

## **Ecoeficiencia y sostenibilidad en puertos: aplicaciones en el puerto de Gijón**

**Autor principal:** Juan Luis Doménech Quesada

Institución: Autoridad Portuaria de Gijón

Teléfono:

E-mail: [jdomenech@puertogijon.es](mailto:jdomenech@puertogijon.es)

**Otros autores:** Ángel Matías, Ramón Muñoz-Calero

## Resumen

En trabajos previos, hemos desarrollado una metodología de cálculo de la *huella ecológica corporativa*, una adaptación de la huella ecológica desarrollada, en 1996, por W. Rees y M. Wackernagel. Este macro-indicador agrupa, en un único índice, múltiples indicadores ambientales, tanto de entrada (consumos) como de salida (contaminantes). Se determinó que todos los consumos y todas las emisiones de la Autoridad Portuaria de Gijón (su huella) equivalen a lo que producen 6.483 hectáreas de ecosistemas en un año o a la emisión a la atmósfera de 30.485 toneladas de CO<sub>2</sub>/año.

En este segundo trabajo, hemos procedido a analizar todas las actuaciones de ecoeficiencia que permitirían a la Autoridad Portuaria de Gijón reducir su huella ecológica e incrementar su sostenibilidad: 1) ecoeficiencia eléctrica; 2) ecoeficiencia de los combustibles; 3) ecoeficiencia de los materiales; 4) ecoeficiencia en los servicios; 5) ecoeficiencia en la reducción de desechos, emisiones y vertidos; 6) ecoeficiencia en el uso del suelo; 7) ecoeficiencia en el consumo de recursos agropecuarios y pesqueros; 8) ecoeficiencia en el consumo de recursos forestales y agua; 9) adquisición de *capital natural*; y 10) adquisición de *capital social* a través de la implantación de una *responsabilidad social corporativa* que contemple la creación de empleo.

Esta metodología permite aspirar a los objetivos “cero carbono” y “sostenibilidad total”, y es extrapolable a todos los puertos europeos y, por extensión, a todo tipo de empresa u organización.

## Introducción

La población mundial es de unos 6.500 millones de personas y se prevé que alcance los 9.100 millones en el año 2050 (Cohen, 2005). Mientras que una tercera parte de los habitantes del planeta (unos 2.000 millones) aun no pueden acceder a la energía comercial, la cuarta parte (unos 1.500 millones de personas) consumen un 75 % de toda la energía primaria.

Las reservas de carbón podrían mantenerse durante 200 años, si mantenemos el actual ritmo de consumo (el cual incluso va a disminuir debido a las presiones del Protocolo de Kioto). Las reservas de petróleo se estiman entre 40 y 100 años, dependiendo de los nuevos hallazgos que se produzcan esperándose un crecimiento anual del consumo de alrededor del 2%. Se prevé que el consumo de gas natural se incremente hasta un 2,7% anual hasta el año 2020, debido, sobre todo, a la fuerte expansión de los ciclos combinados en el sector eléctrico. En cuanto a la energía nuclear, con la actual producción (unos 400 Gw), existen reservas de uranio para unos 100 años y todo parece apuntar a que el consumo también se va a incrementar en los próximos años, si no aparecen fuentes alternativas.

Los metales también presentan reservas equivalentes a varias décadas de producción, sin contar los nuevos hallazgos que se puedan producir: las reservas de plata son de 16 años; las de níquel y estaño, entre 40 y 50; las de plomo, cobre y cinc, entre 20 y 30; y las de hierro, de 133 años. El aumento de población y su acceso al desarrollo, también incrementará, paralelamente, el consumo de todo tipo de materiales.

Pudiera parecer que aun existen muchos años por delante para preocuparse, pero lo cierto es que el margen de reacción es muy escaso, y que urge la adopción de medidas que transformen nuestros hábitos de vida.

Para abordar estos retos existen varias iniciativas, una de las cuales, a nivel europeo, es *la Estrategia temática para el uso sostenible de los recursos naturales*, elaborada por la Comisión de las Comunidades Europeas (COM (2003) 572 final; Bruselas 1-10-2003), la cual describe las metas que hay que alcanzar para tender a la sostenibilidad, como por ejemplo, la disociación o desvinculación del crecimiento económico del crecimiento del uso de los recursos (la economía crece mientras el uso de recursos se mantiene estable o disminuye). Otra iniciativa es el *Libro Verde sobre la eficiencia energética*, de la Comisión Europea, el cual prevé alcanzar un ahorro potencial del 20% del consumo energético por año, equivalente a unos 60.000 millones de euros/año (el consumo total de Alemania y Finlandia) (Anónimo, 2005). El Libro Verde, propone la elaboración de un plan de acción que deberá afectar a Gobiernos, regiones, empresas o particulares.

Particular importancia cobra la *Estrategia para el Desarrollo Sostenible* (COM (2006) 658 final/2; Bruselas, 2006) la cual establece un marco que favorece el desarrollo sostenible en aspectos clave como: medidas para el desarrollo de productos eco-eficientes y energías alternativas; plan de acción de eficiencia energética que ayude a alcanzar el potencial del 20% (por ejemplo, en todos los edificios europeos); trabajo con otros países con el fin de reducir las emisiones de los gases invernadero por debajo de los compromisos alcanzados para 2012; revisión del esquema del mercado de emisiones europeo para considerar su extensión (por ejemplo, para reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero de la aviación y del transporte marítimo); mejorar la coordinación y la entrega de ayuda al desarrollo y fortaleciendo el liderazgo europeo en el desarrollo sostenible global.

En España, el Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010 prevé que el 12,1 % del consumo de energía primaria y el 30,3 % del consumo bruto de electricidad proceda de fuentes renovables, mientras que el Plan de Acción 2005-2007 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética (E4) prevé reducir un 8,5 % el actual consumo de energía primaria y el 20% de las importaciones de petróleo.

Posiblemente van a ser necesarias medidas más contundentes pues mientras que el PER

prevé una potencia instalada de tan solo 42.495 MW, en 2010, Greenpeace ve posible la instalación de hasta 5.471.000 MW de potencia, con energías renovables, para el año 2050, lo que supone sobrepasar hasta 10 veces toda la demanda energética nacional (García *et al.*, 2005).

Las empresas no van a quedar, obviamente, al margen de estos grandes movimientos y, efectivamente, ya son muchas las que han asumido la sostenibilidad como parte fundamental de su estrategia de futuro y como parte de sus objetivos de competitividad.

En esta línea, la Autoridad Portuaria de Gijón estableció una línea de trabajo en sostenibilidad, en 1999, cuyo primer paso fue la selección de indicadores adecuados que permitiesen seguir la evolución de las medidas que se adoptasen. En este sentido, además de seleccionar indicadores individuales de salida (contaminación) y de entrada (consumos), se adoptó un macro-indicador de índice único (integrado), desarrollado en 1996 por Rees y Wackernagel (1996), que estimamos podría ser adaptado a las

empresas, lo cual confirmamos en trabajos posteriores (Doménech, 2004a, 2004b, 2006b).

La aplicación de este indicador a la APG, nos muestra que las actividades del puerto producen una huella anual equivalente al consumo de lo que producen 6.483 hectáreas de ecosistemas o "naturaleza". Expresado en emisiones de CO<sub>2</sub>, sería el equivalente a 30.485 t CO<sub>2</sub>/año, lo cual también muestra con claridad que cualquier empresa, aunque sea de servicios, puede contribuir al efecto invernadero de forma importante.

Como segundo paso, se decidió elaborar un estudio de ecoeficiencia, con el fin de determinar las acciones a emprender y los sectores prioritarios a abordar. Los resultados del mismo se exponen en el presente artículo.

### **Metodología para la sostenibilidad total**

En el camino hacia la sostenibilidad total, la APG se ha marcado una metodología de trabajo en tres fases: 1) desarrollo y adaptación de un indicador de sostenibilidad de índice único; 2) estudio de eco-eficiencia; 3) ejecución de acciones concretas para la sostenibilidad y seguimiento continuo del indicador. Como ya dijimos, el presente estudio se ha realizado sobre la base de los estudios previos referentes a la huella ecológica corporativa, cuyo cálculo ya nos permitió conocer cuales eran los principales impactos. Así, por ejemplo, se detectó que las obras portuarias constituyen la principal huella del puerto de Gijón (casi un 50 % del total), lo cual debe obligarnos a establecer mecanismos de reducción de impacto, tales como inclusión de cláusulas de sostenibilidad en los Pliegos de Bases, uso de cemento ecológico, etc. También nos permitió conocer los tres grandes grupos de estrategias que permitirían aumentar la sostenibilidad: a) ecoeficiencia en el consumo de recursos; b) ecoeficiencia en la reducción de desechos; y c) ecoeficiencia en el uso de espacio y ecosistemas.

Como segundo paso, se realizó un estudio de ecoeficiencia, cuyos resultados mostramos en este artículo, en colaboración con la firma Ingenieros Asesores, S.A. para lo cual se procedió a la recopilación de toda la información relacionada con los impactos considerados, estadísticas de consumo, instalaciones, transformadores, redes de distribución de recursos, etc. Este nos permitió profundizar en las anteriores observaciones, reconociendo que para la eficiencia en el consumo de recursos se debe incidir en el ahorro de energía y materiales, por medio de la compra de productos verdes o mediante la inversión en energías alternativas. Para aumentar la ecoeficiencia en la reducción de desechos ya sabíamos lo que hay que hacer: implantar sistemas de gestión ambiental que permitan reducir, controlar o reciclar todo tipo de emisiones y residuos. Más difícil es constatar que la ecoeficiencia en el uso del espacio y de los ecosistemas solo se logra invirtiendo en capital natural (tal como zonas verdes o arboladas, sumideros de carbono, parques naturales, espacios marinos protegidos, etc.).

Todo ello, nos permitió establecer un programa de acción en 10 pasos o acciones, para aspirar a la sostenibilidad total, 9 de las cuales son de carácter ambiental y 1 de carácter social. Creemos que pueden ser aplicadas a todo puerto y a toda organización.

Estas 10 acciones dan paso a la tercera y última fase del proceso que es la ejecución de proyectos concretos para la sostenibilidad. Estos retroalimentan la fase uno, que permite, a su vez, detectar de forma continua la necesidad de nuevos proyectos. La misión es

alcanzar el objetivo ¡cero carbono!, un objetivo crucial en los tiempos que corren debido a los efectos, ya totalmente demostrados, del cambio climático.

## 1. Ecoeficiencia en el uso de energía eléctrica

### 1.1. Medidas de ahorro

#### *Pérdidas en la distribución eléctrica*

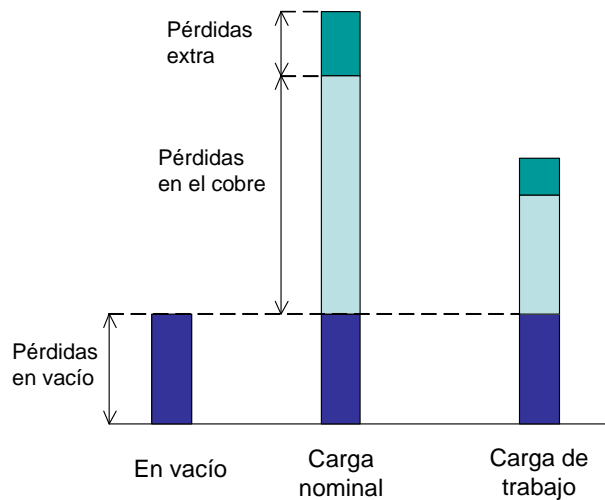
De acuerdo con el documento “Control de energía eléctrica 2004. Puerto de Gijón”, en 2004 el consumo de energía eléctrica, incluida la distribución a terceros, fue de 15.306.930 kWh, de los cuales 1.183.663 kWh se atribuyen a pérdidas. En porcentaje, las pérdidas resultan ser un 7,7%. El consumo de la APG fue de 3.347.505 kWh.

En la Tablas 1 y 2 se recogen los valores de las pérdidas de las sub-redes asociadas a algunos de los centros de transformación del Puerto de Gijón en los años 2003 y 2004 (se incluyen todos los centros de los que se dispone de datos de pérdidas por comparación entre contadores).

| <b>Tabla 1. Pérdidas en subredes. Año 2003</b> |           |          |      |
|--|-----------|----------|------|
| Centro   | Consumo   | Pérdidas | %    |
| Acometida muelle osa                           | 1.782.343 | 205.832  | 11,5 |
| Acometida espigón II                           | 4.188.416 | 339.172  | 8,1  |
| Acometida pantalanés Muelle Carbón y Fomentín  | 86.337    | 25.369   | 29,4 |

| <b>Tabla 2. Pérdidas en subredes. Año 2004</b> |           |          |      |
|--|-----------|----------|------|
| Centro   | Consumo   | Pérdidas | %    |
| Acometida muelle osa                           | 2.093.535 | 326.164  | 15,6 |
| Acometida espigón II                           | 4.591.146 | 501.355  | 10,9 |
| Dique Norte                                    | 5.321.184 | 346.451  | 6,5  |
| Pantalanés Fomento                             | 61.969    | 9.693    | 15,6 |

Las pérdidas, en principio, son altas. No obstante, debe tenerse en cuenta el régimen de funcionamiento de los transformadores, ya que parte de las pérdidas de estos (las denominadas pérdidas en el hierro), son independientes de la carga, y se producen también con el transformador trabajando en vacío. Los transformadores que trabajan periodos grandes en vacío o con bajas cargas tienen pérdidas en el hierro grandes con relación a la energía entregada, lo que implica porcentajes de pérdidas grandes.



**Figura 1. Pérdidas en los transformadores**

De acuerdo con el documento “The Scope for energy saving in the EU through the use of energy-efficient Electricity Distribution Transformer” (European Cooper Institute, en colaboración con la Comisión Europea), las pérdidas totales de electricidad en las redes de distribución suponen en la EU un 6,5% del total, y un 40% de estas pérdidas se producen en los transformadores (Figura 1).

En el caso de la distribución en el Puerto de Gijón, las líneas son cortas, y salvo que se dé algún infradimensionamiento claro de las secciones de algunos conductores, las pérdidas en las líneas deben ser poco relevantes. En principio, deben ser los transformadores los principales responsables de estas pérdidas.

Un amplio estudio de los 20 transformadores de la APG arrojó las siguientes conclusiones-recomendaciones:

- a) *estrategias de compra*: se aconseja que la compra de nuevos transformadores se haga teniendo en cuenta las pérdidas en los mismos, de forma que en la evaluación de costes entre, además del coste de los equipos, el coste de las pérdidas a lo largo de la vida del aparato. Para el cálculo económico riguroso se debería conocer la vida esperada del transformador, la evolución prevista con el tiempo del régimen de carga y del precio de la electricidad y la tasa de actualización. Las previsiones contienen incertidumbre, pero siempre es mejor hacerlas que no tener en cuenta los costes de las pérdidas;
- b) *análisis de armónicos*: debido a la influencia que tienen los armónicos en el rendimiento de los transformadores y en su duración, se aconseja analizar los armónicos de la carga, por parte de una empresa especializada, antes de comprar un nuevo transformador. Esta información debería ser tenida en cuenta en la elección o incluso en el diseño del transformador. Los resultados de los análisis de armónicos puede concluir también la conveniencia de instalar filtros de armónicos;
- c) *sustitución de transformadores antiguos*: el 63% de los transformadores existentes son de las décadas de los 60 y 70 y presumiblemente contienen policlorobifenilos (PCBs), además de tener unas pérdidas mucho mayores que las últimas generaciones de transformadores. Se aconseja la sustitución de los transformadores más antiguos, empleando los criterios ya señalados, tanto por necesidades de ecoeficiencia, como en orden a cumplir con las exigencias del Real Decreto 1378/1999 por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los

policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan (descontaminación o eliminación de transformadores antes del año 2011).

#### *Iluminación de exteriores*

Dentro de la actividad propia de la Autoridad Portuaria de Gijón, la iluminación de exteriores supone, con gran diferencia, el principal consumo de energía eléctrica, tal como se puede comprobar en la Tabla 3, en la que se recogen los consumos de energía eléctrica en el año 2004 de los distintos edificios de la Autoridad Portuaria del Puerto de Gijón, el consumo de energía eléctrica en alumbrados exteriores y el consumo total de energía eléctrica de la Autoridad Portuaria.

**Tabla 3. Consumos de electricidad 2004 Autoridad Portuaria**

| Locales  | kWh              | %          |
|--|------------------|------------|
| Edificio Gijón   | 92.560           |            |
| Edificio Puerto Deportivo                                  | 110.543          |            |
| Polideportivo de Jove                                      | 17.386           |            |
| Edificio Quinta la Vega                                    | 4.880            |            |
| Edificio Sirena  | 57.960           |            |
| Otros edificios  | 112.029          |            |
| <b>Total edificios</b>                                     | <b>395.358</b>   | <b>12</b>  |
| Alumbrado Puerto Deportivo                                 | 210.007          |            |
| Pantalanes Fomento, Muelle Carbón y Fomentín, H, Liquerica | 158.690          |            |
| Alumbrado Musel  | 2.107.485        |            |
| Alumbrado Aboño  | 83.640           |            |
| Nueva urbanización   | 313.225          |            |
| <b>Total alumbrado exterior</b>                            | <b>2.873.047</b> | <b>86</b>  |
| <b>Total Autoridad Portuaria</b>                           | <b>3.347.505</b> | <b>100</b> |

Se aprecia que el principal consumo propio de electricidad de la Autoridad Portuaria es el de iluminación exterior, con un 86%, mientras que el consumo de electricidad en edificios supone el 12%. Otros consumos como grúas o cintas sólo suponen un 2% del consumo propio total de la Autoridad Portuaria. El análisis exhaustivo de la iluminación arrojó las siguientes conclusiones o recomendaciones:

- a) *elección de lámparas de exteriores*: La elección del tipo de lámparas tiene una gran repercusión en el coste de la iluminación de exteriores, debido a las grandes diferencias de eficacia energética de los distintos tipos. Del estudio de los diferentes tipos de lámparas se llegó a la conclusión de que las lámparas que resultan más económicas a lo largo de su ciclo de vida son las de sodio de baja presión y las que resultan más caras, las de vapor de mercurio. Se llega al mismo resultado teniendo en cuenta únicamente el consumo de electricidad de los distintos tipos. En aquellos casos en que por motivos de seguridad o de trabajo (inspección de productos) sean desaconsejables las lámparas de sodio de baja presión (su espectro monocromático no permite apreciar colores), resultan convenientes las lámparas de haluro metálico,

que presentan un espectro mejor que el de las lámparas de sodio de alta presión con un coste similar;

- b) *eficacia óptica de las luminarias exteriores*: El diseño y los materiales de las luminarias restringen la emisión luminosa de las lámparas desnudas. Cuanto mayor sea el grado de control que se efectúa sobre la emisión de luz mayor será la pérdida de flujo luminoso emitido por las luminarias. Conviene siempre comparar entre si luminarias que tengan el mismo control luminoso con el objeto de seleccionar la luminaria que tenga mayor eficacia luminosa. Cuando la atmósfera circundante se encuentra excesivamente polucionada, puede ser recomendable instalar luminarias estancas al polvo que pueden estar dotadas de filtros que facilitan la respiración necesaria para el correcto funcionamiento de los equipos.
- c) *operación y mantenimiento del alumbrado exterior*: además de la elección de las lámparas, la operación y mantenimiento del alumbrado de exteriores tiene gran repercusión en el consumo de electricidad para el alumbrado: 1) apagado de la iluminación exterior con luz diurna, para ello pueden emplearse sensores fotoeléctricos, que garantizan el encendido de la iluminación cuando la luz natural baja de un umbral preseleccionado, es un sistema sencillo y económico, ya que un solo sensor puede operar múltiples luminarias; 2) sustitución de lámparas, tanto por avería de la lámpara como por disminución del flujo; el factor de mantenimiento de las lámparas debe ser suministrado por el fabricante de las lámparas; 3) la limpieza de la luminaria, sin llegar a recuperar los valores iniciales, mejora el rendimiento entre un 10 y un 15%, en función de si es cerrada o abierta y del tipo de cubeta. A partir de cierta antigüedad es preferible eliminar la cubeta. El factor de mantenimiento de las luminarias debe ser facilitado por el fabricante de las luminarias, aunque lo más rentable suele ser hacer coincidir la limpieza de las luminarias con la renovación de las lámparas.

### *Iluminación de edificios*

El consumo de electricidad en los edificios, con un 12% del total, supone el segundo consumo de electricidad. De éste, su mayor parte se debe a iluminación. Las consideraciones sobre la iluminación de edificios son semejantes a las que se han hecho sobre la iluminación de exteriores, con la particularidad de que los tipos de lámparas y luminarias son generalmente diferentes. El programa GreenLight, de la Unión Europea ofrece un marco voluntario para la mejora de la iluminación de edificios, que sirve como referencia para este apartado. Las actuaciones que contempla, aunque no es una lista exhaustiva son: a) sustitución de reactancias electromagnéticas por electrónicas; b) sustitución de tubos fluorescentes estándar por trifósforos; c) introducir sensores de presencia, de nivel de luz u otros tipos de controles; d) sustitución por nuevos difusores y/o desmontaje de los existentes; e) reemplazar las lámparas incandescentes por fluorescentes, preferiblemente por lámparas fluorescentes compactas de la clase A o por otros sistemas eficientes.

a) *sustitución de balastos*: Actualmente, en la iluminación de edificios de la Autoridad Portuaria se están empleando tubos fluorescentes estándar con balastos electromagnéticos. En la Tabla 4 se recogen los ahorros que se consiguen sustituyendo reactancias electromagnéticas por balastos electrónicos, para lámparas estándar T8.

**Tabla 4. Comparación entre balastos electromagnéticos y balastos electrónicos**

| Nº y tipo lámpara T8 | Potencia en línea con reactancia magnética (W) | Potencia en línea con balasto electrónico (W) | Ahorro |
|----------------------|--|---|--------|
| 1 x 18W              | 27   | 20  | 25%    |
| 1 x 36W              | 45   | 36  | 20%    |
| 1 x 58W              | 70   | 56  | 20%    |
| 2 x 18W              | 45   | 40  | 11%    |
| 2 x 36W              | 90   | 74  | 17%    |
| 2 x 58W              | 140  | 104   | 25%    |
| 3 x 18W              | 72   | 54  | 25%    |
| 4 x 18W              | 90   | 72  | 20%    |
| 3 x 36W              | 135  | 104   | 23%    |
| 4 x 36               | 180  | 138   | 23%    |

De acuerdo con estos datos, sustituyendo los balastos actuales se pueden lograr ahorros de energía eléctrica del orden del 20-25%, lo que, sobre un consumo anual de 237.000 kWh en iluminación de edificios (suponemos que la iluminación supone del orden del 60% del consumo total de electricidad en edificios) supondría un ahorro del orden de 53.000 kWh al año. Traducido a euros, con un coste de la electricidad para edificios de 0,074 €/kWh esto supone 3.900 €/año. Debe tenerse en cuenta que, cuando se sustituyan reactancias electromagnéticas por balastos electrónicos, deben sustituirse todos los balastos de las luminarias servidas por un mismo circuito, ya que ya que los picos producidos por los balastos convencionales pueden dañar los nuevos balastos electrónicos.

b) *Operación y mantenimiento:* respecto a la operación y mantenimiento, las consideraciones son análogas a las que se hacen para la iluminación de exteriores. Hay que llevar un mantenimiento programado de la iluminación, que incluya la limpieza de las luminarias y la sustitución de lámparas tanto si se han averiado como si, por su tiempo acumulado de funcionamiento, presentan rendimientos bajos. En el caso de iluminación interior de espacios poco frecuentados, instalar sensores de presencia. En general, se recomienda realizar estudios de necesidades de iluminación en los proyectos que incluyan iluminaciones significativas.

#### *Buenas prácticas por parte de los usuarios*

- Desconectar los PC cuando no se vayan a utilizar durante un tiempo prolongado y siempre que se abandone la oficina.
- Para pausas cortas, desconectar la pantalla de los PC, que es la responsable de la mayor parte del consumo energético.
- No encender las luces si no es realmente necesario. Aprovechar la zonificación (encendido y apagado por zonas) de la iluminación y, siempre que sea posible, dejar de encender por el día las luminarias situadas en zonas cercanas a ventanas y acristalamientos.
- Promover la limpieza periódica de las luminarias.
- Incentivar a los servicios de limpieza o a los últimos en abandonar las oficinas a que apaguen o den aviso para que se apaguen las luces, cuando terminen sus tareas.

Incluir en el servicio de vigilancia la inspección rutinaria de luminarias o aparatos encendidos.

- Extender estas prácticas a la propia vivienda y a cualquier otro edificio.

En cuanto a la calefacción y refrigeración:

- Procurar que no se dejen puertas o ventanas abiertas innecesariamente
- Realizar un mantenimiento preventivo y regular de las instalaciones de calefacción y refrigeración.
- Programar los termostatos del aire acondicionado a las temperaturas recomendadas (25° C en verano).
- Utilizar adecuadamente los sistemas de calefacción, adecuando las temperaturas al tipo de actividad que se realice y al uso que se hagan de los distintos espacios (zonas de paso, zonas de trabajo, sala de espera...).

## 1.2. La huella de la energía eléctrica. Energías alternativas

### *Energía eólica*

La generación eólica de energía eléctrica es una tecnología madura, tanto desde el punto de vista técnico como del económico, gracias a una progresiva reducción de los costes de operación y mantenimiento, lo cual permite ir aumentando su porcentaje, de forma progresiva, con respecto al total, el cual, en 2001, equivalía a un 6% (Tabla 5).

| <b>Tabla 5. Potencia total instalada en España en 2001</b> |                      |                    |
|--|----------------------|--------------------|
| <b>POTENCIA TOTAL INSTALADA EN ESPAÑA (año 2001)</b>       |                      |                    |
| <b>Tecnología</b>  | <b>Potencia (MW)</b> | <b>% del total</b> |
| <b>Régimen ordinario</b>                                   | <b>47.198</b>        | <b>81%</b>         |
| ➤ Hidroeléctrica   | 16.606               | 29%                |
| ➤ Térmica (carbón)   | 12.434               | 21%                |
| ➤ Térmica (fuel)   | 10.352               | 18%                |
| ➤ Nuclear  | 7.186                | 13%                |
| <b>Régimen especial</b>                                    | <b>10.827</b>        | <b>19%</b>         |
| ➤ Eólica   | 3.350                | 5,9%               |
| ➤ Otras renovables   | 2.060                | 3,6%               |
| ➤ Cogeneración   | 5.417                | 9,5%               |
| <b>TOTAL</b>   | <b>58.025</b>        | <b>100%</b>        |

La energía eólica produce 12 millones de MW al año, lo que supone evitar el envío de 12 millones de tn de CO<sub>2</sub> al año a la atmósfera. En generación de energías limpias destaca Iberdrola que, en 2003, produjo 20.288 MW (el 39,3% de la cuota de mercado eléctrico liberalizado), de los que 1.600 MW corresponden a ciclos combinados (8%), 2.257 MW a renovables (11%) y 8.662 MW a hidráulica (43%). Es decir, un 62 % de la capacidad de Iberdrola procede de tecnologías limpias, habiendo producido en 2003 un 70% de electricidad libre de emisiones.

En el caso de los puertos, el régimen de vientos de la costa ofrece en principio buenas posibilidades para el aprovechamiento eólico. La baja rugosidad de la superficie del agua hace que el rozamiento y frenado del viento sobre el mar sea también muy bajo, y que la velocidad del viento no experimente grandes cambios al variar la altura del buje del aerogenerador, lo que permite utilizar torres más bien bajas, de alrededor de 0,75 veces el diámetro del rotor, en aerogeneradores emplazados en el mar, (normalmente, las torres de los aerogeneradores situados en tierra miden un diámetro de rotor, o incluso más). Además, el viento en el mar es generalmente menos turbulento que en tierra, por lo que en un aerogenerador situado en el mar se puede esperar un tiempo de vida mayor que en otro situado en tierra (la turbulencia resta duración a los generadores). En un área tan sensible como la zona costera, hay que considerar siempre, no obstante, el impacto paisajístico, pues los aerogeneradores de 850 KW tienen un diámetro de 52 metros, mientras que los de 2,5 MW alcanzan los 85 metros de diámetro. El mayor aerogenerador de España, de 3,6 MW, ubicado en Albacete, mide 104 metros de diámetro y 110 de altura.

La experiencia danesa de grandes parques eólicos off-shore (Fotografía 1) o el reciente proyecto de un parque de 10 MW de potencia instalada en el Puerto de Bilbao (5 aerogeneradores de 2 MW) ponen de manifiesto el potencial de los espacios libres en los diques de protección para la generación eólica.



**Fotografía 1. Parque eólico off-shore de Horns Rev (Dinamarca), 160 MW de potencia instalada.**

En una primera aproximación del estudio realizado por la APG, se plantea la instalación de 5 aerogeneradores de 2 MW, es decir, una potencia instalada de 10 MW. Con una inversión de aproximadamente 1 millón de euros por MW y un umbral de rentabilidad de 2.000 horas de funcionamiento equivalente a máxima potencia al año, ello supondría como mínimo la generación de 20.000.000 kWh/año, cantidad que supera 6 veces el consumo de la APG (3.347.505 kWh) y cubre ampliamente las necesidades de energía eléctrica de todos los concesionarios del puerto de Gijón (15.306.930 kWh).

Teniendo en cuenta que la huella de la energía eléctrica procedente de centrales térmicas es la segunda en importancia, después de las obras de construcción, si la APG sustituye aquella por este tipo de energía verde eliminaría un 15% de la huella ambiental total. El potencial de energía eólica del puerto de Gijón es mucho mayor que el señalado, pues, si consideramos 20 torres eólicas de la máxima potencia actualmente existente en

el mercado (5MW), tendríamos una potencia total de 100 MW, con una capacidad de producción de 200.000.000 de kWh/año, más de 13 veces la energía eléctrica consumida por todas las empresas del puerto de Gijón.

Dada la importancia de los datos de viento para conocer la viabilidad del proyecto, se ha procedido ya a la instalación de dos torres de medición de vientos, una de 80 metros de altura en el actual dique de protección, y otra de 20 metros, en lo alto del Cabo Torres.

Cabe citar como caso pionero en España, el Puerto de Bilbao, donde se han instalado 5 aerogeneradores de 2 MW de potencia cada uno y una producción esperada de 23.385 MWh/año (lo que supone más de 2.300 horas año de funcionamiento equivalente a máxima potencia).

Mientras que a escala local, el plan eólico de Asturias prevé pasar de los actuales 145 MW instalados a 900 MW en el año 2012, La Comunicación de la Comisión Europea *The support of electricity from renewable energy sources* (COM (2005) 627 final) proyecta una generación de 70.000 MW para 2010, en Europa, de las que unos 14.000 MW serían off-shore. El momento parece pues propicio para que los puertos saquen el máximo rendimientos de sus infraestructuras aprovechándolas y/o cediéndolas para la generación de energía eólica.

### *Energía solar térmica*

Consiste en la captación de energía solar mediante colectores por los que circula un fluido portador de calor, que se transfiere a un sistema de almacenamiento. El colector consiste en un recipiente de aluminio anodizado, ligero y resistente a ambientes externos, con cubierta de vidrio templado que favorece el efecto invernadero, superficie captadora que incluye un absorbedor de cobre y cubierta (en la cara activa) que actúa de cuerpo negro. El fondo está aislado por fibra de vidrio. Los diferentes colectores soportan temperaturas desde 20 °C a unos 120 °C.

Su principal uso es doméstico: agua caliente sanitaria, calefacción de edificios, refrigeración (con máquinas de absorción), climatización de piscinas; o industriales: secaderos agrícolas, calefacción de invernaderos, piscifactorías, granjas de animales, etc. La energía térmica es interesante por su carácter modular y descentralizado; el efecto visual se puede evitar con una buena integración; se puede combinar con sistemas fósiles para paliar situaciones meteorológicas adversas; son sistemas silenciosos y limpios. La calefacción centralizada puede ser una buena solución al suministro de calor en urbanizaciones, centros comerciales, polígonos, etc.; la aplicación al entorno urbano supone una reducción de emisiones en el ámbito local. En contrapartida, la inversión aun es algo elevada, así como los requerimientos de tramitación de subvenciones.

Un sistema solar térmico de baja temperatura cuenta con tres subsistemas principales (Figura 2):

- Subsistema de captación: Los colectores solares son los elementos que captan la energía contenida en la radiación solar y la transfieren al fluido que se calienta (Fotografía 2). El tipo más extendido en los sistemas de baja temperatura es el colector solar plano, estos colectores funcionan basándose en el “efecto invernadero”: captan la energía solar y la transforman en energía térmica impidiendo su salida al

exterior. Otras características son carecer de cualquier tipo de concentración de la energía incidente, captar tanto la radiación directa como la difusa y carecer de cualquier forma de seguimiento de la posición del sol.

- Subsistema de almacenamiento. Es necesario para salvar el desfase entre la demanda y la producción de agua caliente (agua caliente sanitaria o calefacción). Habitualmente el almacenamiento de calor se consigue mediante el calor sensible del agua caliente de consumo almacenada en un tanque, que se dimensiona para cubrir la demanda de agua caliente de uno o dos días. Además el subsistema de acumulación puede constar de un intercambiador, una bomba y otros elementos auxiliares (válvulas de paso, termostato, etc.).
- Subsistema de distribución y consumo. Casi siempre incluye un sistema de apoyo energético, que permite suplir las faltas derivadas de ausencia de insolación. Para ello se recurre a resistencias eléctricas o calderas de gas o gasóleo. Incluye también un sistema de control que al menos comprende una sonda termométrica en el acumulador, que activa o desactiva el suministro energético de apoyo en función de la temperatura. Incluye también vasos de expansión, bombas, purgadores de aire, válvulas y conducciones.

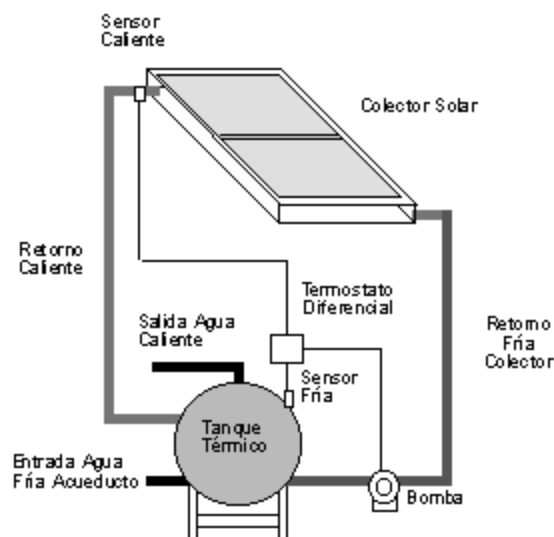


Figura 2. Instalación típica con circulación forzada



**Fotografía 2. Colectores solares instalados en un tejado plano**

En Europa existían en el año 2000 algo más de 1000 hectáreas de colectores de este tipo, con unas 100 hectáreas instaladas durante el año 2000, lo que supuso un incremento del 25% con respecto al año anterior. En España había unos 400.000 m<sup>2</sup> instalados (0,4 Ha), esperando llegar en el año 2010 a 450 hectáreas.

En Asturias, el uso de la energía solar está creciendo, aunque aun por debajo de otras regiones de España o incluso del norte de Europa donde se aprovecha mucho más las posibilidades que brinda el sol como fuente energética. El año 2003 terminó con 8.382 metros cuadrados de paneles para usos térmicos. Un aumento importante ya que, en 1997, el Principado contaba con 136,87 m<sup>2</sup> instalados. En el año 2001 se superaba la barrera de los mil metros cuadrados instalados y ese año terminaba con 1.707,24 m<sup>2</sup> instalados.

España, por su situación y climatología presenta unas condiciones óptimas para el aprovechamiento de la energía solar, y aunque Gijón, por su latitud, tiene una insolación baja dentro del conjunto de España y sólo alcanza una media anual de 3,32 kWh/m<sup>2</sup> día (Datos de la NASA para el periodo de 10 años entre julio de 1983 y junio de 1993) (Tabla 6), sigue tratándose de una insolación relativamente alta, comparándola por ejemplo con la insolación media en el centro de Alemania (un país en el que se hace un uso de este recurso mucho mayor que en España), que es de 2,70 kWh/m<sup>2</sup> día.

| <b>Tabla 6. Insolación en Gijón</b>   |          |          |          |          |      |          |          |          |          |          |          |          |             |
|---|----------|----------|----------|----------|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|
| <b>Media mensual de la insolación incidente en una superficie horizontal (kWh/m<sup>2</sup>día)</b> |          |          |          |          |      |          |          |          |          |          |          |          |             |
| Latitud 43<br>Longitud -6   | En       | Feb      | Mar      | Abr      | Mayo | Jun      | Jul      | Ag       | Sep      | Oct      | Nov      | Dic      | Media anual |
| Media de 10 años  | 1.4<br>1 | 2.0<br>6 | 3.1<br>5 | 4.0<br>9 | 4.80 | 5.1<br>5 | 5.3<br>7 | 4.8<br>4 | 3.8<br>8 | 2.4<br>1 | 1.5<br>4 | 1.2<br>2 | 3.32        |

La energía solar térmica, con más de 20 años de experiencia en España es una tecnología y comercialmente madura, sencilla, de bajo coste y de rendimiento alto, por lo que es especialmente aconsejable como alternativa de energía descentralizada y renovable para edificios.

Independientemente de la obligatoriedad en edificios nuevos, la energía solar térmica para agua caliente sanitaria y calefacción supone un ahorro energético y económico claro. En la Tabla 7 se muestran los resultados de la aplicación del programa informático del IDEA para instalaciones solares aplicado al edificio nuevo de oficinas de la Autoridad Portuaria (se ha asimilado a uso residencial, teniendo en cuenta la ocupación real). No se han tenido en cuenta posibles subvenciones.

| <b>Tabla 7.- Cálculos sobre la utilización de energía solar en el nuevo edificio de la Autoridad Portuaria</b> |  |
|--|--|
| <b>DATOS</b>   |  |
| <b>Provincia:</b> Oviedo   | <b>Energía a sustituir:</b> Gasóleo C                          |
| <b>Tipo de instalación:</b> Bloque de viviendas (residencial)  | <b>Número de usuarios máximos al día:</b> 75                   |
| <b>Ocupación media anual calculada:</b> 22%  | <b>Subvención considerada:</b> 0%                              |
| <b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>  |  |
| <b>Inversión inicial:</b> 9.921 €  | <b>Subvención:</b> 0 €   |
| <b>Superficie de colectores:</b> 11 m <sup>2</sup>   | <b>Ahorro energético:</b> 4.947 te/año                         |
| <b>Ahorro económico:</b> 453,85 €/año  | <b>Ahorro neto:</b> 408,47 €/año                               |
| <b>Periodo de retorno simple:</b> 12 años  | <b>Ahorro de CO<sub>2</sub>:</b> 1.461 kg CO <sub>2</sub> /año |

Se comprueba que, incluso prescindiendo de subvenciones, se recupera la inversión en un plazo razonable, y se reducen las emisiones en unas 1,5 t CO<sub>2</sub>/año.

Una de las dificultades con las que cuenta la entrada de esta energía es la falta de información. En general, se piensa que la falta de días de sol hace que esta energía sea inviable. En realidad, los paneles solares funcionan con la radiación ultravioleta. En los días de invierno o en jornadas de lluvia, la falta de luminosidad no impide que esta radiación alcance los paneles. Si bien siempre será en una medida menor que los registros del sur de España, ello no impide que su aprovechamiento sea rentable y se logre un importante ahorro energético.

En la Autoridad Portuaria de Gijón se ha elaborado otro proyecto para la instalación de energía solar térmica para la producción de ACS y calefacción en el edificio de duchas y vestuarios, según la climatología de Asturias y la ubicación del puerto (Tablas 8, 9 y 10), según el cual se ahorraría el 100 % de ACS y el 42 % de calefacción, con unos 300 m<sup>2</sup> de colectores y una inversión de unos 200.000 euros.

| <b>Tabla 8. Características de la ubicación (Asturias)</b> |             |
|--|-------------|
| Latitud /altitud (de cálculo)                              | 43,37 / 232 |
| Humedad relativa media (%)                                 | 70,0        |
| Velocidad media del viento (Km/h)                          | 1,0         |
| Tª máxima /mínima / variación                              | 26 / -2 / 9 |
| Tª media ambiente anual (°C)                               | 14,0        |
| Tª media agua red anual (°C)                               | 13,6        |
| Rad. horiz. anual (kJ/m2/día)                              | 10,7        |
| Rad. inclin. anual (kJ/m2/día)                             | 11,9        |

Fuente: Libro "Radiación solar sobre superficies inclinadas"; Centro de Estudios de la Energía  
(Ministerio de Industria y Energía)

| <b>Tabla 9. Características de la instalación</b> |         |
|---|---------|
| Nº colectores de 106 x 205 x 8 cm (49 kg)         | 150     |
| Área colectores (m2)                              | 301,5   |
| Grados de inclinación                             | 47      |
| Desviación sur (grados)                           | 0       |
| Volumen de acumulación (litros)                   | 11.500  |
| Ener. Nec. anual (Kcal-1000)                      | 268,1   |
| Ahorro anual (Kcal-1000)                          | 118,0   |
| Ahorro medio anual (%)                            | 44      |
| Rendimiento medio anual panel (%/m2/día)          | 60,4    |
| Ahorro anual en ACS (%)                           | 100     |
| Ahorro anual en calefacción (%)                   | 41,6    |
| Ahorro emisiones CO2 (Kg) (según fabricante)      | 18.000  |
| Ahorro emisiones NOx (Kg)                         | 75      |
| Ahorro emisiones SO2 (Kg)                         | 240     |
| Importe total sin IVA y sin subvención (euros)*   | 200.000 |

\* Incluye captador solar plano, control electrónico digital, acumulador solar para calefacción de 10.000 litros, acumulador solar para ACS de 1.500 litros, transporte, montaje, mano de obra, puesta en marcha, garantía y trámite de subvenciones (no incluye obra civil, licencias de obra, derechos o gastos financieros).

| <b>Tabla 10. Características de la caldera y ahorro en euros</b> |               |
|--|---------------|
| Potencia caldera (Kcal/hora / kW )                               | 143.141 / 166 |
| Rendimiento caldera (%)  | 85            |
| Días calefacción al año  | 165           |
| Consumo combustible (gasóleo "C") a 0,65 €/l                     | 50.301,6      |
| Coste combustible (euros)  | 32.696,0      |
| Ahorro coste (euros) (44%)                                       | 14.386,2      |
| Amortización de la inversión (años) *                            | 7,3           |

\* 3,5% de inflación; 15% incremento combustible

### *Energía solar fotovoltaica*

Es la transformación directa de la energía solar en eléctrica. Cuando la luz incide en un cristal de silicio, los electrones de los átomos de silicio se liberan, moviéndose a través del cristal. Posteriormente, el electrón se recombina, ocupando el hueco de otro átomo y liberando la energía.

Los semiconductores empleados están constituidos por dos capas unidas de silicio monocristalino "dopado" con dos sustancias diferentes: fósforo, con exceso de electrones, y boro, con déficit de electrones. La presencia de las sustancias dopantes hace que en la unión de ambas capas se genere una diferencia de potencial que da lugar a una corriente eléctrica si se cierra el circuito.

Un sistema de energía solar fotovoltaica para conexión a la red consta de los siguientes elementos:

- Módulos fotovoltaicos. Una célula fotovoltaica de silicio monocristalina (existen células experimentales de telururo de cadmio, de seleniuro de cobre o indio, de arseniuro de galio, etc.) consiste en una oblea de silicio de mínimo espesor (0,2 a 0,4 mm). Las células se conectan entre ellas agrupándolas en módulos fotovoltaicos de unas 33-40 células, que se aíslan del ambiente mediante cristal, material encapsulante y capas de plástico protectoras. Los módulos se agrupan en paneles fotovoltaicos que convierten directamente la energía solar incidente en corriente continua, con un rendimiento del orden del 13%.
- Inversor. Transforma la corriente continua en alterna y permite su conexión a la red. Normalmente incluye un contactor de corriente alterna para efectuar la conexión y desconexión de forma automática o manual.

- Cuadro eléctrico con interruptor magnetotérmico y diferencial y equipos de medida de la energía entregada y consumida.

Cuando el sistema está aislado, el módulo se conecta a un controlador de carga (evita descargas y sobrecargas de la batería), este a la batería, este al inversor (que se puede evitar en caso de disponer de electrodomésticos de corriente continua) y este a los elementos de consumo. Estos sistemas aislados son los que se suelen utilizar en la electrificación de viviendas.

Los sistemas conectados a red se suelen integrar en edificios, mientras que los sistemas aislados se utilizan en electrificación rural, bombas para riego, telecomunicaciones, señalización marítima, etc.

Su impacto visual es modesto, son limpios y no emiten ruido. Los costos de mantenimiento son bajos. Su carácter modular los hace muy flexibles, de fácil instalación y cubriendo un amplio rango de demandas de potencia. Permite la posibilidad de sustituir materiales tradicionales en edificios por módulos fotovoltaicos fusionando estética y electrificación. Es muy útil en zonas remotas y en países en vías de desarrollo (pre-electrificación). Por contra aun hay deficiencias en la regulación y normativa, así como en la estandarización de componentes del sistema y de reglas de certificación. Existen aun escasas iniciativas de mercado por parte de los Gobiernos para impulsar el desarrollo comercial de la tecnología. Falta conocimiento del potencial de la energía fotovoltaica y los costes de producción de estos sistemas aun son altos en comparación con los convencionales.

Los retos son la reducción de los costes de fabricación de células y de componentes, la aplicación de sistemas de producción a gran escala, el aumento de la eficiencia de las células de silicio monocristalino (menos del 18%), la fabricación de células coloreadas atractivas para la integración en edificios, el desarrollo de nuevos módulos de lámina delgada a costes competitivos y el desarrollo de sistemas de concentración.

La producción mundial de células en 2000 fue de 288,5 MWp (aumento de 44% en relación a 1999). La producción en Europa fue de 61,56 MWp. Japón es el primer productor de células. El total de potencia instalada en el mundo en 1999 fue de 720 MWp (Japón: 205 MWp; EEUU: 117 MWp; Europa: 127 MWp). El total en España fue de 12,1 MWp (73 % de instalaciones aisladas; 27 % conectadas a red), que constituye el 7% del mercado fotovoltaico mundial. El Plan de Fomento prevé para 2010 unas 135 MWp.

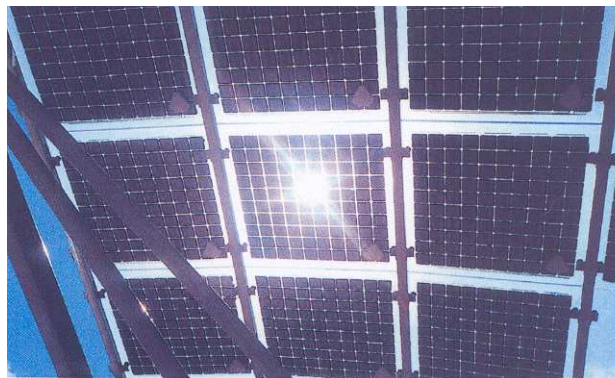
En el año 2000 el coste de un sistema aislado de 1,1 kWp de potencia instalada y una producción de 1650 kWh año (con una vida útil de unos 20 años) era de unos 13.000 euros, con un coste de mantenimiento de unos 450 euros. De ese coste total, un 53% corresponde al módulo, un 22% al inversor, un 12% al montaje y un 13% al resto de elementos.

Aunque de nuevo, dentro del conjunto de España, Asturias presenta uno de los casos más desfavorables, en comparación con naciones que hacen un uso más extensivo de la energía solar fotovoltaica como es el caso de Alemania, Asturias sigue presentando unas condiciones más favorables.

Se puede aprovechar las superficies cubiertas de los edificios para instalar paneles fotovoltaicos, lo que permitiría aprovechar la energía de la radiación solar para producir electricidad sin ocupar espacio útil. Dado que, en principio, tendría una escasa utilidad generar corriente continua para uso propio, la forma más conveniente de emplear esta forma de energía es convertirla en corriente alterna mediante un inversor y ceder esta energía a la red, cobrando por ella.

Empleando el programa de cálculo de presupuestos de la empresa Solener para ubicación en Oviedo, y una orientación fija con ángulos óptimos de los paneles, se obtiene que para una potencia de pico de 10 kWp sería necesaria una inversión de 98.000 € más obra civil (colocación del bastidor), y se generarían 17.300 kWh al año, lo que supone, a un precio de 0,414 €/kWh, 7.200 €/año. Para ello harían falta unos 90 m<sup>2</sup> de paneles solares (unos 9 m<sup>2</sup>/kWpico).

Como comparación, en el año 2003, el alumbrado de las oficinas centrales de Gijón supuso 77.260 kWh, y el alumbrado del edificio del Puerto Deportivo supuso 122.793 kWh. De acuerdo con ello, con la inversión de 1,13 millones de euros se cubriría todo el consumo de estos dos edificios, mientras que una inversión de 2,24 millones de euros cubriría todo el consumo de electricidad de todos los edificios de la APG (395.358 kWh/año). En el primer caso serían necesarios poco más de 1000 m<sup>2</sup> de paneles fotovoltaicos, mientras que en el segundo harían falta poco más de 2000 m<sup>2</sup>. El potencial del puerto de Gijón en superficies cubiertas bien orientadas al sol, tales como naves, tinglados, pérgolas para vehículos (Fotografía 3) o edificios (es decir, sin ocupación de nuevos espacios), supera los 20.000 m<sup>2</sup> (en total hay unas 5 hectáreas de depósitos cubiertos), equivalentes a una producción de casi 4.000.000 kWh año, es decir más del consumo eléctrico de toda la APG (3,35 GWh/año).



**Fotografía 3. Detalle de la pérgola fotovoltaica del complejo de La Moncloa**

De hecho, la terminal de automóviles de Bergé, en el puerto de Tarragona, cuenta con una instalación solar fotovoltaica que aprovecha el espacio dedicado a aparcamiento e integra un sistema de 2.992 módulos en una extensión de 2.600 m<sup>2</sup>, con una potencia de 317 kWp y una producción de 390 MWh/año.

### Energía de las olas

Según el estudio realizado en 2005 por Greenpeace y la Universidad Pontificia de Comillas, la energía undimotriz (oleaje) podría alcanzar en el año 2050, con un adecuado y decidido desarrollo, los 84.400 MW de potencia y los 296 Twh/año de producción, lo que permitiría cubrir algo más de la demanda total peninsular en dicho año (García *et al.*, 2005) (Tabla 11).

| <b>Tabla 11. Comparación entre el techo de potencia en España calculado por Greenpeace para 2050 y los objetivos de potencia instalada previstos en el Plan de Energías Renovables 2005-2010</b> |   |  |
|--|---|--|
|  | Potencia objetivo para el 2010 en el PER (Mw) | Techo de potencia en 2050, según Greenpeace (Mw) |
| Solar termoeléctrica   | 500   | 2.738.800  |
| Solar fotovoltaica   | 400   | 1.202.900  |
| Eólica   | 20.155  | 1.079.900  |
| Chimenea solar   | 0   | 324.300  |
| Olas   | 0   | 84.400   |
| Biomasa total (con biogás)   | 2.274   | 19.400   |
| Hidráulica   | 18.977  | 18.800   |
| Geotérmica roca seca caliente  | 0   | 2.500  |
| R.S.U.   | 189   | 0*   |
| <b>TOTAL</b>   | <b>42.495</b>                                 | <b>5.471.000</b>                                 |

\* Greenpeace no considera renovable la incineración de residuos sólidos urbanos

Fuente: Informe "Renovables 2050". Greenpeace e Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad de Comillas

El principal potencial de oleaje se encontraría en las regiones de Galicia, Asturias, Cantabria y Andalucía y comprenderían una franja marina entre los 5 y los 30 kilómetros paralela a la costa. Los parques de boyas se compartirían con los parques eólicos y se intercalarían para no crear una barrera continua. Esto exige zonificar el mar destinando zonas para energía, para pesca y para tránsito marítimo, entre otros.

Las previsiones son similares para algunas grandes empresas energéticas. Iberdrola proyectó en 2004 la primera planta de producción de energía por las olas frente a Santoña (Cantabria), de 1,25 MW, en colaboración con la empresa americana Ocean Power Technologies Ltd., la cual posee a su vez proyectos similares en Estados Unidos. Poseen un plan de expansión hasta los 100 MW, por lo que brindar las instalaciones portuarias (incluidos los faros) puede ser crucial para el impulso de estas tecnologías.

El sistema de generación de energía más habitual consiste en un sistema de boyas en las que, tanto en cuanto a gestión, mantenimiento y explotación, los puertos tienen mucha experiencia. Sería muy oportuno complementar proyectos similares a los de Santoña (absorbiendo la experiencia en curso) con las actuales obras de las diferentes ampliaciones portuarias. Se estima que este sistema va a tener en un futuro próximo, el

mismo auge que está teniendo la energía eólica, con evoluciones previstas desde los actuales 40 kW/unidad a los 1000 kW/unidad.

En Portugal, el principal promotor de energías renovables (Enersis) está ensayando en el puerto de Peniche una central de oleaje, con el fin de instalar 3 unidades de 750 kW de potencia unitaria, a unos 5 kilómetros de la costa de Póvoa de Varzim, al norte del país, en este caso con la firma escocesa Ocean Power Energy. Las máquinas del tipo *Pelamis* son de forma cilíndrica y miden 50 metros de largo por 3,5 metros de perímetro. Las previsiones de Enersis (de la multinacional Babcock&Brown), son, en este caso, alcanzar los 20 MW de potencia para el año 2008 (con una inversión de unos 70 millones de euros) y los 5000 MW para el año 2020.

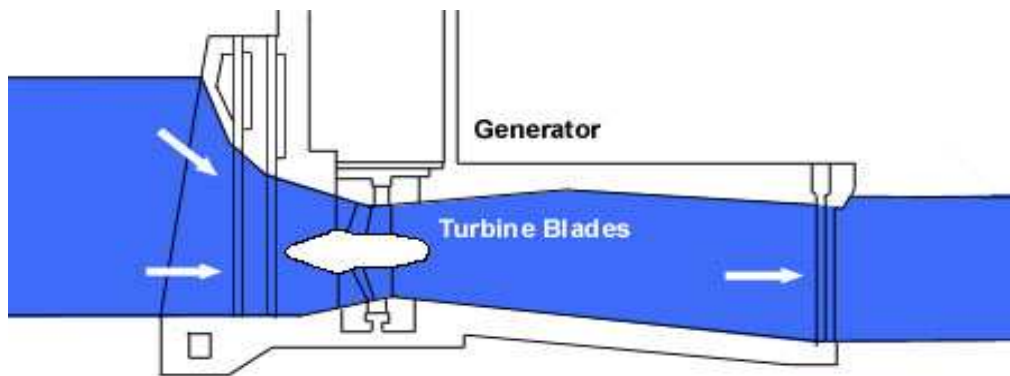
Aspectos principales:

- Sistema de boyas sencillo y viable. Proyecto de Iberdrola en el norte de España. Proyecto funcionando ya en otros países
- Posibilidad de que la APG se incorpore a la más moderna tecnología en energías renovables
- Posibilidad de acometer una primera fase de un proyecto de generación de energía por medio de las olas, de forma simultánea a los diques de la ampliación.
- Posible proyecto de potencia inicial de 2 MW, con capacidad de ir creciendo hasta potencias similares al parque eólico descrito.

Existen muchas otras formas de aprovechar la energía de las olas. En el puerto de Mutriku (Guipúzcoa) se ha instalado una planta en la zona exterior del dique de abrigo, la cual recibe el empuje de las olas por su zona inferior comprimiendo el aire de su interior el cual mueve las turbinas situadas en la zona superior. Tiene una potencia de 480 kW y se prevé una generación de energía de 970 MWh.

### *Energía mareomotriz*

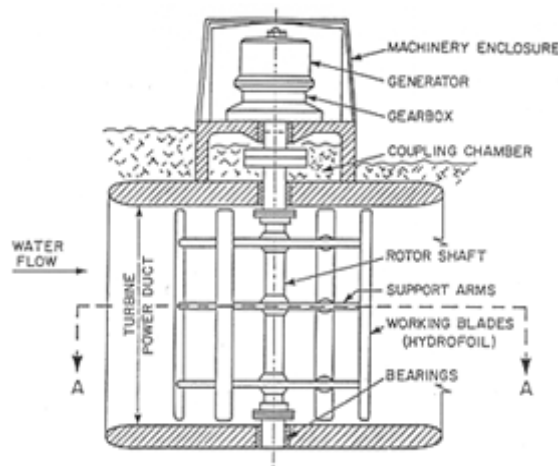
La solución tradicional, y hasta el presente la única que ha alcanzado verdaderamente una escala industrial, consiste en crear una barrera que limita un volumen grande de agua (habitualmente una ría). Esta barrera está dotada de unas compuertas que cuando están abiertas permiten la entrada del flujo de marea, mientras que cuando están cerradas obligan al refluo a pasar por unas turbinas (Figura 3). Naturalmente, para un puerto no resulta una solución adecuada.



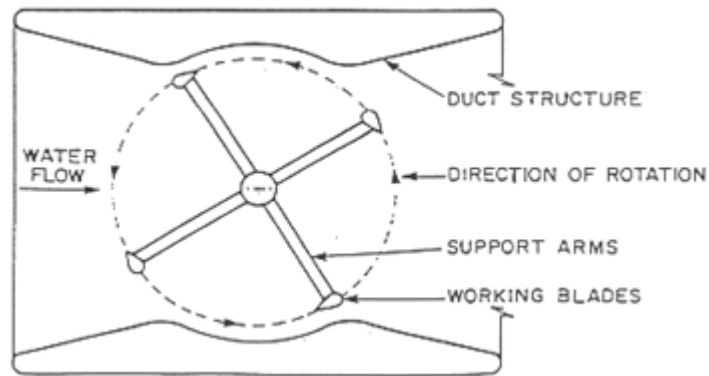
**Figura 3. Corte transversal de una turbina para aprovechamiento de la energía mareomotriz**

Actualmente se están probando tecnologías que aprovechan la velocidad horizontal de las corrientes de marea, con lo que no se necesita una presa. A continuación se exponen dos de estas tecnologías:

a) *Blue energy*: La turbina oceánica Blue Energy es una turbina submarina de eje vertical unida a un generador que se mantiene sobre la superficie del agua. Se aprovecha tanto la corriente de flujo como de refluo manteniéndose invariable el sentido de giro de la turbina. La turbina va instalada en un cajón de hormigón que la ancla al fondo. Este sistema se ha experimentado a pequeña escala, en un módulo de 4 kW y está proyectado un módulo de 250 kW (Figuras 4 y 5).

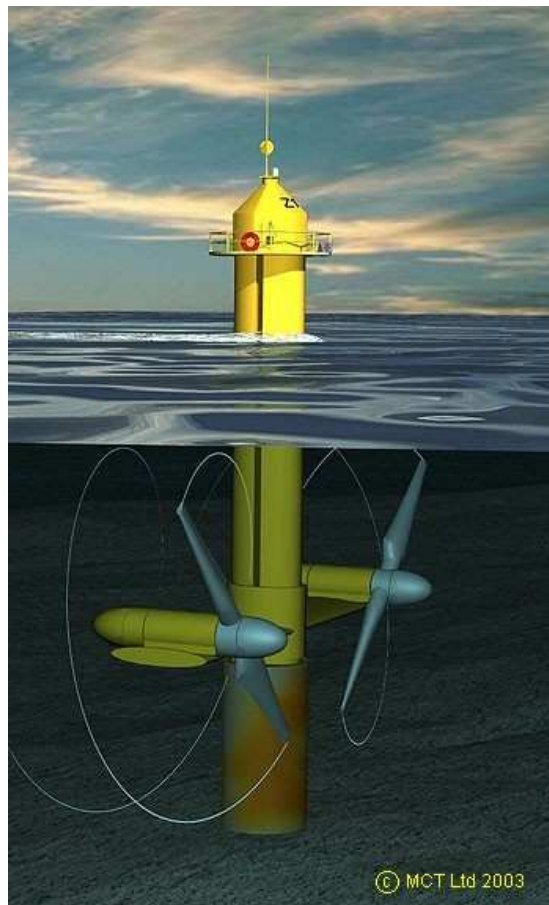


**Figura 4 Blue energy. Alzado**



**Figura 5 Blue Energy. Planta**

b) *Marine Current Turbines Ltd.*: Consiste en turbinas submarinas de eje horizontal, ubicadas offshore. Este sistema se ha probado a en Inglaterra, instalándose una turbina de 11 m de diámetro, con potencia nominal 300 kW, situada frente a Lynmouth, a 1,5 km de la costa. El coste ha sido de 3.300.000 libras (2.234.000 €). Está previsto colocar próximamente dos turbinas sobre el mismo apoyo. Parece ser que hay intenciones de abordar estas tecnologías en algunos puertos (Figuras 6 y 7).



**Figura 6. Proyecto de Marine Current Turbines Ltd**



Figura 7. Turbina de 300 kW levantada (posición de mantenimiento)

## 2. Ecoeficiencia en el uso de combustibles. Biocombustibles

### *Biomasa*

Aprovechamiento térmico o eléctrico del conjunto de materia orgánica de origen animal y vegetal, incluyendo los productos procedentes de su transformación natural o artificial. Engloba gran variedad de recursos, aplicaciones y mercado, a saber, biomasa tradicional, residuos forestales, residuos agrícolas, residuos de industrias, cultivos energéticos, etc.

La biomasa tradicional se refiere al aprovechamiento de biomasa forestal, residuos forestales y otros, mediante tecnologías tradicionales de combustión. La principal fuente de este tipo de energía se encuentra en los países en desarrollo de África y Asia, y supone hasta el 90% de la energía total en países como Nepal o Malawi, y el 25 a 50% en China, India o Brasil.

Los cultivos energéticos constituyen una actividad emergente que implica el cultivo de biomasa para su utilización como fuente energética o para biocombustibles para el transporte.

Los procesos de transformación termoquímica son la combustión, la gasificación y la pirolisis.

La combustión supone la transformación de la energía química en energía térmica mediante una oxidación completa, obteniéndose  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . Se realiza en hornos o calderas con rendimiento del 85%. Como variantes tenemos la combustión en *lecho fluido*.

El rendimiento de la combustión está influenciado por las características físicas (densidad, humedad y granulometría), químicas y energéticas (poder calorífico inferior). Como tratamientos previos tenemos el pulverizado (para lecho fluido), el peletizado y briqueteado (calefacción doméstica), el triturado, la molienda, el secado, compactado, etc.

La gasificación supone una oxidación parcial o con restricción de aporte de aire u oxígeno. Transforma la biomasa en un producto gaseoso, como H, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y vapor de H<sub>2</sub>O. La temperatura de gasificación va desde los 700-800 °C hasta los 1100 °C. Con aporte de oxígeno se produce *gas de síntesis* convertible en metanol.

La pirólisis supone la descomposición térmica de la biomasa en ausencia total de oxígeno. Es un proceso endotérmico. Desde los 250 °C a los 500-600 °C. Se obtienen combustibles líquidos (aceites de pirólisis), productos gaseosos y sólidos (coque).

El barómetro ofrecido por el consorcio europeo Euroobserver de abril de 2004, informó de que la biomasa de origen forestal lidera las energías renovables. Además, según los últimos datos, representa más de la mitad de la producción de energía primaria en la Unión Europea. Entre los países europeos que utilizan este recurso energético, el informe de Euroobserver destaca a Finlandia, Francia, Alemania y Suecia. Asimismo, gracias a su implantación, los datos recogidos en el informe demuestran que ésta ha contribuido a aumentar los puestos de trabajo en estos países

En el caso de las empresas o corporaciones con parques o jardines, o involucradas ya en la conservación de espacios naturales, como es el caso de la APG, se recomienda que todos los restos de podas o limpiezas de jardines se empleen como biomasa, dándole así la categoría de *espacios productivos* y contabilizando as en el haber de la *huella ecológica*.

### *Biogás*

Residuos biodegradables sólidos o líquidos susceptibles de aprovechamiento energético tras su transformación a biogás por digestión anaerobia: efluentes industriales, lodos de depuradora, residuos urbanos, residuos ganaderos, etc. Los procesos de transformación son biológicos, pues se produce una digestión anaerobia en la que se descompone la materia orgánica obteniendo biogás (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y otros) utilizable como combustible en procesos de combustión. Se realiza por medio de un digestor en continuo o discontinuo.

Es una solución a la eliminación de los residuos con posibilidad de recuperación energética. Se obtiene ya en muchos vertederos alcanzando hasta el 80% del tratamiento de RSU en Japón y el 15 % en Europa o en EEUU. Cubre las necesidades de calefacción del digestor. Es una tecnología aún emergente. En España la aplicación de residuos ganaderos es aun bajo; algo mejor en RSU y apreciable en residuos industriales y de depuradoras.

Como en el caso anterior, se recomienda que la APG certifique que el empleo de sus residuos sólidos urbanos se va a utilizar en la producción de biogás, dándole así la categoría de residuos reciclados, lo cual también va a descontar huella ecológica.

### *Biocarburantes*

Combustibles líquidos procedentes de cultivos vegetales. Constituyen una alternativa a los combustibles tradicionales en el área del transporte. El bioetanol es etanol producido a partir de cereales, remolacha o excedentes vinícolas. El biodiesel son ésteres metílicos de ácidos grasos obtenidos a partir de cultivos de alto contenido en grasa como el girasol o la colza. Se podría definir como un aceite vegetal aligerado. El concepto del uso del

aceite vegetal como carburante se remonta a 1895 cuando Rudolf Diesel desarrolló el primer motor diesel, el cual funcionaba con aceite vegetal.

Los procesos de transformación son bioquímicos: hidrólisis y fermentación alcohólica. Los hidratos de carbono dan azúcares por hidrólisis y estos dan etanol y agua por fermentación. El bioetanol se puede utilizar puro o mezclado con gasolina.

Los cultivos vegetales para biocombustibles permiten el desarrollo de la agricultura y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> si el crecimiento de biomasa iguala al consumo. Supone un importante potencial energético. Constituyen la única fuente de combustibles líquidos que pueden sustituir a los fósiles en el sector transporte: emisiones menos dañinas e independencia de importaciones. Finalmente, constituye una fuente de empleo tanto en la producción de biomasa como en la transformación y uso.

La potencia total instalada a finales del 2000 era de 223 MW. Algunas previsiones hablan de 1700 MW para el año 2010, así como 100.000 tep de biodiesel y 400.000 tep de etanol.

El biodiesel posee propiedades que lo convierten en un carburante diesel de alta tecnología:

- Proporciona una significativa mejora en la lubricación del motor con respecto al gasóleo convencional. Incluso añadido en porcentajes tan bajos como el 1%, el incremento en la lubricación es de hasta un 30%. Esto redundará en un alargamiento de la vida del motor.
- La molécula de biodiesel contiene hasta un 11% de oxígeno. Al ser un carburante oxigenado la combustión es más completa y limpia y se generan menos residuos en el motor.
- Tiene un alto índice de cetano en comparación con el gasóleo convencional lo que lo convierte en un carburante más idóneo para el motor diesel. El resultado es que el motor funciona más suavemente.
- No contiene azufre lo que le da ventaja sobre el más avanzado gasóleo ultrabajo en azufre y permite el uso de catalizadores adicionales además de no contaminar. Además se pueden enumerar otras propiedades tales como:
- Es el único carburante alternativo que funciona en cualquier motor diesel convencional sin necesidad de ninguna modificación. Además, puede ser almacenado en los mismos sitios que el gasóleo petrolífero y puede ser usado sólo o mezclado en cualquier proporción con el gasóleo petrolífero.
- No es peligroso de manejar ni de transportar puesto que es tan biodegradable como el azúcar, 10 veces menos tóxico que la sal de mesa, y además no es inflamable (su punto de inflamación es 150°C)
- Tiene un efecto detergente en el motor y en varios estudios se ha comprobado que incluso limpia los inyectores. Su efecto detergente lo ha llevado a ser utilizado como disolvente biológico para limpiar los efectos catastróficos de mareas negras como la del Erika en Bretaña.
- Al ser quemado en el motor, el biodiesel reemplaza el desagradable olor de los tubos de escape de los vehículos de gasóleo convencional, por el agradable olor a palomitas de maíz o patatas fritas.
- En cuanto a otras prestaciones de operación, como consumo de carburante, encendido, potencia y torque de motor, el biodiesel se puede equiparar a cualquier gasóleo bajo en azufre.

Las ventajas medioambientales de su uso son las siguientes:

- El biodiesel puede ser fabricado a partir de productos agrícolas y ganaderos, domésticos y renovables como al aceite de girasol, colza, o el sebo vacuno, y además también se puede producir a partir del reciclado de residuos grasos animales como los MER, y vegetales como el aceite de cocina usado, que es la materia prima empleada por BIONORTE. En este último caso el beneficio medioambiental es doble pues a las ventajas del uso del biodiesel se añade el hecho de que se evita el vertido de unos residuos contaminantes.
- El ciclo de producción y uso del biodiesel produce por término medio un 90% menos de emisiones de dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, pudiéndose alcanzar una reducción del 100%, es decir un balance neto nulo de emisión de CO<sub>2</sub> dependiendo de los métodos de cultivo y producción. La promoción del uso de biodiesel por tanto ayuda a cumplir los objetivos marcados por el Protocolo de Kyoto para cada estado. Además su combustión no produce emisiones de dióxido de azufre SO<sub>2</sub>, causante de la lluvia ácida, pues el biodiesel no contiene azufre.
- En comparación con el gasóleo petrolífero, la combustión de biodiesel puro reduce en un 90% la emisión de algunos hidrocarburos cancerígenos. También se reduce hasta un 83% la emisión de hollines causantes del humo negro y de un 50% de monóxido de carbono CO, en comparación con el gasóleo petrolífero. Con el biodiesel se produce una ligera disminución o incremento en los óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> dependiendo del tipo de motor y procedimiento de medida. Con base en los tests de Ames se puede decir que el uso de biodiesel asegura una reducción del 90% del riesgo de cáncer en lo que respecta a sus emisiones.
- Las bajas emisiones contaminantes del biodiesel lo convierten en un carburante ideal para su uso en áreas marinas y portuarias, parques nacionales y bosques protegidos, y ciudades muy contaminadas.

Como contrapartida, debe advertirse que en la actualidad no todos los motores están preparados para emplear biodiésel puro. La razón de realizar una mezcla con gasóleo convencional (EN590), radica en que los aceites vegetales tienen, entre otras cosas, la particularidad de disolver la goma y el caucho. Debido a que estos aceites vegetales son la materia prima para la fabricación del Biodiesel, dicho producto también disuelve la goma y el caucho, materiales empleados en la fabricación de los conductos y la juntas del sistema de alimentación de los vehículos (latiguillos o manguitos) por lo que con el uso prolongado de Biodiesel 100%, se podrían llegar a degradar dichos conductos, produciendo algún poro o pérdida de combustible en el caso de motores no preparados para su uso.

Analizado el mercado de fabricantes de automóviles, se concluye que, a mediados de 2005, sólo Peugeot garantizaba sus motores para el uso de biodiésel, siempre que se cumplan los estándares británicos para gasóleos y que se trate de un suministrador acreditado.

Como marco próximo para el uso de biodiesel debe tenerse en cuenta la Directiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2003, relativa al fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte. Esta Directiva debía haberse transpuesto a derecho a más tardar el 31 de diciembre de 2004, aunque en la fecha de redacción de este documento (marzo de 2005), aún no había sido transpuesta.

Las recomendaciones para la Autoridad Portuaria de Gijón son las siguientes:

El Puerto de Gijón cuenta con surtidor de gasóleo para uso interno y con otro en el Puerto deportivo para venta a particulares. Estos surtidores, en principio, podrían ser empleados tanto para la venta de mezcla gasóleo biodiésel como de biodiésel puro.

Así pues, en la APG puede ser utilizado en los vehículos que consumen diesel, a saber:

- 1 Galloper 4x4
- 1 Nissan Terrano 2 4x4
- 1 Land Rover FreeLander 4x4
- 3 Ford Fiesta
- 7 Renault Combi
- 2 Renault Cangoo
- 1 Furgoneta Mercedes
- 1 Camioneta Iveco
- 2 elevadoras Humsa y Clark

Esta actuación inicial se podría extender a:

- 1) La flota de vehículos diesel de la APG
- 2) La maquinaria empleada en las obras (palas, dragas....)
- 3) Las embarcaciones pesqueras y deportivas

Debido a los problemas que pueden aparecer en motores no preparados, se considera prudente emplear inicialmente suministrando una mezcla de biodiésel con gasóleo en una proporción 10/90 y sólo en el surtidor para uso de los vehículos del puerto. Esta proporción es la habitual en las gasolineras españolas que suministran biodiésel, aunque este ratio se debe más a razones de escasez de producción de biodiésel que a motivos técnicos (se podrían en principio emplear ratios de hasta 30/70). Debe tenerse en cuenta, no obstante, que esta mezcla por encima del 5% puede invalidar la garantía actual de los motores.

Con objeto de favorecer en el futuro el empleo de biodiésel, se aconseja también establecer una política de compras para los vehículos del puerto que garantice que puedan utilizar biodiésel en mayores proporciones, y manteniendo la cobertura de la garantía, con el objeto de que en un futuro todos los vehículos del puerto puedan repostar biodiésel puro o mezclado en altas proporciones con gasóleo convencional.

### **3. Ecoeficiencia de los materiales**

#### **3.1. Contabilidad de los materiales**

El desarrollo sostenible exige un perfecto conocimiento del consumo de materiales. La naturaleza no entiende de dinero sino de toneladas de madera consumidas, de papel, de mineral, de agua, etc. Cada persona de los países desarrollados consumimos varios miles de kilogramos de materiales al año (hasta 80 tn/cap/año en Alemania, según Lehmann, 1999), cerca de 1000 kg solamente de alimentos, y producimos otros 1000 kilogramos de basura por persona al año. Mucho más en las empresas. La implantación

de un sistema de contabilidad de los materiales exige la obligatoriedad de que todos los suministradores acompañen sus facturas de la composición y peso de los materiales que suministran. Estos datos deberán ser incorporados en una aplicación de compras apropiada que permita obtener estadísticas al final de año.

La implantación de una contabilidad de materiales será gradual y podrá comenzar por la contratación preferente de aquellos proveedores que acompañen sus entregas de los datos solicitados.

### **3.2. Buenas prácticas en las compras. Eco-etiquetas.**

Globalmente se propone introducir criterios de sostenibilidad en el sistema de compras (proveedores certificados, compra de productos “verdes”, análisis de mercados, eco-etiquetas, etc.). Como norma general cualquier suministro debe considerar el volumen de residuos, el efecto perjudicial de los materiales, la cantidad de materiales que pueden ser reciclados o la durabilidad del producto. Se recomienda introducirse en el conocimiento de los ciclos de vida de los productos.

Un enfoque basado en las prestaciones normalmente permite mayores posibilidades para la creatividad del mercado y en algunos casos reta al mercado a desarrollar soluciones técnicas innovadoras. Si se emplea este enfoque, no se necesita expresar en demasiado detalle las especificaciones técnicas.

Sin embargo, cuando se establecen especificaciones basadas en las prestaciones, se tiene que ser todavía más cuidadoso que cuando se establecen las especificaciones técnicas convencionales. Como las opciones disponibles en el mercado varían considerablemente, se debe asegurar que las especificaciones están suficientemente claras para permitir al mercado una adecuada evaluación.

La norma UNE 150301 de ecodiseño permite a las empresas certificadas controlar y mejorar sus aspectos ambientales, aumentando así su competitividad, y facilita la compra verde a clientes, Administración o consumidores. El ecodiseño permite introducir normas ambientales en el diseño de productos y servicios de modo que se consiga la reducción de los impactos ambientales en todas las fases del ciclo de vida de un producto (diseño, adquisición de materias primas o componentes, fabricación, venta, distribución, utilización y desecho).

Como la norma ISO 14001 va más dirigida a los procesos de fabricación y explotación, la norma UNE 150301 es un complemento que aumenta el compromiso de la empresa con el medio ambiente y garantiza al consumidor la elección. Cabe recordar también que una de las novedades de la Norma ISO 14001:2004 con respecto a la versión de 1996 es la mayor implicación en la gestión ambiental de la organización de los subcontratistas y proveedores, por lo que ambos objetivos son perfectamente compatibles.

De igual modo, otra herramienta que permite facilitar la compra verde al consumidor es la eco-etiqueta la cual certifica el cumplimiento de características ecológicas de los productos, haciéndolos menos impactantes para el medio ambiente. La Unión Europea promueve el uso de una *Etiqueta Ecológica Europea* que certifique las buenas prácticas ambientales de la amplia y creciente gama de productos elaborados con normas ecológicas y sostenibles. A primeros del año 2005 la Comisión Europea respaldó el uso

de la etiqueta ecológica en una serie de 21 tipos de productos, que 9 Estados Miembros venían fabricando desde 1992. Se engloban productos de todo tipo, como textiles, detergentes, electrodomésticos, papel, pinturas, barnices, ordenadores, etc. En España se ha concedido recientemente el primer distintivo (una firma de Elche para la fabricación de una línea de calzado ecológico), siguiendo los pasos de Francia o Dinamarca; Italia ya cuenta con cuatro firmas con el eco-distintivo y se espera que este mercado “verde” crezca de forma imparable, considerándose un importante factor de competitividad introducirse en el mismo.

Se ha desarrollado un amplio rango de eco-etiquetas para comunicar información de las credenciales medioambientales de un producto o servicio de modo estandarizado, con vistas a ayudar a los consumidores u otros negocios a seleccionar los productos o servicios más verdes.

Los criterios de las eco-etiquetas no se basan en un solo parámetro, sino más bien en estudios que analizan el impacto medioambiental de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida, con un enfoque “de la cuna a la sepultura”, basado en información científica válida. Esto provee de información útil del coste inherente del producto, desde la extracción de las materias primas en la etapa de pre-producción, a través de la producción y distribución, hasta la eliminación final.

Se puede utilizar la información de las eco etiquetas de diferentes formas:

- Ayudando a diseñar especificaciones técnicas para definir las características de los productos o servicios que se compran.
- Para comprobar la conformidad con esos requerimientos, aceptando la eco etiqueta como medio de prueba del cumplimiento de las especificaciones técnicas.
- Como punto de referencia frente al cual valorar ofertas en la etapa de adjudicación.
- Usando diferentes tipos de etiquetas para diferentes propósitos, por ejemplo, pueden ser útiles etiquetas de tema único para una aproximación paso a paso.

Sin embargo, no se puede nunca requerir a los oferentes estar registrados bajo una cierta eco-etiqueta. Dentro de las eco etiquetas pueden distinguirse varios tipos:

Las etiquetas públicas *multi-criterio* son el tipo más común de etiqueta y también el más usado en compra verde. Se basan en número de criterios de aceptación/rechazo que establece el estándar para la etiqueta de que se trate. Se establecen distintos conjuntos de criterios para cada grupo de productos o servicios abarcado. Estos criterios normalmente definen las prestaciones medioambientales que el producto puede alcanzar y puede también establecer estándares que aseguren que el producto es adecuado para su uso.

En el caso de la eco etiqueta de la Unión Europea, por ejemplo, los criterios para todos los grupos de productos y servicios, pueden ser copiados directamente de la página web de la eco etiqueta (<http://europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/>) a las especificaciones técnicas y criterios de elección.

Las etiquetas públicas de *tema único* son etiquetas que se refieren a un tema medioambiental particular, tal como el uso de la energía o los niveles de emisiones. Hay dos tipos distintos de etiquetas de tema único. El primer tipo se basa en uno o más criterios de aceptación/rechazo relacionados con un tema específico, por ejemplo,

eficiencia energética. Si un producto satisface estos criterios, entonces puede mostrar la etiqueta. Ejemplos de este tipo de etiqueta son la etiqueta orgánica de la EU y la etiqueta “Energy star” para equipos de oficina. El segundo tipo de etiqueta gradúa productos o servicios de acuerdo con sus prestaciones medioambientales para el tema de que se trate. Ejemplos de este segundo tipo son la etiqueta de energía de la UE, que gradúa electrodomésticos de acuerdo con su eficiencia energética, con una A1 más eficiente y G el menos eficiente.

Las etiquetas de tema único pueden ser muy útiles si se está siguiendo una aproximación paso a paso a la compra verde ya que permiten una mejora gradual. Emplear estándares de eficiencia energética puede ser un excelente primer paso hacia un programa de compra verde. Los diferentes grados permiten decidir fácilmente hasta dónde se quiere llegar.

#### *Compra de vehículos*

La renovación del parque de automóviles es frecuente, por lo que los vehículos deben precisar un mantenimiento mínimo para evitar sobreconsumos de origen mecánico. Más significativa que el mantenimiento resulta la elección del modelo a la hora de renovar los vehículos. Con relación a ello, debe tenerse en cuenta que el Real Decreto 837/2002 de 2 de agosto, incorpora la Directiva 1999/94/CE sobre etiquetado energético de los turismos nuevos al ordenamiento jurídico interno; el artículo 3 de este Real Decreto establece como obligatoria la colocación de una etiqueta con los datos oficiales de consumo de combustible y emisiones de CO<sub>2</sub> de forma claramente visible en cada modelo de turismo nuevo.

El Puerto de Gijón cuenta con un parque de 21 coches, 11 furgonetas, 1 camión, 2 camionetas, 1 carretilla y 1 dumper. La marca más representada es el Hyundai ATOS, con un total de 12 automóviles.

#### *Compra de ordenadores.*

En la actualidad, en la Unión Europea existen dos tipos de etiquetas de eficiencia energética para equipos ofimáticos, que tienen carácter voluntario y que sirven para informar sobre equipos de bajo consumo, la energy star y la GEEA.

La etiqueta americana Energy Star (Figura 8) ha sido adoptada por la Unión Europea como certificación energética oficial para monitores, ordenadores, sistemas operativos, escáneres, fotocopiadoras, impresoras y aparatos de fax.



Etiqueta Energy Star

**Figura 8. Etiqueta Energy Star**

Todos los equipos que disponen de la etiqueta Energy Star, disponen de características de ahorro de energía que les permite pasar a un estado de reposo mientras no está siendo utilizados, transcurrido un cierto tiempo. En este estado, el aparato consume mucha menos energía, lo cual genera un importante ahorro energético y por tanto económico, al tiempo que se alarga su vida útil, al evitar su desgaste.

El Group of Energy Efficiency Appliances (GEEA), es una agrupación que se creó en 1996, con el objeto de promocionar la eficiencia energética de determinados aparatos y equipos electrónicos y ofimáticos.

Esta agrupación, que integra entidades de 8 países, promueve la divulgación voluntaria de información relativa al consumo energético de los aparatos. Para ello ha creado la etiqueta GEEA (Figura 9), que se concede a aquellos aparatos con una eficiencia energética alta, sólo alcanzada por un 25% de los que están disponibles en el mercado. Los criterios que han de cumplir los aparatos se actualizan periódicamente.

**Figura 9. Etiqueta GEEA**

En la página web del GEEA (<http://www.efficient-appliances.org/Home.htm>), se puede encontrar información sobre los equipos que cuentan con la etiqueta ecológica. Dentro de los equipos de oficina, la lista abarca las categorías PC (unidad del sistema), monitor, impresora/multifunción, copiadoras, fax y scanner.

Como ejemplo se recogen en la Tabla 12 los criterios para la concesión de etiqueta GEEA para Ordenadores Personales.

**Tabla 12. Criterios para la concesión de la etiqueta GEEA para ordenadores personales**

| Categoría                        | Criterios   | Criterios válidos hasta |
|----------------------------------|---|-------------------------|
| Todos los ordenadores personales | El consumo de energía en modo off es 2 W o menos  | 31/12/2005              |
|                                  | El tiempo de espera por defecto hasta que el equipo pasa a modo sleep es 30 minutos o menos   | 31/12/2005              |
|                                  | El consumo de energía en modo reposo es 5 W o menos   | 31/12/2005              |
|                                  | El equipo debe incluir uno o más mecanismos para apagar el monitor. El tiempo de espera por defecto antes de que el ordenador apague el monitor en modo reposo es 30 minutos o menos. | 31/12/2005              |

### 3.3. Ecoeficiencia de los materiales de construcción

Especial consideración merecen los materiales de construcción. Según estudios previos realizados por la Autoridad Portuaria de Gijón (Doménech, 2004a), el impacto más significativo debido a los consumos, es el consumo de materiales debido a construcción, obras e infraestructuras, el cual equivale a 16.280 toneladas de CO<sub>2</sub>/año.

En consecuencia, creemos que la APG debe introducir criterios de sostenibilidad en sus proyectos constructivos, como primera medida a considerar. En el sector de la construcción se presta actualmente gran atención a lo que se ha denominado “construcción sostenible”. En este sentido, la Directiva 2002/91/CE sobre las prestaciones energéticas de los edificios obliga a los Estados Miembros a establecer requisitos mínimos de prestaciones energéticas para edificios nuevos y grandes edificios existentes sujetos a renovaciones importantes, y tendrá un efecto en la definición del objeto y de las especificaciones técnicas para los contratos de obra para la construcción o renovación de edificios. En España, ya se ha aprobado el nuevo Código Técnico de la Edificación, que asume la citada directiva, con exigencias en cuanto a limitación de la demanda energética, el rendimiento de las instalaciones térmicas, la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria y la contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

El recientemente creado Instituto de Bioconstrucción y Energías Renovables (IBER), que cada año recibe más consultas sobre la construcción sostenible, fundamenta su aplicación en los siguientes 5 pilares:

- La planificación
- Los efectos de la ecología del entorno sobre la construcción
- La utilización de recursos y materiales
- Los efectos sobre la salud
- Las repercusiones sociales del proyecto

La Unión Europea define construcción sostenible como el uso y/o promoción de materiales respetuosos con el medio ambiente, la eficiencia energética en edificios, y el manejo de la construcción y desechos de la demolición (Anónimo, 2003). Según García Navarro *et al.* (2004), de la Universidad Politécnica de Madrid (Departamento de Construcción y Vías Rurales), es el promotor el que tiene capacidad para establecer exigencias de sostenibilidad en las obras. La incorporación de criterios sostenibles en los Pliegos de Prescripciones Técnicas permite la adjudicación, contratación y ejecución de obras de infraestructuras garantizando la integración eficaz en el entorno. Estos autores llegan a las siguientes conclusiones:

- Las Comunidades Autónomas más avanzadas en la incorporación de criterios de sostenibilidad en la construcción son La Rioja, País Vasco y Navarra, mientras que las menos avanzadas son Canarias, Baleares, Cantabria y Andalucía.
- La mejor forma de avanzar en este sentido es mediante la incorporación progresiva de cláusulas de sostenibilidad en los pliegos de prescripciones técnicas de las obras públicas
- En cuanto al marco legislativo se constata una base legal muy completa para adoptar tales medidas de sostenibilidad
- En la mayor parte de las empresas del sector no parece haber conciencia, aun, de que la implantación de tales medidas (eficaces y poco costosas) redundarán en un aumento de la competitividad y en el aumento de beneficios económicos a corto plazo
- Se constata un gran esfuerzo en los estudios de impacto ambiental de las obras públicas, pero conviene actuar en el mismo sentido a lo largo de la vida útil de la infraestructura. Parece previsible la futura creación de equipos de vigilancia e inspección técnica de la infraestructura, como herramienta periódica de control y verificación de las necesarias labores de mantenimiento y conservación.
- La previsión de una transición hacia la sostenibilidad parece fundamentarse en los trabajos desarrollados por los organismos más avanzados en la materia (organismos relacionados con la normalización y estandarización, ISO, CEN, AENOR, etc.).

De hecho, el Ministerio de Fomento trabaja en un nuevo modelo de Pliego de Bases que primará las ofertas más ecológicas de sus obras. Aunque el documento todavía se encuentra en fase de estudio y de alegaciones con las principales patronales del sector de la construcción, existen ya algunas iniciativas consolidadas. Entre ellas, destaca el aumento de las exigencias de carácter medioambiental en la valoración de las ofertas técnicas. Según la propuesta inicial las medidas y actuaciones medioambientales se valorarán teniendo muy presente el uso y la procedencia de los materiales que se utilicen en sus obras. Uno de los criterios de valoración será que 'los materiales a utilizar por el licitador provengan de un proceso de reciclado o reutilización en más de un 50%. Para certificar el cumplimiento de este requisito será necesario un documento 'emitido por un laboratorio u organización que no forme parte del mismo grupo de empresas al que pertenece el oferente'. Para el sector, la apuesta por las fórmulas más respetuosas con el medio ambiente siempre es algo positivo pero advierte que esta nueva certificación

supondrá un sobrecoste. Otro criterio nuevo es que 'los materiales a utilizar por el licitador sean reutilizables o tengan un grado de reciclabilidad superior al 50%'.

En consecuencia, algunas de las medidas que la Autoridad Portuaria de Gijón podría incorporar a las nuevas obras y futuros planes expansivos, son las siguientes:

- Inclusión de la sostenibilidad entre los objetivos estratégicos del puerto. Incluir Evaluación de Impacto Estratégico en el Plan de Empresa
- Inclusión de cláusulas de sostenibilidad en todos los pliegos de bases y obras contratadas. Incluir niveles de exigencia medioambiental a contratistas (ISO 14001, control de la eficiencia de los materiales, minimización de uso de materiales, reciclado de residuos, etc.). Se recomienda incorporar el mismo modelo de Pliego que está elaborando el Ministerio de Fomento.
- Incluir normas de bioconstrucción en todas las obras contratadas por el puerto y en especial a las nuevas edificaciones:
  - Seguimiento energético desde la planificación (control del ciclo de vida del proyecto: planificación, ubicación, construcción, explotación y demolición).
  - Seguimiento y control de materiales durante todo el ciclo de vida (contabilidad de materiales)
  - Estudio de compensación del incremento de costes con el ahorro y ecoeficiencia. Con un correcto diseño, cualquier edificación puede ahorrar hasta un 50 % de energía durante la fase de explotación

#### **4. Ecoeficiencia en los servicios**

Para la contratación de cualquier tipo de servicio, el estudio de ecoeficiencia realizado propone aplicar las mismas normas señaladas para las compras de materiales. De igual modo, se debe poner atención al volumen de residuo que genera el contratista, el impacto de los productos que utiliza, la cantidad de materiales que va a reciclar, etc. (primar, en definitiva, a los contratistas que estén certificados o cuenten con un sistema de gestión medioambiental).

#### **5. Ecoeficiencia en la producción de desechos**

Tan importante como el ahorro en el consumo de recursos capaces de reducir la extensión de los ecosistemas productivos, es la reducción de desechos que también terminan por colapsar los mismos.

No hay que olvidar que existen hasta 60.000 productos incorporados a todo tipo de productos de uso doméstico (30.000 incluidas en el programa de registro, evaluación y autorización de químicos -REACH- de la Unión Europea), que no son considerados residuos, y que también producen huella ecológica. Esta puede llegar a ser evaluada bien a través del análisis del ciclo de vida del producto cuando está en uso, o bien en la fase de residuo cuando el producto ya ha sido desechado. Existe un importante campo

de investigación en este sentido el cual permitiría afinar y precisar la metodología de huella ecológica.

La producción de residuos sólidos de la APG suponen un 3,4 % de su huella ecológica y estimamos que, una vez incluidos los vertidos y las emisiones atmosféricas diferentes al CO<sub>2</sub> (una vez que la metodología nos permita incorporar estos últimos), dicha huella puede ascender hasta un 6% del total. Esta huella se debe reducir incrementando de forma gradual la reducción y reutilización de residuos (mediante la redacción de un manual y formación específica) y exigiendo el reciclaje a los gestores autorizados.

## **6. Ecoeficiencia en el uso del suelo**

Cualquier empresa necesita ocupar espacio para el desarrollo de su actividad, lo que es especialmente significativo en el caso de los puertos donde, además de necesitar amplias extensiones para albergar a las empresas concesionarias, se ocupan espacios tan sensibles como las zonas costeras. Los puertos, como el cualquier otra gran infraestructura, deberán considerar que el espacio libre ya no es tan extenso como antaño y que se deberá aprovechar al máximo el disponible. En este sentido, urge una adecuada planificación espacial que permita combinar el crecimiento económico con el equilibrio entre el suelo "sellado" o urbanizado y los espacios verdes o bio-productivos.

## **7. Ecoeficiencia en el consumo de recursos agropecuarios y pesqueros**

El consumo de estos recursos y la huella asociada a los mismos, muy considerable en otros sectores (hostelería, agroalimentación, etc.) no parece muy importante en los puertos, limitados a las comidas de empresa, vestuario, etc. Sin embargo, constituyen una huella muy importante a escala global y la racionalización del consumo (consumir productos con menos impacto, consumo justo, agricultura ecológica, pesca responsable, etc.) puede incluirse en los programas de sensibilización y educación ambiental, tanto del personal como de los usuarios o visitantes.

## **8. Ecoeficiencia en el consumo de recursos forestales y agua**

Más influencia tienen las corporaciones sobre los recursos forestales, tales como el papel o los derivados de la madera. Sobre el primero nos podemos remitir a la ecoeficiencia en la reducción de residuos ya comentada (las *tres erres*), y sobre el segundo, a la ecoeficiencia en las compras y en los servicios también comentados (compra de maderas certificadas).

Pero el principal recurso sobre el que los puertos tienen influencia y en el que se realiza un consumo muy considerable es el agua (asociado a los recursos forestales por la influencia de los bosques en su ciclo). El consumo de agua en el Puerto de Gijón se debe tanto al suministro a los buques y usuarios del Puerto, como a los propios usos: abastecimiento a los edificios de la Autoridad Portuaria, red contra incendios, red de riego de parvas de carbón, riego de jardines y riego de muelles o viales. Aparte de la eficiencia que se pueda lograr en cada uno de estos aspectos, cobra especial importancia, el control de las pérdidas ocasionadas en la red de distribución.

Además de la reducción de las pérdidas cabe otro enfoque para la eficiencia en la utilización del agua, y es la utilización de aguas pluviales para el riego de parques de materiales (particularmente, parques de carbones), en lugar de utilizar agua potable.

El consumo total en 2004, en El Musel, Aboño y Muelles de La Osa fue de 539.946 m<sup>3</sup>, y un consumo de 379.725 m<sup>3</sup> (entre consumo propio, consumo de terceros y buques) una diferencia entre en contador de entrada y los consumos parciales de 160.221 m<sup>3</sup>, con lo que las pérdidas suponen 160.221 m<sup>3</sup>, es decir un 31% (27% en 2003).

Como comparación, en Vitoria, con un sistema continuo de detección de fugas, a pesar de que la red es vieja, las pérdidas en 2003 fueron un 16%, en Alicante, en 1995 las pérdidas eran de un 14% y en Suiza las pérdidas suponen sólo un 6%. Naturalmente estos porcentajes se refieren a unas redes de distribución con una densidad distinta de la del Puerto de Gijón, por lo que parece más adecuado analizar las pérdidas por unidad de longitud y unidad de tiempo: con de red de unos 28 km, unas pérdidas de 160.221 m<sup>3</sup>/año suponen unas pérdidas de 16 m<sup>3</sup>/km/día.

El promedio oficial de pérdidas en redes de distribución, en 1996, era de 3,7 m<sup>3</sup>/km/día en los Länder occidentales de Alemania, de 4,2 m<sup>3</sup>/km/día en Francia, entre 3,77 y de 8,4 m<sup>3</sup>/km/día en Dinamarca, de 8,4 m<sup>3</sup>/km/día en Inglaterra y de 15,7 m<sup>3</sup>/km/día en Gales. Además, los homólogos franceses de la Confederaciones Hidrográficas (Agences de Bassin) han anunciado que dejarán de subvencionar obras de regulación hidráulica a los municipios, cuando sus niveles de pérdidas en la red superen los siguientes umbrales: 1.5-2.5 m<sup>3</sup>/km/día (para las zonas rurales); 3-5 m<sup>3</sup>/km/día (en zonas semi-rurales) y 7-10 m<sup>3</sup>/km/día (en zonas urbanas).

Las causas de estas pérdidas se atribuyen fundamentalmente a dos motivos: a) roturas accidentales durante las excavaciones para la realización de obras en el Puerto; b) roturas por sobrecargas en el Parque de Aboño, al discurrir la tubería bajo pilas de mineral

En el caso del Parque de Aboño, se dan otras circunstancias especiales:

- Se trata de tubería antigua de fibrocemento. Aunque está permitido que en conducciones este material se siga empleando hasta el final de su vida útil, su producción, comercialización e instalación ya está actualmente prohibida, por lo que se considera conveniente eliminar este material en los abastecimientos de agua. Esta modernización de tramos de red antiguos contribuiría a prevenir pérdidas.
- La tubería pasa dos veces por debajo de una cinta transportadora, lo que dificulta mucho las reparaciones de esta tubería cuando se producen roturas.
- En el túnel de Aboño, la tubería de agua discurre paralela y próxima a las de gas y electricidad, sin cumplir las distancias de seguridad adecuadas. Incluso a la salida de la tubería hay una válvula de agua en una arqueta de gas.

Las medidas básicas que se podrían tomar para reducir estas pérdidas son evitar roturas y disminuir la presión de servicio, aunque se descarta esta última medida en el caso del Puerto de Gijón, ya que los 6,5 –7 kg de presión de suministro son necesarios, entre

otros usos, para los hidrantes de la red contra incendios, que están distribuidos a lo largo de toda la red.

#### *Reducción de pérdidas por rotura.*

Se propone sustituir la tubería que abastece al Parque de Aboño por otra nueva, que discorra aérea en el túnel y en algunos otros puntos (adosada a muro), de forma que evite las pilas de mineral y las cintas y guarde las distancias adecuadas con el resto de servicios.

Otra de las vías posibles para reducir pérdidas por roturas es tratar de evitar las roturas accidentales por obras, exigiendo que los proyectos de obra tengan en cuenta rigurosamente los servicios afectados, manteniendo al día la información sobre los trazados de las tuberías de abastecimiento y exigiendo que en la ejecución de las obras se cuiden las interferencias con los servicios del Puerto.

También se aconseja contratar a empresas especializadas un estudio de la red, con detección de posibles fugas y un diagnóstico sobre la misma y sus posibilidades de mejora, lo que se puede acompañar de un aumento de los medios humanos y materiales para el mantenimiento de la red.

#### *Utilización de aguas pluviales para el riego de parques de material.*

En la actualidad se están dando dos circunstancias simultáneas en el Puerto de Gijón que admiten una solución común:

- Las aguas pluviales de puerto, que en la actualidad se vierten directamente al mar, y especialmente las de algunos muelles, pueden contener cantidades significativas de contaminantes, particularmente sólidos en suspensión.
- En algunos parques de materiales, y en concreto, en parques de carbones, se están utilizando cantidades importantes de agua potable para el riego de las pilas.

Una solución conjunta a estos dos aspectos es la recogida, almacenamiento y decantación de las aguas pluviales susceptibles de arrastrar sólidos en suspensión (canales perimetrales a los muelles), y la utilización de las aguas decantadas en el riego de pilas de material. Esta solución permitiría, además, paliar la contaminación de las aguas por barrido de partículas sedimentables en muelles y explanadas.

Se aconseja realizar un estudio específico sobre este punto, para poder comprobar su viabilidad y cuantificar costes y ahorros.

## **9. Inversión en capital natural**

Hasta ahora hemos hablado de lo que podemos ahorrar para reducir el consumo de recursos y de los residuos que podemos evitar, con el fin de reducir nuestra huella ecológica. Pero, ni el consumo de recursos se puede reducir a cero, ni tampoco la

generación de residuos. ¿Cómo alcanzar entonces una huella ecológica cero o impacto nulo?

La huella ecológica que ya no se puede reducir por ecoeficiencia disminuyendo el *debe*, hay que eliminarla incrementando el *haber*, esto es adquiriendo capital natural, sea en forma de bosques, cultivos, pastos o espacios acuáticos. Si nuestra actividad consume ecosistemas, es obvio que, si queremos ser sostenibles, deberemos reponerlos por otro lado.

Son muchas las organizaciones que ya incorporan espacios naturales en su haber y que venden derechos de CO<sub>2</sub> a cambio de la inversión en bosques u otros recursos naturales. En el caso de la Autoridad Portuaria de Gijón, se cuenta con un capital natural derivado del hecho de ser administradora de los espacios marítimo-terrestres propios de su competencia, si bien tal capital aun no ha sido suficientemente valorado. Se recomienda profundizar en la economía ambiental a fin de considerar los importantes beneficios indirectos de tales espacios (servicios ecológicos, absorción de CO<sub>2</sub>, dinámica marina, paisaje y ocio, pesca, creación de empleo, etc.).

En el estudio realizado se ofrecen varias ideas para invertir en capital natural (no incluidas aquí por falta de espacio), entre las que se encuentran la creación de un sumidero de CO<sub>2</sub> en tierra, en el que podrían invertir los miembros de la Comunidad Portuaria, o de un espacio marino protegido. En trabajos previos ya dimos cuenta de los beneficios ambientales y pesqueros que suponen las escolleras portuarias con respecto al resto de aguas, debido al “efecto arrecife” (Doménech, 2004a). Los puertos pueden implementar diversas medidas para incrementar aun más la productividad de las aguas de su competencia, con los beneficios consiguientes para el sector pesquero y otros sectores locales.

## **10. Huella social y Responsabilidad Social Corporativa**

Como ya se ha dicho, la sostenibilidad no solo proviene de lo económico y de lo ambiental, sino también del aspecto social. Son numerosas ya las empresas que han considerado la esencia de la responsabilidad social corporativa (RSC): devolver a la sociedad parte de la riqueza generada gracias a ella. Desde los estudios efectuados por la APG creemos que la RSC debe abordarse a tres niveles: en su dimensión corporativa, en su dimensión local y en su dimensión global.

La dimensión corporativa es la que actualmente se está abordando en casi todas las empresas, resultando una labor que, aunque encomiable y siempre mejorable, viene siendo abordada desde antaño por los sindicatos. Son numerosas las actuaciones que, al provenir del conjunto de la empresa e impulsada por la misma Dirección, se están introduciendo en las empresas, como la flexibilidad horaria y el teletrabajo, las mejoras en la situación laboral de la mujer (desde contrataciones favorables hasta apoyos contra los malos tratos, etc.), y sobre todo, la preocupación de la empresa por la estabilidad familiar de los empleados (integración de la vida laboral con la vida familiar).

Creemos que está por llegar (y que llegará en breve) la dimensión local y la dimensión global de la RSC, correspondiendo la primera a la creación de empleo local (ciudad, región, nación), a través de la innovación, la creatividad o la cooperación entre diferentes organizaciones (transporte y cabotaje de corta distancia sostenible, GIZC-ICZM o gestión

integrada de zonas costeras, sinergias puerto comercial, pesquero y deportivo, etc.) y, el segundo, a la creación de empleo global a través de la cooperación al desarrollo.

Se recomienda la financiación de proyectos de desarrollo a través de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto, en los cuales se puede cumplir el doble objetivo de compensar emisiones de CO<sub>2</sub> y de creación de empleo (aprovechamiento de zonas forestales, por ejemplo) en países desfavorecidos. El estudio realizado sugiere, por lo tanto, que, siendo Gijón uno de los primeros municipios en alcanzar el 0,7% de sus presupuestos para el desarrollo, y siendo Asturias una de las pocas regiones que ha logrado implantar un salario social básico (con muchos inmigrantes como beneficiarios directos), la APG sea una de las primeras corporaciones asturianas en aportar un 0,7 % de su presupuesto a proyectos de desarrollo. Puede contemplarse la creación de una Fundación, desde Puertos del Estado, para que todo el sector portuario español pueda canalizar sus futuros proyectos globales de responsabilidad social corporativa.

### **Conclusiones**

Para cumplir los objetivos de ecoeficiencia europeos (*Green Paper*, etc.) o españoles (PER, "E4", etc.), y aspirar así a un equilibrio sostenible, las empresas y organizaciones deben incorporar planes de sostenibilidad que formen parte de la estrategia empresarial.

La Autoridad Portuaria de Gijón propone una sostenibilidad total basada en el objetivo "cero carbono", capaz de eliminar por completo las emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> que se producen en el curso de la actividad portuaria. En este estudio se han detectado 10 actuaciones fundamentales de ecoeficiencia con los objetivos y propuestas de actuación que, resumidamente, se muestra en la Tabla 13.

| <b>Tabla 13. Actuaciones de ecoeficiencia para la sostenibilidad total en puertos</b> |  |  |
|---|--|--|
| <b>Sector</b>   | <b>Objetivo APG</b>  | <b>Actuaciones</b>   |
| 1. Ecoeficiencia de la energía eléctrica  | Evitar la emisión de 5.040 tCO <sub>2</sub> /año                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Implantar energía eólica, solar y oleaje</li> <li>➤ Compra de "energía verde"</li> <li>➤ Iluminación exterior con energía solar</li> <li>➤ Energía solar en naves y tinglados (puertos, ZAL y puertos secos)</li> <li>➤ Manual de Buenas Prácticas (bombillas de bajo consumo, etc.)</li> <li>➤ I+D sinergia puertos-energía</li> </ul>   |
| 2. Ecoeficiencia de los Combustibles  | Evitar la emisión de 676 tCO <sub>2</sub> /año   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Utilizar biocombustibles para uso propio</li> <li>➤ Fomentar biocombustibles entre usuarios</li> <li>➤ Promover biocombustibles en obras (introducir en pliegos contratación)</li> </ul>  |
| 3. Ecoeficiencia de los materiales  | Evitar la emisión de 20.317 tCO <sub>2</sub> /año                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Contabilidad de los materiales</li> <li>➤ Pliegos de contratación de obras</li> <li>➤ Concursos de proveedores (certificados)</li> <li>➤ Compra materiales "verdes" o con etiqueta ecológica (1)</li> <li>➤ Promover la huella como eco-etiqueta</li> <li>➤ Promover el cemento ecológico</li> <li>➤ Reducir la intensidad de las compras (antes alquilar que comprar)</li> </ul> |
| 4. Ecoeficiencia en los servicios   | Evitar la emisión de 786 tCO <sub>2</sub> /año   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Proveedores certificados</li> <li>➤ Proveedores con productos "verdes"</li> </ul>   |
| 5. Ecoeficiencia en la reducción de desechos  | Evitar la emisión de 1.143 tCO <sub>2</sub> /año                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aplicar aspectos 3 y 4</li> <li>➤ "Tres erres" propia</li> <li>➤ Exigir "tres erres" a proveedores</li> <li>➤ Promover "tres erres" entre clientes o usuarios</li> </ul>  |
| 6. Ecoeficiencia en el uso del suelo  | Equilibrio entre el suelo "sellado" / suelo bio-productivo                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Eficacia en la ordenación de espacios</li> <li>➤ Zonas verdes y arboladas</li> <li>➤ Invertir en capital natural</li> </ul>   |
| 7. Ecoeficiencia en el uso de recursos agropecuarios y pesqueros                      | Evitar la emisión de 410 tCO <sub>2</sub> /año   | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Programas de sensibilización (más salud con menos carne)</li> <li>➤ Consumir productos ecológicos</li> </ul>  |
| 8. Ecoeficiencia en el uso de recursos forestales y agua                              | Evitar la emisión de 2.113 tCO <sub>2</sub> /año                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reciclaje del papel</li> <li>➤ Comprar maderas certificadas</li> <li>➤ Manual de buenas prácticas</li> <li>➤ Recogida de pluviales para riegos</li> <li>➤ Reducir las pérdidas de agua en redes</li> </ul>  |
| 9. Inversión en capital natural   | Compensar las emisiones que no se puedan evitar por eco-eficiencia                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Zonas verdes y arboladas</li> <li>➤ Forestación en faros</li> <li>➤ "Efecto arrecife" y "efecto reserva" en aguas portuarias</li> <li>➤ Sumidero de CO<sub>2</sub> (industria portuaria)</li> <li>➤ Alianzas estratégicas para la sostenibil.</li> </ul>  |
| 10. Inversión en capital social a través de la RSC                                    | Compensar emisiones a través de proyectos mixtos MDL (mecanismos de desarrollo limpio) | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Añadir la dimensión global, a la local</li> <li>➤ 0,7% para cooperación al desarrollo</li> <li>➤ Fundación portuaria para la RSC</li> <li>➤ Alianzas estratégicas para la sostenibilidad y el empleo (SSS, ICZM, etc..)</li> <li>➤ La <i>huella social</i> como indicador de sostenibilidad (Doménech, 2006a)</li> </ul>  |

(1) Todo producto puede ser "verde" o ecológico, en porcentaje variable, solo con que su poseedor aplique alguna de las 10 medidas de eco-eficiencia de la Tabla.

## Bibliographic

- Anónimo, 2003. *Sustainable building and construction: facts and figures*. United Nations Environment Programme (UNEP). Vol. 26 (2-3), april-sept, 2003.
- Anónimo, 2005. *Report on the Green Paper on Energy. Four years of European Initiatives*. European Communities: 19 pp.
- Bravo, C. 2005. El debate nuclear. *Green* 3/05: 24-25
- Cohen, J. 2005. Tendencias demográficas. *Investigación y Ciencia* (350): 10-17
- Doménech, J.L. 2004a. Huella ecológica portuaria y desarrollo sostenible. *Puertos* (114): 26-31
- Doménech, J.L. 2004b. La huella ecológica empresarial: el caso del puerto de Gijón. *Actas del VII Congreso Nacional de Medio Ambiente*. 22-26 Nov., 2004. Madrid. CD-ROM: 8 pp.
- Doménech, J.L., 2006a. *Huella social* y desarrollo sostenible. Segundo Encuentro Internacional sobre pobreza, desigualdad y convergencia. *Universidad de Málaga; Grupo eumed.net*. 25 pp.
- Doménech, J.L. 2006b. Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa. Terceros Encuentros Internacionales sobre desarrollo sostenible y población. *Universidad de Málaga; Grupo eumed.net*. 45 pp.
- García, J., Bravo, J., de la Llana, R. y Maestro, L. 2004. Implantación de criterios sostenibles en los pliegos de contratación de obras públicas de infraestructura. *Actas del VII Congreso Nacional de Medio Ambiente* (Madrid, noviembre 2004). CD-ROM: 17 pp.
- García, J.L. y Cantero, A. 2005. *Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular*. Greenpeace España: 35 pp.
- Lehmann, H. 1999. La agenda pendiente para los nuevos escenarios. Ecoeficiencia. En *Ecoeficiencia, los negocios en el próximo milenio*. Fundación Entorno. Madrid: 29-33.
- Rees, W. & Wackernagel, M. 1996. *Our ecological footprint. Reducing human impact on Earth*. New Society Publishers. Canadá: 160 pp.