano que sirven como catalizadores de una nueva manera de establecer relaciones con la ciudad optimizando los elementos y multiplicando sus beneficios. Se trata de conjugar multifuncionalidad y ecología buscando soluciones y diseños que maximicen los beneficios y servicios en los diferentes ciclos: energía, agua y materiales.

4

MOBILIARIO URBANO Y ENERGÍA

En capítulos anteriores se han presentado diferentes alternativas a través de energías renovables. A continuación se propone integrar como elementos del mobiliario urbano, tanto la búsqueda de componentes de bajo consumo, como la integración de piezas generadoras de energía (solar fotovoltaica, molinos eólicos, baterías eléctricas para coches, baterías solares para móviles o portátiles, etc.).



Figura 6. Energía cinética generada por un ciclista
(Fuente: Windstreams Power LLC).

4.1. Parques infantiles y de adultos

¿Por qué no canalizar y transformar la energía cinética generada en los juegos infantiles en energía eléctrica? Que ilumine las calles a la par que se fomenta la salud de la población.

Windstream Power LLC es una compañía dedicada a transformar la energía cinética producida por la actividad humana en energía

eléctrica. Sus bicicletas alcanzan una potencia máxima de 80 W, suficiente para abastecer pequeños aparatos de comunicación y electrónicos.

Esta iniciativa se ha implementado con éxito en China en parques de ejercicio para mayores (www.windstreampower.com).



Foto 32. Parques de ejercicio (Fuente: Windstreams Power LLC).

4.2. Colectores de residuos caninos

¿Por qué no sacar rédito energético de los residuos de las personas o de los animales de compañía?

Los residuos fecales caninos son todo un problema en las grandes ciudades, ya que deben aislarse debido a los microorganismos patógenos que pueden contener. Esto hace indispensable la colocación oportuna de colectores especiales repartidos por toda la ciudad con indicaciones claras de utilización. A pesar de ello, es un residuo total-

mente reutilizable si se trata adecuadamente. Por ejemplo, en San Francisco (EE.UU.), este tipo de residuo se utiliza para la producción de gas metano.



Foto 33. Colector de residuos caninos
(Fuente: Alquienvas, SL).

5

MOBILIARIO URBANO Y AGUA

Generalmente, en los parques y los espacios públicos, el agua ha sido tratada como un elemento ornamental y estético. Es muy interesante combinar estos aspectos con otros para darle un valor añadido a los espacios públicos verdes. Por ejemplo, las fuentes ornamentales se pueden convertir en colectores de agua de lluvia que después se utilizará para el riego del propio parque. O, también, los pavimentos permeables pueden permitir la infiltración del agua en el subsuelo, evitando la escorrentía.

5.1. Parques infantiles para la extracción de agua

¿Por qué no participar jugando?

Los “sube y baja” son excelentes para cumplir con la función de extracción por bombeo. El agua puede ser utilizada para el riego de parques y espacios verdes.



Foto 34. Bomba de extracción de aguas en la Comunidad Las Gaviotas, Colombia (Fuente: Fundación Zeri).

5.2. Depuración simbiótica

¿Por qué no aprovechar los espacios verdes para depurar las aguas residuales?

La depuración simbiótica® es una técnica totalmente ecológica que permite la generación de jardines y otras áreas verdes recreativas, agrícolas o deportivas sobre la superficie de una depuradora de aguas residuales urbanas e industriales, desarrollándose ambas actividades (depuración y cultivo) en perfecta armonía.



Foto 35. Jardín simbiótico (Fuente: Golftrat, SL).

Combina de forma instantánea un sistema de depuración natural, subterráneo, por goteo y para cualquier tipo de agua residual orgánica con la generación de áreas verdes sobre la superficie de la depuradora, desarrollándose ambas actividades en perfecta armonía.

Puede ser un elemento indispensable para el enriquecimiento de los espacios verdes y el aprovechamiento del agua. Puede alimentarse tanto de las aguas pluviales como de las utilizadas en las fuentes públicas, lavabos, etc., purifica el agua a través de microorganismos y algas que actúan como filtros naturales, enriquece significativamente la biodiversidad y provee de aguas aptas para el riego, la limpieza, etc.

Se aconseja su colocación en parques, ya que requiere de un espacio físico amplio y la disponibilidad de una zona de cultivo.

5.3. Colectores pluviales

Constituyen otro factor indispensable que permite el máximo aprove-



Foto 36. Pared vegetal Babylon® (de depuración vegetal) Patent pending U 2008 01210 (Fuente: Vivers Ter, S.A.).

chamiento del agua de lluvia impidiendo, además, encharcamientos e inundaciones. Con esta misma finalidad, se sugiere la utilización de pavimentos permeables. Ambos recursos pueden sumarse consiguiendo la recogida de un importante volumen para su aprovechamiento en todo tipo de usos que no requieran agua potable, como el agua de riego, agua para fuentes ornamentales, agua para limpieza de calles, etc.

6

MOBILIARIO URBANO Y CONECTIVIDAD

Uno de los servicios más importantes y descuidados del mobiliario urbano es la comunicación. Ésta tiene que darse en diferentes sentidos: mensajes oficiales, mensajes de las comunidades de vecinos, entre los ciudadanos, etc. Se proponen algunas alternativas que integran esta filosofía y contribuyen a la pedagogía con respecto al funcionamiento de la comunidad, beneficiando la integración.

6.1. Paneles de información

Los paneles de información se encuentran distribuidos por toda la ciudad y pueden estar alimentados por energía solar, eólica o cinética (la producida por las bicicletas de los parques, por ejemplo).

Pueden ser interactivos, que integren GPS, información de servicios y mensajes a la comunidad.

Estos paneles de información podrían integrarse en paradas de autobuses, pérgolas y zonas de sombra que faciliten su conservación en el exterior y den el confort necesario para su utilización. Además, pueden aprovecharse para la colocación de placas solares.

6.2. Integración de WiFi en mobiliario urbano tradicional

LUX +, de SIARQ, apuesta por la multifuncionalidad de sus diseños al concebir elementos muy útiles combinando diferentes funciones sin perder diseño estético. Generan energía al mismo tiempo que iluminan, integran antenas WiFi o de telefonía móvil, son soportes publicitarios, un banco, etc.

6.3. Centros de carga

Distribuidos estratégicamente por la ciudad y alimentados con energías renovables (solar o eólica), suministran carga a vehículos eléctricos.



Foto 37. Farola multifuncional modelo Lux + (Fuente: Siarq).

cos (coches, bicicletas), ordenadores portátiles, teléfonos móviles y aparatos electrónicos pequeños, entre otros.



Foto 38. Centro de carga Intrago.

6.4. Parquímetros

Ubicados en las ciudades y alimentados con energía solar, integran comunicaciones GPRS, WIFI o Bluetooth. Su bajo consumo permite, en condiciones de funcionamiento normales y con la insolación ade-

cuada, pasar el invierno y entrar en un ciclo de recarga que se mantiene hasta el final de la vida útil de la batería.



Foto 39. Parquímetro Tempo, de Ibersegur.



Foto 40. Parquímetro Meypar, en el Paseo de Calafell.

7

MOBILIARIO URBANO Y ESPACIOS VERDES

El mobiliario también puede ayudar a cerrar el ciclo de materiales de la ciudad, convirtiendo las ciudades en elementos más autosuficientes y menos dependientes de los materiales y servicios del exterior de la ciudad, implicando una disminución de las necesidades de transporte de materiales. A continuación, se proponen algunos ejemplos en elementos urbanos que pueden ayudar a cerrar estos ciclos.

7.1. Compostador

Este elemento es fundamental para facilitar la gestión de parques y jardines. Con la colaboración de los vecinos aportando sus residuos orgánicos, el compostador puede proporcionar el fertilizante necesario para el parque y el huerto que dispongan. No genera ningún tipo de olor, de hecho, mejora el problema existente en los contenedores actuales gracias a la digestión aerobia, disminuye en gran medida el transporte de residuos, ya que son aprovechados *in situ*, y no requiere prácticamente mantenimiento.

El compostador puede ser un importante catalizador de la comunidad y de la conciencia ambiental, ya que proporciona resultados visibles en la buena gestión de residuos orgánicos y mejora los espacios verdes de forma sustancial. En otro sentido, implica un mínimo de organización vecinal para su gestión.

Se aconseja su colocación en todos los espacios verdes para facilitar la utilización posterior del compost *in situ*, con fácil acceso para los vecinos.

7.2. Huerto urbano

El huerto es un elemento transformador en varios sentidos. Funciona como catalizador de la comunidad al proponer un objetivo común

con el que se aprovecha el tiempo, los conocimientos y el entusiasmo de colectivos con problemas de integración (ancianos, parados, inmigrantes). Asimismo, aumenta la autosuficiencia al transformarse en un espacio productivo de alimentos, y reaprovecha el compost producido por el compostador local. Todo ello permite a la comunidad ver el ciclo completo de su contribución, lo que aumenta el sentido de pertenencia, participación y entusiasmo.

El huerto urbano no necesita recursos externos, ya que el riego está resuelto a través de los sistemas planteados anteriormente (depuradora, colectores de pluviales, bombeo a través de juegos, etc.).

Esta iniciativa ya se ha implementado con gran éxito en varias ciudades relacionada, en muchos de los casos, con el concepto de *Transition Towns* (ciudades de transición), que plantea las claves para la autosuficiencia en la era de crisis de los combustibles fósiles. Es primordial su incorporación como elemento de infraestructura urbana, ya que sólo aporta beneficios.



Foto 41. Niños de preescolar plantando y regando en un huerto urbano en Middlesbrough, UK. Producción de comida en espacios públicos. El año pasado este ensayo dio de comer a 6.000 personas en un evento público.

8

MOBILIARIO URBANO Y CICLO DE MATERIALES

La certificación *Cradle to Cradle*SM (C2C) es una certificación voluntaria de productos. Ha sido desarrollada con la finalidad de dotar a las empresas fabricantes de productos y a consumidores de una herramienta que permita medir de forma tangible y creíble que el diseño de un producto ha sido ambientalmente inteligente.



"*Cradle to Cradle*" (de la cuna a la cuna) es una teoría y práctica sostenible que se basa en tres principios clave:

- Diseñar con materiales que son "nutrientes".
- Diseñar productos para ser reciclados.
- Diseñar sistemas para recuperar y reciclar nutrientes.

La certificación está planteada como un proceso de evolución continua y optimización, lo que se refleja en una jerarquía de niveles alcanzables en función de los criterios mínimos que cumpla un producto: Básico, Plata, Oro o Platino.

Los criterios de certificación se agrupan en cinco ámbitos:

1. **Materiales:** se evalúan todos los componentes presentes en cantidad igual o superior a 100 ppm según criterios de toxicidad, salud y seguridad tanto para la salud humana como medioambiental.

2. **Reutilización de materiales:** obliga a incorporar en el diseño soluciones que hagan posible el desensamblaje completo del producto con facilidad al final de su vida útil, así como estrategias para su recuperación, vía reciclado o valorización.
3. **Energía:** uso de energías renovables y productos energéticamente eficientes.
4. **Agua:** evalúa el uso eficiente y la máxima calidad del agua en los procesos y/o producto.
5. **Responsabilidad social:** implementación de estrategias en este sentido por parte de la empresa fabricante.

El modelo del *Cradle to Cradle* trata de cerrar ciclos, es decir, de diseñar los materiales y productos para que al final de su etapa de uso o consumo, se puedan reintroducir en el proceso productivo como nuevas materias primas para generar nuevos productos que satisfagan nuevos usos. Se evitan así los dos grandes límites del modelo lineal:

- La acumulación de materiales no útiles al final de su uso (residuos).
- La continua necesidad de extracción de nuevas materias primas.

Cualquier producto o material debe ser diseñado para pertenecer al ciclo biológico, es decir, ser un material valorizable, o bien al ciclo técnico, es decir, ser un material reciclable que al final de su vida tenga un valor o calidad superior o igual a las materias primas vírgenes.



Ciclo Biológico – Materiales Compostables Ciclo Técnico – Materiales Reciclables

Figura 7. Economía de materiales según el modelo de la cuna a la cuna - *Cradle to Cradle* (Gráficos de McDonough en los que explica la reincorporación de los materiales a los ciclos según sus características básicas. Esta es una certificación voluntaria, que excede las normativas europeas o de cualquier otro sitio).

Ciclo Biológico - Materiales y productos diseñados para ser convertidos en nutrientes para el suelo al final de su uso. Es decir, no es suficiente que un material sea no tóxico y biodegradable, sino que debe convertirse en nutrientes asimilables y que enriquezcan el suelo.

Ciclo Técnico - Materiales y productos diseñados para ser reciclados y convertidos en nuevos productos con unas cualidades iguales o superiores al producto de partida, *'upcycling'*.

Actualmente hay más de 200 productos certificados de diferentes sectores, desde la construcción al textil, pasando por mobiliario de oficina y productos de limpieza.

9

MOBILIARIO URBANO INSPIRADO EN LA NATURALEZA. BIOMIMICRY

La *Biomimicry* (de *bios*, vida y *mimesis*, imitar) es una nueva disciplina que puede ayudar en esta ardua tarea. Es un campo basado en el estudio de las ideas y los diseños desarrollados por la naturaleza durante millones de años que busca imitarlos y aplicarlos para resolver los problemas actuales y desarrollar productos eficaces.

9.1. Ejemplos de Biomimicry

Especies como el Loto Sagrado, *Nelumbo nucifera*, y la mariposa, *Morpho butterfly*, han desarrollado mecanismos para mantenerse limpios sin necesidad de utilizar agentes externos, como detergentes o gastar energía.

Basados en esta propiedad, se han desarrollado productos que podrían ser útiles para el mobiliario urbano, como la pintura Lotusan®, para superficies, o las tejas Erlus Lotus. El uso de ambos productos autolimpiantes evitaría los costes tanto ambientales como económicos asociados a las operaciones de limpieza del espacio público.



Foto 42. Biomimicry Institute (Foto: John Doe/Courtesy TBI).

Aplicado al campo de la energía e inspiradas en la fotosíntesis de la planta *Cooke's Kokio*, las placas fotovoltaicas Dye Solar Cell se incorporan en los edificios y mobiliario urbano reemplazando los paneles de cristal existentes (ventanas, paradas de autobús, etc.), sin ocupar espacio adicional, con un menor coste, una menor intensidad energética en la fabricación y mayor eficiencia, incluso en condiciones de luz más desfavorables que las placas solares convencionales.



Foto 43. Biomimicry Institute (Foto: John Doe/Courtesy TBI).

El consumo de agua para riego en espacios públicos también es un aspecto clave, especialmente en zonas o períodos áridos. En este caso, la naturaleza también ha sabido adaptarse a condiciones adversas. El escarabajo de Namibia es uno de los pocos animales capaces de sobrevivir en el desierto gracias al sistema de recolección de agua de su caparazón.

Econo funciona de forma similar, ya que aprovecha los fenómenos de condensación y evaporación, recuperando el agua evaporada de la tierra de la maceta y devolviéndola a la misma. También permite, gracias a su diseño, recolectar el agua del rocío, ahorrando el 50% del agua de riego.



Foto 44. Econo de *Good for environment*.

10 ANEXOS

10.1. Normativa española referente a energía fotovoltaica

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el reglamento electrotécnico para baja tensión.

Orden 9344/2003, de 1 de octubre, del Consejero de Economía e Innovación tecnológica, por el que se establece el procedimiento para la tramitación, puesta en servicio e inspección de las instalaciones eléctricas no industriales conectadas a una alimentación en baja tensión.

Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007 de 25 de mayo, para dicha tecnología.

Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

Real Decreto 1955/2000, de 1 diciembre, por el que se regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Documento básico HE-5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica", del Código técnico de la edificación.

10.2. Responsabilidad social corporativa

La responsabilidad social corporativa (RSC) se basa en el compromi-

so de las empresas con la sociedad y el entorno contribuyendo a la equidad mediante el uso de tecnologías limpias y buenas prácticas sociales y ambientales.

A continuación se presentan algunas de las normas a seguir para acreditar, certificar u orientar a las corporaciones en el ámbito de la responsabilidad social y sus líneas de acción:

- La SGE 21, Sistema de Gestión Ética y Socialmente Responsable, es la primera norma europea que establece los requisitos que debe cumplir una organización para integrar en su estrategia y gestión la responsabilidad social. Dicho de otro modo, la SGE 21 es la primera herramienta que pone a disposición de las organizaciones una sistemática enfocada a la integración voluntaria de sus preocupaciones sociales y medioambientales en las operaciones comerciales y en las relaciones con sus grupos de interés. Una muestra del valor añadido que aporta a las organizaciones la SGE 21 es que es la única norma que permite, de manera voluntaria, auditar procesos y alcanzar una certificación en Gestión Ética y Responsabilidad Social.
- GRI (*Global Reporting Initiative*) es una red con diferentes agentes cuyo marco de referencia establece los principios e indicadores que las empresas pueden utilizar para medir su comportamiento ambiental, económico y social.
- AA1000AS no es un sistema de certificación, sino un estándar basado en principios de sostenibilidad que proporciona un marco de referencia. Proporciona resultados y conclusiones sobre el estado del comportamiento ambiental de las organizaciones y recomendaciones para una mejora continua.
- ISO, la Organización de Estandarización Internacional, ha decidido poner en marcha la elaboración de una Norma Internacional para proporcionar directrices para la Responsabilidad Social (RS). La Guía se publicará en el año 2010 como ISO 26000 y su implantación será voluntaria, ya que no se incluyen requisi-

tos y, por lo tanto, no puede ser una norma de certificación. El objetivo principal será fomentar el compromiso voluntario de la responsabilidad social y orientar sobre conceptos, definiciones y métodos de evaluación. (<http://www.iso.org/sr>).

- SA8000, es un estándar internacional para mejorar las condiciones de trabajo basándose en los principios de trece convenciones de derechos humanos internacionales (<http://www.sa-intl.org/>). Es muy detallada, por lo que permite auditar compañías mediante un proceso independiente.

Existen muchas otras iniciativas más parciales, como la EFR (Empresa Familiarmente Responsable), en temas de conciliación familia-empresa, etc., o bien sectoriales, como el WRAP (*Worldwide Responsible Apparel Production*) para el sector textil.

11

BIBLIOGRAFÍA

- BERMÚDEZ ALVITE, J., CANALS REVILLA, G., FERNÁNDEZ BLANCO, P., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, A. (2007).: "Guía de etiquetado en los tableros de madera".
- COM (2001).: "Libro Verde sobre la Política de Productos Integrada. Comisión de las Comunidades Europeas." <http://www.europa.eu.int/comm/environment/ipp/home.htm>.
- FOREST STEWARDSHIO COUNCIL, Spain.
- HALL, C., BALOGH, S. & MURPHY, D. (2009).: "What is the Minimum EROI that Society Must Have?", *Energies* 2, p.25-47.
- McDONOUGH, W. & BRAUNGART, M. (2002).: "Cradle To Cradle. Remaking the way we make things". New York. North Point Press.
- McDONOUGH, W. & BRAUNGART, M. (2005).: "Design Chemistry. Introduction to Cradle to Cradle Design Framework". McDonough Braungart Design Chemistry, LLC

AGRADECIMIENTOS

La recopilación de material gráfico y fichas técnicas que acompañan los textos de esta Guía ha sido posible gracias a la colaboración prestada por las empresas, entidades y personas siguientes:

- Ayuntamiento de Barcelona
- Albe Servicios-Govaplast
- Alquienvas, SL
- Ayuntamiento de Tres Cantos
- Bike Furniture Design
- Compostadores.com
- Dcm sistemas
- Dr. Ing. Wolfgang Moré
- Ecoralia Construcción sostenible
- Fomenta sostenibilidad, SL
- France Construction
- Fundación Zeri
- Golftrat, S.L.
- Good for Enviroment!
- Ibersegur
- Imagen taller Aulabierta.info
- Ingrid Hermannsdörfer / Christine Rüb
- Intrago Corp
- John Doe/Courtesy TBI
- Isofoton
- Kopf Solardesign
- Meypar
- Moycosa
- North News and Pictures
- NutCreatives
- Onadisrecicla
- Recollida i Reciclatge
- Siarq, Mobiliario Urbano Sostenible
- Solarcentury
- SOLAR LIFESTYLE GMBH
- Vivers Ter, SA.
- Windela SA
- Windstreams Power LLC
- Würt Solar
- Zicla



Fundación
de la Energía
de la
Comunidad
de Madrid

Energy Management Agency

Intelligent Energy  Europe

www.fenercom.com

