



Tesis de Grado
Ingeniería Industrial

Construcciones Ecológicas y Casas Autosustentables

Autor: Matías E. Cortina

Legajo: 46.024

Tutor: Ing. Felix Jonas

-2011-

Agradecimientos:

A mis padres, por darme la posibilidad de realizar mis estudios en esta prestigiosa institución;

A mis abuelos y hermanos, por brindarme su apoyo incondicionalmente;

A mis compañeros, por las experiencias vividas durante estos años;

A mis amigos, por estar siempre a mi lado;

A los profesores y a mi tutor el Ing. Felix Jonas, por compartir conmigo sus conocimientos.



RESUMEN EJECUTIVO

La idea principal de este proyecto es presentarle al lector una guía detallada para la construcción sustentable y/o la construcción de casas autosustentables. En el mercado actual existen diversas metodologías que les permiten a los usuarios hacer un mejor uso de la energía que se consume en las viviendas, así como tecnologías que les permiten lograr un ahorro significativo del uso del agua. A su vez existen actualmente numerosas alternativas para la generación de energía renovable. Sumando estas diversas tecnologías es que la utopía de la casa autosustentable se convierte en una realidad.

En una primera instancia, dada la alta crisis habitacional mundial, se presenta una nueva forma innovadora para la construcción de viviendas populares. Con este nuevo método, se busca romper con la falacia de que las viviendas populares deben ser tan económicas que su desarrollo implique la precariedad. El método constructivo presentado en este primer capítulo difiere principalmente del método tradicional de construcción en uno de los ingredientes que hacen a la mezcla del hormigón. Este sistema sustituye los áridos de la mezcla por pumicita, que no es otra cosa que roca volcánica. Este hormigón, llamado hormigón pómez, tiene ciertas ventajas competitivas frente al hormigón tradicional que justificaron su elección para la vivienda popular.

Dado que la idea de este trabajo es presentar alternativas para una construcción más amigable con el medio ambiente, en el segundo capítulo se considera y analiza el impacto ambiental del hormigón y las principales alternativas para la reducción del impacto del mismo.

El tercer capítulo comienza con la idea principal de este trabajo, ya que se presentan la mayoría de las tecnologías o métodos existentes en el mercado para lograr el ahorro de energía. Básicamente se podrá encontrar una descripción completa de estos métodos, que incluyen *el Aislamiento Térmico, la Cogeneración, la Distribución y Transferencia de Calor, la Iluminación de Edificios y otros*, y los principales ahorros energéticos que conllevan su utilización. Finalmente se presenta una alternativa para la construcción de la Casa Energéticamente Optimizada, que se logra principalmente con una correcta integración de las diferentes tecnologías antes mencionadas.

A continuación, y siguiendo con la idea del ahorro, se presenta en el capítulo siguiente algunas de las alternativas existentes para el uso sustentable del agua. Este ahorro se obtiene mediante el uso de *Economizadores, el Reciclaje de Aguas Grises, el Aprovechamiento de Aguas Pluviales y el Tratamiento de Aguas Residuales*. Estos métodos permiten principalmente la reutilización del agua, logrando que el consumo de agua potable de la vivienda se vea reducido.



Por último, se presentan las principales alternativas vigentes para la generación de energías renovables. Como ser *la Energía Eólica, la Energía Fotovoltaica, la Bioenergía, la Energía Hidroeléctrica, etc.*, así como sus principios operativos y sus principales perspectivas para su utilización.



ABSTRACT

The main idea of this project is to present the reader a detailed guide for the sustainable construction and/or the self-sustainable home construction. In today's market there are various methodologies that enable users to make better use of energy consumed in homes as well as technologies that enable them to achieve significant savings in water use. In turn there are now numerous alternatives for generating renewable energy. Adding these various technologies is that the utopia of self-sustaining home becomes a reality.

In a first instance, given the high global housing crisis, it is presented a new innovative way to build housing. With this new method, it is intended to break with the fallacy that popular housing should be so economic that its development involves insecurity. The construction method presented in this first chapter mainly differs from the traditional method of construction in one of the ingredients that make the concrete mix. This system replaced aggregates by pumicita mix, which is nothing other than volcanic rock. This concrete, pumice concrete called, has certain competitive advantages compared to traditional concrete justified their choice for housing.

Since the idea of this project is to present alternatives for building more friendly to the environment, in the second chapter it will be consider and analyzes the environmental impact of concrete and the main alternatives to reduce this impact.

The third chapter starts with the main idea of this work, since there are presented the most technologies or methods on the market to achieve energy savings. Basically it can be find a complete description of these methods, which include *Thermal Insulation, Cogeneration, Distribution and Transfer of Heat, Lighting of Buildings and others*, and the major energy savings inherent to such use. Finally it is present an alternative for the construction of the House Energy-Optimized, which is mainly achieved with a correct integration of the different technologies mentioned above.

Then, following the idea of saving, it is presented in the following chapter some of the alternatives for the sustainable use of water. This saving is achieved through the use of *Economizers, the Gray Water Recycling, the Use of Rainwater and Wastewater Treatment*. These methods primarily allow the reuse of water, achieving a reduction in the drinking water consumption of the house.

Finally, we present the main alternatives in renewable energy generation. As being *Wind Energy, Photovoltaic Energy, Bioenergy, Hydropower, etc.*, as well as its operating principles and main perspectives for use.

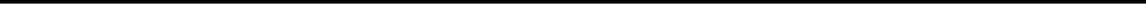




TABLA DE CONTENIDOS

1. CONSTRUCCIÓN VIVIENDA POPULAR.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Diseño Proyecto Básico	2
1.3. Guía de Factores	4
1.4. Instalación de Agua Fría y Caliente.....	4
1.5. Instalación de Gas	5
1.6. Instalación Eléctrica.....	6
1.7. Instalación de Cloacas o Alcantarillado.....	7
2. IMPACTO AMBIENTAL	9
2.1. La reducción del impacto ambiental de los hormigones.....	9
2.2. Impacto ambiental de los hormigones	10
2.2.1. <i>Sugerencias para reducir el impacto ambiental</i>	12
2.2.2. <i>Conservación de los agregados</i>	12
2.2.3. <i>Conservación del agua</i>	13
2.2.4. <i>Durabilidad del hormigón</i>	14
2.2.5. <i>Un modelo para el futuro</i>	15
2.3. Acción del Agua de Mar	16
2.4. Ataque por Ácido	16
2.4.1. <i>Determinación Del Concreto Por Agua de Mar</i>	16
2.5. Carbonatación	17
2.6. Ataque de Agentes Biológicos.....	17
2.6.1. <i>Caso de Tuberías de Desagües</i>	17
2.6.2. <i>Productos Industriales</i>	18
2.6.3. <i>Medidas de Prevención</i>	18
2.7. Las Cenizas	18
2.7.1. <i>Las Cenizas de la Leña</i>	19
2.7.2. <i>Las Cenizas del Carbón</i>	19
2.7.3. <i>Las Cenizas y La Salud</i>	19
2.7.4. <i>Uso del Rockash para Cemento</i>	19
3. MÉTODOS PARA OPTIMIZAR EL USO DE ENERGÍA	21
3.1. Introducción	21
3.2. Tecnología de Potencia Calorífica	22
3.3. Aislamiento Térmico	24
3.3.1. <i>Potenciales de Ahorro</i>	25
3.3.2. <i>Técnicas de Aislamiento</i>	26
3.3.3. <i>Normativas especiales en Alemania:</i>	29
3.4. Cogeneración	30
3.5. Casas de baja energía y casas pasivas.....	32



3.6.	Distribución y transferencia de calor	34
3.7.	Iluminación de edificios	36
3.8.	Tecnología de climatización ambiental.....	37
3.8.1.	<i>Recuperación de calor</i>	38
3.8.2.	<i>Refrigeración solar</i>	38
3.9.	La Combinación Óptima de Tecnologías de Edificios.....	39
3.9.1.	<i>Algunos ejemplos:</i>	39
3.9.2.	<i>Utilización de Energía Solar Térmica</i>	39
4.	MÉTODOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA	43
4.1.	Introducción	43
4.2.	Ahorro de Agua.....	43
4.2.1.	<i>Reciclaje de Aguas Grises</i>	43
4.2.2.	<i>Tratamiento de aguas residuales</i>	44
4.2.3.	<i>Aprovechamiento de las Aguas Pluviales</i>	46
4.2.4.	<i>Economizadores de Agua</i>	48
5.	ENERGÍAS RENOVABLES	51
5.1.	Introducción	51
5.2.	Energías renovables.....	55
5.2.1.	<i>Energías renovables – La energía del futuro</i>	55
5.2.2.	<i>Energías renovables - Garantizando la producción de energía</i>	56
5.2.3.	<i>Energías renovables - Mitigando del cambio climático</i>	58
5.3.	Energía eólica.....	59
5.3.1.	<i>La industria eólica acelera la obtención de energía</i>	59
5.3.2.	<i>Principio operativo</i>	61
5.3.3.	<i>La eólica terrestre</i>	62
5.3.4.	<i>La eólica marina</i>	64
5.4.	Fotovoltaica.....	67
5.4.1.	<i>Energía solar</i>	67
5.4.2.	<i>Energía solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica</i>	68
5.4.3.	<i>Abastecimiento sostenible de agua en las zonas rurales</i>	70
5.4.4.	<i>Sistemas solares para el hogar</i>	71
5.4.5.	<i>Suministro de energía y sistemas híbridos en zonas rurales</i>	72
5.4.6.	<i>Aplicaciones para sistemas sin conexión a la red eléctrica</i>	73
5.5.	Solar térmica	75
5.5.1.	<i>Calor solar</i>	75
5.5.2.	<i>Agua caliente y calefacción</i>	77
5.5.3.	<i>Refrigeración solar</i>	79
5.5.4.	<i>Centrales eléctricas que funcionan con energía térmica solar</i>	80
5.6.	Bioenergía	82
5.6.1.	<i>La diversidad de bioenergía</i>	82
5.6.2.	<i>Generación de calor y energía mediante biomasa sólida</i>	83



5.6.3.	<i>Biogas – electricidad y calor producidos a partir de biogas</i>	84
5.6.4.	<i>Biocombustibles líquidos</i>	86
5.7.	Energía hidroeléctrica	88
5.7.1.	<i>Utilizar la energía del agua</i>	88
5.7.2.	<i>Electricidad procedente de la energía hidráulica</i>	90
5.8.	Energía geotérmica	92
5.8.1.	<i>Utilizando el calor de la tierra</i>	92
5.8.2.	<i>Calor y energía geotérmicos</i>	94
6.	CONCLUSIÓN	97
7.	ANEXOS	99
7.1.	Plano Tentativo Vivienda Diseño Proyecto Básico	99
7.2.	Porcentaje Ahorro Energía Hormigón Pómez	100
7.3.	Casa E de BASF	104
8.	GLOSARIO	105
9.	BIBLIOGRAFÍA	107





1. CONSTRUCCIÓN VIVIENDA POPULAR

1.1. Introducción

Empezaremos analizando el “porque” creo necesario este proyecto.

PROBLEMA:

Nadie puede dejar de reconocer que ante el crecimiento de la humanidad un problema que se arrastra desde el pasado, es la crisis habitacional. Fiel reflejo de este problema es observar tanto en los países desarrollados (crecimiento de la inmigración) como en los países subdesarrollados el permanente incremento de asentamientos precarios de grupos de personas, independientemente del nombre propio que en cada país o región se le otorgue: villa miseria, cantegril, etc. Lamentablemente al presente y basados en erróneos conceptos seudo populistas muchos gobiernos han enfocado falaces soluciones proponiendo planes de vivienda, los cuales por la precariedad de los materiales utilizados, la utilización de sobrepagos injustificados, u otras prebendas terminaron no aportando solución alguna del problema original.

A esto debe sumarse factores totalmente ajenos al manejo humano, como por ejemplo los terremotos recientemente sufridos en los países de Haití y Chile, donde estos eventos arrasaron de plano con poblaciones/ciudades enteras ante la precariedad de las viviendas populares oportunamente construidas.

En base a lo expuesto podemos definir que necesitamos maximizar la cantidad de ítems a tener en cuenta en este estudio optimizando una ecuación que permita involucrar a gran mayoría de todos ellos, buscando optimizar la construcción de viviendas dignas para sus ocupantes, económicas, y al mismo tiempo lo suficientemente resistentes para enfrentar el paso del tiempo por un periodo mínimo razonable y soportando las inclemencias naturales.

Como primer approach podemos definir la misión de este proyecto:

“Ante el permanente crecimiento de la humanidad será necesario contar día a día con mayor cantidad de ofertas de viviendas que deberán construirse optimizando el uso de materiales que maximicen la calidad de una vivienda digna ante la cada vez menor oferta de recursos energéticos no renovables”.

Adicionalmente podemos mencionar nuestra visión:

“Debemos acabar con la falacia de que una vivienda popular debe ser tan económica que cuyo desarrollo implique precariedad”.



Es de común conocimiento que el planeta está sufriendo un cambio climático, a causa de la mala utilización de los recursos naturales. Siendo la construcción uno de los rubros industriales más atrasados en lo que a cuidado ecológico se refiere.

Por lo antes mencionado se le dedicará un capítulo a la presentación de nuevas tecnologías que tienen como fin común el cuidado del medio ambiente. En este capítulo se podrán encontrar nuevas alternativas de aislamiento térmico y aberturas para edificaciones, como equipos que permiten reducir el consumo de agua, utilizando/recuperando el agua de lluvia.

A su vez se presentará un capítulo donde se podrán encontrar la mayoría de las alternativas para la generación de energía renovable, como puede ser la energía solar, la energía eólica, etc.

1.2. Diseño Proyecto Básico

Si bien la guía aquí desarrollada podrá aplicarse a cualquier tipo de proyecto, por simplicidad lo aplicaremos a una vivienda tipo que constará de dos dormitorios, baño/sanitario completo y un estar confortable con cocina tipo kitchenette o integrada (Ver en el ANEXO plano proyectado de la vivienda). El sistema constructivo analizado para cualquiera de estos proyectos es el denominado hormigón pómez de la empresa Acerart[®] el cual esta basado en dos conceptos principales.

- 1- Estructura portante de perfiles de acero galvanizado que componen la forma y la estructura de la vivienda con diagramación triangular que le otorgan a la misma fortaleza y resistencia antisísmica.
- 2- Todo hormigón básicamente lleva como componente cemento, áridos (canto rodado y arena), agua y barras de acero.

El hormigón pómez en concreto utiliza cemento, la estructura de acero mencionada en 1-, agua, y los áridos son remplazados por la utilización de pumicita, que no es otra cosa que piedra volcánica de granulometría preestablecida que otorga al hormigón similares características de resistencia que el hormigón convencional, pero extraordinarios beneficios como ser:

- a) Menor peso específico que hace que la estructura sea mucho más liviana.
- b) La porosidad de la piedra volcánica hace que esta aporte un gradiente térmico superior, un gradiente acústico superior.
- c) Material ignifugo.

Adicionalmente se debe destacar la gran cantidad de roca volcánica disponible, siendo este un material totalmente ignifugo, inocuo, que no atrae insectos y antibacteriano, **garantizando una mayor vida útil de las viviendas construidas con este material.**



Este proyecto busca presentar una solución a la crisis habitacional, que termine con la falacia de que una vivienda popular tiene que ser precaria. Por esta razón es que se descarto la madera como material de construcción, y se opto por el concreto.

En la siguiente tabla se puede observar, de forma comparativa, las cualidades del hormigón convencional, del hormigón pómez y de la mampostería de ladrillo prensado.

PROPIEDADES	MATERIAL		
	H° Áridos	H° Pómez	Mampostería Ladrillo Prensado
Transmisión Térmica [K = Kcal. * m / m ² * h * °C]	0,9	0,23 a 0,25	0,4
Transmisión Acústica [DB] para Frecuencia 1000 [ciclos/seg.]	0,02	17 a 18	0,04
Densidad [Kg. / m ³]	2400 a 2700	1400 a 1600	1700
Resistencia a la Rotura por Compresión [Kg. / cm ²]	150 a 500	80 a 210	60 a 140
Costos Materiales componentes [\$/ m ³] en Provincia de Bs. As. (Enero 2011)	547,83	251,75	790,00

Tabla 1.2.a Propiedades Materiales

Como se puede observar en la tabla, el Hormigón Pómez de Acerart[®] presenta las mejores cualidades, siendo una de las más importantes, teniendo en cuenta el impacto ambiental futuro, la mejor aislación térmica que minimiza la pérdida energética ante el intercambio ambiente exterior / interior.

Debido a esta mejor aislación térmica es que utilizando este método de construcción se puede llegar a obtener un ahorro de energía, frente a otros métodos de construcción del orden del 33% al 235% (Ver en el ANEXO porcentaje ahorro energía hormigón pómez). A su vez vale la pena mencionar que el costo de construcción de viviendas con el mencionado sistema constructivo, puede llegar hasta el 40% de ahorro en dólares, respecto al sistema tradicional.

Por estas razones, es que se propone como método de construcción el método de Acerart[®] con Hormigón Pómez.



1.3. Guía de Factores

Analizado el problema y seleccionado el material tipo a ser utilizado detallaremos a continuación distintos factores que deben ser tenidos en cuenta al momento de compatibilizar construcciones habitacionales dignas y sustentables con la optimización de medios energéticos renovables y mas económicos en el largo plazo.

Es necesario destacar que en ningún momento se pondera la participación de los distintos factores y tampoco se puede certificar que los mismos sean todos los que posiblemente afecten al proyecto.

- 1- Orientación Geográfica: de ser posible se deberá contar para cada ubicación con datos estadísticos históricos de factores climáticos (puesta y salida del sol, orientación cardinal de aberturas, vientos, lluvias, etc.) tanto rutinarios como excepcionales.
- 2- Forma y Volumen: la forma de la vivienda será básica teniendo en cuenta las condiciones mínimas de comodidad para sus ocupantes y conociendo que el material constructivo utilizado permite la aplicación de cualquier producto de terminación que se considere adecuado para cada lugar como ser: pinturas base, pinturas convencionales, refuerzos pinturas aislantes, revestimientos varios, etc. Tanto de aplicación exterior e interior y minimizando la utilización de materiales aislantes, los cuales de por si tienen costos nunca despreciables.

Respecto del volumen el mismo será el resultado de las medidas mínimas antes citadas que permitan la confortabilidad de los ocupantes de la vivienda y si se podrá jugar con el tamaño y la orientación de las aberturas a fin de balancear un uso óptimo de la iluminación, ventilación y aislación naturales del habitad interior.

1.4. Instalación de Agua Fría y Caliente

Para las instalaciones de agua fría y caliente se utilizarán ductos de polipropileno (PPL) del tipo fabricado por coextrusión, combinando el polipropileno con fibras de vidrio, aditivos específicos y/o polipropileno copolímero Random más aluminio. Se utilizarán uniones por fusión para asegurar su estanqueidad o sino del tipo Accua Systems o similar de termofusión.

Los diámetros de las cañerías serán determinados en base a las pérdidas de carga del recorrido del agua. Es conveniente asegurarse que de estar las cañerías apoyadas sobre metales, estas deberán estar aisladas de las corrientes parásitas. Para ello se deberá colocar un cobertor aislante (Ej.: membrana asfáltica). El recorrido de las instalaciones de agua fría, como caliente, deberá ser estudiado buscando el menor recorrido y con las menores interferencias posibles. Como alternativa se podrá diseñar la cañería volcándose en un plano de isometría para observar y llevar a la práctica las instalaciones



horizontales y/o verticales suspendidas, con el propósito de facilitar su armado previamente, colocándolo en taller o fábrica.

En el diseño de la cañería se deberá considerar lo siguiente:

- a) Pérdidas de carga por resistencia continuas, siguiendo el monograma de Hazen y Williams.
- b) Pérdidas de carga por resistencia localizadas tales como cambios de dirección, de sección, reducciones de diámetros, pasos de agua por grifos, llaves de paso, etc.
- c) Comportamientos de las cañerías ante sollicitaciones térmicas ya sea de contracción o dilatación en tuberías de agua fría o caliente. En las zonas dónde la temperatura descienda a menos de 0 °C se aconseja colocarle un cobertor de espuma de polietileno, color blanco, con estructura celular cerrada, totalmente impermeable al agua y al vapor y muy baja conductibilidad térmica y con cubierta de aluminio, lográndose así más tiempo para el congelamiento del agua. Al congelarse el agua, ésta aumenta el volumen en un 4 a 5 %. Éste aumento de volumen trae como consecuencia la rotura de las tuberías sino se las protege de las bajas temperaturas.
- d) La presión nominal de servicio de las cañerías deberá rondar los 10 Kg./cm². La cañería deberá verificar su estanqueidad, solicitándola a presión barométrica durante un plazo no menor de 24 horas corridas.

1.5. Instalación de Gas

Las cañerías de gas deberán ser dispuestas de tal manera que su recorrido sea el menor posible y con el menor riesgo de producir accidentes ulteriores.

Para el cálculo de la cañería, se debe tener en cuenta el consumo promedio de cada artefacto: cocina 10.000 Kcal./h; calefón 20.000 Kcal./h; estufas tiro balanceado 3.000/5.000 Kcal./h. A partir del consumo total de Kcal./h se podrá calcular la instalación necesaria.

Las cañerías y accesorios deben estar revestidas con revestimientos con aprobación integral según normas gubernamentales (en nuestro país se trata de expediente de ENARGAS N° 414/94 o ente similar). En general los revestimientos en caños y accesorios de acero negro para instalaciones domiciliarias son del tipo epoxi. Las ventilaciones de artefactos deben estar sujetas a la reglamentación vigente. Se colocarán dos ventilaciones, una inferior y otra superior de 25 x 25 cm de sección como mínimo, en la/s zona/s dónde se instale/n la/s estufa/s.

Una vez concluida la instalación de gas deberá verificarse su estanqueidad a una presión de aire medida en manómetro de 0,500 Kg. /cm² durante 6 horas como mínimo.



1.6. Instalación Eléctrica

La instalación eléctrica deberá ser diseñada en forma reglamentaria, siguiendo las normas e instrucciones Municipales, EPRE u organismos similares.

Los caños serán de acero rígido o Tipo Conduit de PVC rígido, tipo semipesado para los de acero con designación IRAM R13 y R16 para caños de designación comercial 5/8", 3/4" respectivamente. Las características técnicas de los caños de acero semipesado deben ser:

- a) Espesor de pared 1,80 +/- 0,12 mm para ambos diámetros de caños.
- b) Peso nominal debe ser de 589 gr./m para el caño de 5/8" de diámetro y 790 gr./m para el caño de 3/4" de diámetro.

Los conductores en instalaciones domiciliarias, serán del tipo unipolar de cobre recubierto con aislación de PVC que soportan hasta 400 voltios de corriente alterna y una temperatura de 60 °C. La resistencia de los conductores de cobre no podrá ser mayor de 17,84 Ohm por kilómetro de longitud y de 1 mm² de sección a la temperatura de 20 °C.

Las cajas de las llaves, tomas y de registros se fijarán a la estructura mediante soldaduras o tornillos Hilti para el caso de cajas plásticas con caños PVC rígidos. Serán dispuestas de tal manera que cumplan con las alturas reglamentarias y la disposición correcta, para que no haya problemas cuando se coloquen las llaves, tomas, etc.

Las uniones de caños con cajas se efectuarán con tuercas y boquillas de aluminio o plásticas en las zonas de cubierta y con conectores metálicos cincados o plásticos en las zonas de las paredes.

Para la instalación de la jabalina de puesta a tierra, se procederá a efectuar excavación de 1,50 m de profundidad por 0,40 m de diámetro. En su interior se colocará la jabalina de cobre o caños cincados, clavándose en el fondo de la excavación. Se rellenará el pozo de la excavación con carbonilla o turba en casi toda su altura, para asegurar una constante humedad alrededor de la jabalina. En la parte superior de la jabalina deberá preverse una caja de hormigón con una tapa de calcáreo de 20 x 20 cm. de dimensiones, a fines que periódicamente se retire el calcáreo y se eche agua en su interior para asegurar la zona alrededor de la jabalina esté siempre húmeda. Deberá asegurarse una resistencia eléctrica máxima de 10 Ohm. Los conductores para puestas a tierra, deben ser de cobre y estar debidamente protegidos contra deterioros mecánicos y químicos. Siendo la sección mínima para instalaciones fijas de 4 mm² y para instalaciones portátiles de 1,5 mm².



Se instalarán elementos de protección de las instalaciones y de los artefactos eléctricos tales como térmicas y disyuntores diferenciales, que se encuentren aprobados y cumplan con las normas IRAM.

Antes de solicitarse la inspección final deberá mantenerse la instalación eléctrica con energía en todos sus centros y tomas durante un plazo de prueba de 24 horas como mínimo.

1.7. Instalación de Cloacas o Alcantarillado

Las instalaciones de cloacas o alcantarillado se ejecutarán con caños y accesorios íntegramente de Polipropileno, unidos por o´ring de doble labio, previamente bien limpios, libres de grasas y suciedad, para después colocarle solución deslizante. Estas instalaciones poseen 50 años de garantía, y están aprobadas por normas IRAM 13476 – ISO 7671 y por certificado ISO 9002.

Los diámetros proyectados de la totalidad de las cañerías, están basados en la práctica y la reglamentación vigente de cada municipio o reglamentos al respecto.

Nunca deben calentarse las cañerías para construir una unión o cambio de dirección, ya que el material pierde resistencia al recalentarlo, generando probables pérdidas de líquidos cloacales en esas zonas.

Los caños y accesorios de Polipropileno no se rompen, no se tapan, no se corroen y no se ablandan.

La prueba de estanqueidad deberá realizarse antes de tapar las cañerías. Esta prueba debe ajustar con agua fría a presión barométrica.





2. IMPACTO AMBIENTAL

2.1. La reducción del impacto ambiental de los hormigones.

El hormigón en general puede ser durable y ambientalmente amistoso.

Antes de tratar el impacto ambiental del hormigón, es útil tener una comprensión general de cómo los problemas ambientales se relacionan con las distintas elecciones tecnológicas. Se supone que el daño ambiental (D) es una función de tres factores interrelacionados que se expresan matemáticamente mediante:

$$D = f(P \times I \times W)$$

Siendo P, la población; I, un índice del crecimiento industrial y urbano, y W un indicador del grado al cual una cultura promueve el consumo con residuos de los recursos naturales.

Las emisiones de CO₂ de una proyección exponencial y no sostenible durante el siglo 21 se basaron en la estimación del incremento de la población de 6 a 9 billones, el crecimiento correspondiente en el desarrollo industrial y la urbanización que resultaría en tres cuartos de los habitantes de la tierra viviendo en comunidades urbanas, y suponiendo poco o ningún cambio en el patrón de consumo con residuos de recursos naturales hoy en día. Como (W) tiene un efecto multiplicador sobre el daño ambiental, se puede manejar el grado de daño controlando este factor. Para hacerlo, se deben examinar los modelos económicos corrientes y las elecciones tecnológicas que promueven el consumo de residuos de los materiales naturales y productos manufacturados.

Hawken y sus colaboradores comentan que solamente el 6% del flujo global de materiales, algo así como 500 billones de toneladas a año, realmente finalizan en los productos deseados mientras que la mayor parte de los materiales vírgenes se devuelve al medio ambiente en la forma de residuos sólidos, líquidos y gaseosos perjudiciales.

Obviamente, un serio retroceso de la tecnología y el modelo económico moderno es que los métodos usados para el desarrollo industrial durante los pasados 200 años no tuvieron en cuenta un punto de vista del largo plazo u holístico del impacto de los sub-productos no deseados provenientes de la industria. Entonces, mientras debería haber sido solo aparente a partir del sentido común, estamos aprendiendo ahora de la dura experiencia que, en un mundo finito el modelo de crecimiento ilimitado, el uso irrestricto de recursos naturales, y la contaminación incontrolada del medio ambiente es finalmente una receta para la autodestrucción planetaria.



Los autores predicen una nueva revolución industrial basada en una mentalidad muy diferente que la del capitalismo convencional. Una suposición del nuevo capitalismo que denominan “capitalismo natural”, es que el medio ambiente no es un factor menor de la producción sino más bien un recipiente que contiene, aprovisiona, y sostiene a la economía en su conjunto. Los aumentos radicales en la productividad de los recursos o la eficiencia de los materiales serían las características claves del “capitalismo natural” al rediseñar el comercio para lograr una economía sustentable. Durante los últimos dos siglos desde la Revolución Industrial, el énfasis se puso sobre la productividad del trabajo porque el stock global de materiales naturales era abundante y el medio ambiental era saludable. Ahora que la población es abundante y se ha empezado a tener en cuenta los recursos renovables y vemos que el medio ambiente necesita una curación, los incrementos radicales en la productividad de los recursos tendrán que transformarse en la piedra fundamental del negocio exitoso. El uso de materiales en forma más eficiente trae aparejado tres beneficios:

- 1) desacelera la disminución de los recursos en la entrada de la cadena;
- 2) disminuye la contaminación en la salida;
- 3) provee una base segura para el incremento del empleo en el mundo.

Hawken y los co-autores basan el movimiento hacia la productividad en el Club Factor Diez. Este club consiste de un grupo de científicos, economistas y hombres de negocios quienes en 1994, llamaron por un incremento en la productividad de los recursos para revertir el impacto ecológico y social del uso de la energía y los materiales con residuos. La declaración del Club Factor Diez comenzó con estas palabras: **“Dentro de una generación, las naciones pueden lograr un incremento de un décimo en la eficiencia con lo cual ellos usan energía, recursos naturales y otros materiales”**. En los años siguientes, el Factor Diez (un a reducción del 90% en intensidad de energía y materiales) y el Factor Cuatro (una reducción del 75%) han entrado en el vocabulario de los planificadores de gobiernos, académicos y gente de negocios de todo el mundo. Esta aproximación ha sido confirmada por la Unión Europea como el nuevo paradigma para el Desarrollo Sustentable. Se sugiere que la minimización del uso de materiales, la maximización de la durabilidad del producto y la reducción del costo de mantenimiento incrementará no solamente la satisfacción del usuario y el valor del producto, sino también el beneficio de la empresa de negocios. Cuando ambos, productores y consumidores hayan adquirido un interés en mejorar la productividad del recurso, se protegerán los ecosistemas del mundo.

2.2. Impacto ambiental de los hormigones

Antes de entrar directamente en este análisis, es necesario destacar que para optimizar tiempos sintaxis de la presentación, se resumirán los desarrollos de los distintos factores



a fin de no confundir la presente con una exposición química detallada de los mismos y se deja constancia de los documentos, trabajos de consultaría correspondiente.

La producción mundial anual de cemento de 1,6 billones de toneladas ocasiona aproximadamente el 7% de la carga total de dióxido de carbono en la atmósfera. El cemento Portland, el principal cemento hidráulico en uso en la actualidad, no es solamente uno de los materiales mas energo intensivos de la construcción sino también responsable de una gran cantidad de gases de efecto invernadero. La producción de 1 tonelada de cemento Portland requiere aproximadamente 4 GJ de energía, y su fabricación libera aproximadamente 1 tonelada de dióxido de carbono a la atmósfera. Las grandes cantidades de extracción de materias primas tales como caliza y arcilla, y el combustible como el carbón, a menudo resultan en una deforestación extensiva y pérdida de suelo superficial.

El hormigón común contiene aproximadamente un 12% de cemento y 80% de agregados en masa. Esto significa que globalmente, para hacer el hormigón, se están consumiendo arena, grava y roca triturada a una velocidad de 10 a 11 billones de toneladas por año. Las operaciones de extracción, procesado y transporte que involucran tales cantidades de agregado consumen a su vez, cantidades considerables de energía, y afectan adversamente la ecología en las áreas forestadas y lechos de ríos. La industria del hormigón también emplea grandes cantidades de agua: el requerimiento de agua de mezclado solamente es de aproximadamente 1 trillón de litros, cada año. Aun así, no hay estimaciones confiables, pero se conoce que grandes cantidades de agua son usadas para el lavado en la industria del hormigón elaborado.

Además de los tres componentes primarios, esto es, cemento, agregados, y agua, se incorporan numerosos aditivos químicos y minerales a las mezclas de hormigón. Ellos también representan enormes entradas de energía y materiales en el producto final.

Adicionalmente, qué podríamos decir del pastón, el mezclado, el transporte, la colocación, la consolidación y la terminación del hormigón? Todas estas operaciones son energo – intensivas. Los combustibles fósiles son el recurso primario de energía, y el público esta debatiendo seriamente los costos ambientales asociados con el empleo de combustibles fósiles.

Finalmente, la falta de materiales durables también tiene serias consecuencias ambientales. El incremento de la vida de servicio de los productos es una solución a largo plazo y de fácil solución para preservar los recursos naturales de la tierra. Las estructuras de hormigón están generalmente diseñadas para una vida en servicio de 50 años, pero la experiencia muestra que en ambientes costeros y urbanos muchas estructuras comienzan a deteriorarse en 20 a 30 años o aún menos tiempo.



En Abril de 1999 la edición del ASCE News, de la American Society of Civil Engineers dio a la infraestructura de la nación un grado promedio de D y estimó que se necesitarían U\$S 1,3 trillones para resolver los problemas. El costo para reparar o reemplazar varios miles de apoyos de puentes de hormigón solamente sería de U\$S 80 billones, mientras que los fondos federales anuales presentes con este propósito son aproximadamente U\$S 5 o U\$S 6 billones. Considerando las restricciones de fondos, se ha sugerido que en el futuro las estructuras sea diseñadas y construidas para una vida en servicio de cómo mínimo 100 a 120 años, y los puentes principales en medio urbanos deberían tener por lo menos 150 años de vida útil. La tendencia hacia la infraestructura de diseño basada en el costo del ciclo de vida no solamente maximizará el retorno de capital disponible sino también el de los recursos naturales disponibles.

La necesidad para reducir el impacto ambiental del hormigón se reconoce en un reciente informe del Consejo de Desarrollo Estratégico. Como una versión abreviada del informe, “**Visión 2030: Una Visión para la Industria del Hormigón Americana**” se publico en Concrete International, de Marzo de 2001.

De acuerdo con este informe, los tecnólogos del hormigón se enfrentan con el diseño de conducir el desarrollo futuro, de forma pareja al cuidado de la calidad del medio ambiente mientras que proyecten al hormigón como un material de construcción elegible. El compromiso público deberá ser responsablemente dirigido, considerando el cambio climático resultante de la concentración en aumento de los gases de calentamiento global.

2.2.1. Sugerencias para reducir el impacto ambiental

El impacto ambiental de la industria del hormigón se puede reducir a través de la productividad de los recursos conservando materiales y energía para la fabricación del hormigón y mejorando la durabilidad de sus productos. La tarea es casi un desafío pero se puede lograr si se la persigue diligentemente.

Para examinar cómo la industria del hormigón tendrá que reestructurarse cuando el paradigma de los negocios desplace su énfasis de una cultura de aceleración a una cultura de productividad de los recursos, se dividen los impactos ambientales de la práctica moderna de la construcción de hormigón en varias categorías que se tratan separadamente.

2.2.2. Conservación de los agregados

En Norte América, Europa y Japón alrededor de las dos terceras partes de los residuos de la construcción y demolición consisten de polvo de hormigón antiguo o albañilería. Esto presenta una gran oportunidad para la industria del hormigón de mejorar productividad de recursos usando agregado de grueso obtenido de los residuos de la



construcción y demolición. En muchas partes del mundo, se pueden procesar arenas limpias y residuos de minería para usar como agregado fino. El hormigón reciclado, en algunos casos, se está usando como relleno de carreteras, pero está en un ciclo negativo en el sentido que el agregado virgen continúa siendo usado para hacer nuevo hormigón.

Se ha estimado que la generación anual mundial de polvo de hormigón y de albañilería es de aproximadamente 1 billón de toneladas. En este momento, se están usando solamente pequeñas cantidades de agregados obtenidas de hormigón reciclado y de albañilería. Debido a consideraciones ambientales y al alto costo de la disposición de los residuos, sin embargo, la mayor parte de los países de Europa han establecido objetivos a corto plazo que apuntan a reciclar entre el 50 y el 90 % de los residuos de la construcción y la demolición disponibles.

2.2.3. Conservación del agua

Por ahora, el agua está disponible en forma abundante en casi todos lados, y se está usando libremente para todos los fines de la industria del hormigón. De hecho, los códigos de práctica de la construcción recomiendan rutinariamente el uso de agua potable para el mezclado y el curado del hormigón. Pero ahora, la situación ha cambiado. Se ha informado que el agua se está volviendo cada vez más escasa cada día.

Aunque hay una determinada cantidad de agua sobre la tierra, menos del 3% es limpia y casi la mayor parte de ésta se encuentra en los glaciares de rápida fusión y en capas de hielo, o está demasiado profunda en la tierra para recuperarla. En informes de prensa recientes, el gobierno de la India expresó una profunda preocupación sobre el futuro recorte del agua en el país porque, debido al calentamiento global, los glaciares del Himalaya, que son el recurso principal de agua de los ríos de la India, se han reducido sensiblemente durante los últimos dos años.

Debido a las necesidades crecientes de la agricultura, urbana e industrial, los niveles de agua en cada continente están cayendo. La contaminación creciente del agua de los ríos, lagos y corrientes compone el problema. Se ha sugerido que con el agua, como con la energía, la única solución práctica a gran escala es usar los recursos que tenemos en la forma más eficiente. Lamentablemente se comete el mismo error con el agua como con la energía. Se consumen los recursos de agua no renovables rápidamente y se busca más agua todavía.

Como uno de los más grandes consumidores de agua, es imperativo para la industria del hormigón usarla más eficientemente. Además de los 100 l/m³ aproximadamente usados en el mezclado del hormigón, se malgasta mucha agua en el proceso de lavado de equipos y demás. El requerimiento global de agua de mezclado anual es de 1 trillón de litros que se pueden reducir a la mitad mediante una buena granulometría de los agregados y expandiendo fundamentalmente el uso de aditivos y súper plastificantes.



También debemos preguntarnos: ¿Por qué la industria usa agua municipal de bebida para el mezclado del hormigón? La mayoría de las aguas industriales recicladas o aún las naturales ligeramente saladas son adecuadas para hacer hormigón, siempre que se las pruebe mediante ensayos.

2.2.4. Durabilidad del hormigón

Además de las etapas señaladas, el mejoramiento de la durabilidad del hormigón presenta una solución de alto nivel y una ventaja mayor al mejorar la productividad del recurso de la industria del hormigón. Por ejemplo, la productividad del recurso de la industria del hormigón saltará por un factor de 10 si se construyen más estructuras de elementos de hormigón que duren 500 años en lugar de 50.

¿Por qué las modernas estructuras de hormigón armado a veces empiezan a deteriorarse en 20 años o menos, mientras que hay edificios y murallones hechos de hormigón romano sin armadura que continúan estando en buena condición después de casi 2000 años?

Principalmente debido a que las mezclas actuales del hormigón de cemento Portland son altamente propensas a la fisuración y por eso se vuelven permeables durante el servicio. La armadura de acero empotrada en el hormigón permeable se corroe fácilmente, provocando el deterioro progresivo de la estructura. Hoy, la práctica de la construcción, orientada por una cultura de velocidades de construcción aceleradas, usa hormigón que contiene una cantidad relativamente grande de cemento Portland de alta resistencia inicial. En consecuencia, la extensibilidad o resistencia a la fisuración de los hormigones modernos es pobre debido a la alta resistencia a la tracción inducida por demasiada contracción temprana y contracción por secado, y demasiado baja relajación por creep.

El cemento Romano, típicamente una mezcla de cal hidratada y cenizas volcánicas, produjo un producto de hidratación homogéneo que fragua y endurece lentamente pero era termodinámicamente más estable que el producto de hidratación de cemento Portland moderno. También, los hormigones Romanos se hicieron con mucha menos agua y, comparados con el hormigón actual, fueron menos propensos a la fisuración y por lo tanto altamente durables. Claramente, si la durabilidad y la sustentabilidad son objetivos importantes, la práctica de la construcción corriente y los códigos de la práctica recomendada deben sufrir un desplazamiento de paradigma para lograr las estructuras de hormigón libres de fisuras con preferencia a las altas velocidades de construcción. De hecho, la tecnología está disponible con cementos Portland de endurecimiento mas lento que contienen 50 a 60 % de cenizas volcánicas o escoria granulada de alto horno.



Malhotra, Langley y Leaman han descrito dosificaciones de mezclas, propiedades y aplicaciones de mezclas de hormigón súper plastificados con altos volúmenes de cenizas volantes. Si el contenido de agua mezclado y los materiales cementicios totales en el hormigón son reducidos posteriormente con la ayuda de un súper plastificante, es posible eliminar todos o casi la mayor parte de la contracción y fisuración, y produce un hormigón más durable.

Mehta y Langley describieron la construcción de una fundación grande, libre de fisuras, monolítica, diseñada para durar como mínimo 1000 años. Para un templo de piedra que esta bajo construcción en Kauai, una isla en el Océano Pacífico aproximadamente a 4000 Km. al oeste de los EE.UU. continentales, el propietario quiso una fundación libre de fisuras compuesta de dos losas de hormigón monolíticas, sin armadura, independientes, cada uno de 36 x 17 x 0,61 m. para producir esencialmente un hormigón que estaría libre de esfuerzos de contracción significativos, era necesario controlar la contracción térmica y por secado mediante la reducción radial del contenido de cemento Portland y agua.

Cuando se inspeccionaron finalmente, casi 2 años después de la construcción, el examen cuidadoso de las superficies de hormigón expuestas no mostró evidencia alguna de fisuración. La investigación microestructural del hormigón extraído de la losa en ensayo confirmó, que a diferencia del hormigón de cemento Portland tradicional, el producto de hidratación del sistema con algún volumen de cenizas volantes era mucho mas homogéneo y bien ligado, cumpliendo un pre-requisito para la resistencia a la fisuración y durabilidad a largo plazo.

2.2.5. Un modelo para el futuro

Diez años atrás, Idorn predijo que el hormigón de durabilidad certificada, de largo plazo, adaptado a los requisitos de comportamiento, se transformaría en un elemento básico en el desarrollo de políticas de recursos – economía en todo el mundo. Su predicción se está cumpliendo. El sistema de hormigón de alto volumen en cenizas provee un modelo para el futuro de fabricar mezclas de hormigón que se contraigan y fisuren menos, y sería mucho más durable y un recurso mas eficiente que el hormigón de cemento Portland convencional.

Sin duda, el mayor desafío que la industria del hormigón enfrenta durante el siglo 21 es lograr un patrón sustentable de crecimiento. La tarea es formidable pero las ideas y ejemplos citados muestran que se logran siempre que haya desplazamiento del paradigma de la cultura de las velocidades aceleradas de construcción.

Finalmente, se puede citar al poeta alemán Goethe: “El saber no es suficiente, debemos practicar; el deseo no es suficiente, debemos actuar”.



2.3. Acción del Agua de Mar

La acción del agua de mar en el concreto ha sido materia de numerosas investigaciones y trabajos, desde el inicio del siglo. Existe una tendencia que considera el ataque del agua de mar como un fenómeno bien definido y homogéneo. Pese a ello, es conveniente tener en cuenta la multiplicidad de factores incidentes, como es la variación del clima, la presencia de factores mecánicos como la erosión y la acción de las mareas, que modifican las condiciones de inmersión, aparte de los actores biológicos.

Puede asegurarse que la acción del agua de mar difiere a la acción conjunta o independiente de los sulfatos que contiene. Como en otros casos, la durabilidad del concreto se asegura por su buena compacidad. En este sentido, en las investigaciones que se realizan, resulta esencial definir la porosidad del cemento y del concreto, sea la abierta y total, la dimensión y geometría de los poros y la distribución granulométrica.

En todo caso para una mejor apreciación del problema, es conveniente separarlo según el estado de inacción de los elementos del concreto.

En inmersión total al ataque es fundamentalmente químico por acción de sulfatos y cloruros. En inmersión alternada o semi-inmersión el ataque es de carácter físico y químico debido a la acción mecánica de las olas, al fenómeno de la contracción y evaporación alternada que lleva la fisuración en la zona de marea.

2.4. Ataque por Ácido

Los ácidos atacan las bases y las sales básicas formadas por la hidratación del cemento, deteriorándolo por la formación de sales solubles y procesos de disolución que eliminan el hidróxido de sodio. Los parámetros que gobiernan el ataque estrictamente ácido, equivalen a decir el valor del Ph.

La gran influencia del Ph, es la razón por la cual se puede estimar que las aguas ácidas de reducido Ph, menor a 4.5, atacan fuertemente los concretos. También tienen incidencia factores como ser la velocidad de difusión y de llenado de los vacíos intersticiales, especialmente si esta acción se produce bajo presión.

2.4.1. Determinación Del Concreto Por Agua de Mar

Los ácidos orgánicos tienen una actividad menos predecible que la de los ácidos inorgánicos, por ejemplo, el ácido oxálico, que forma una sal de calcio casi insoluble no tiene efecto sobre los concretos de cemento Portland, mientras que el ácido acético, el cual forma una sal de calcio soluble, es muy perjudicial. El ácido láctico, que se encuentra en las leches agrias, ataca al concreto y ha causado deterioro de pisos y secadores en las lecherías y plantas de fabricación de mantequilla y queso. El ácido



butírico que también es producto de la rancidez puede asociarse con el ácido láctico y se piensa que tiene un efecto perjudicial similar.

2.5. Carbonatación

La carbonatación comprende todos los fenómenos que resultan de la acción del dióxido de carbono sobre la pasta de cemento o el concreto, ella actúa sobre los constituyentes anhidros o hidratados del cemento, neutralizando su basicidad.

Si bien el óxido de calcio es el componente hidratado más sensible del cemento a la carbonatación, esta también actúa sobre los silicatos cálcicos hidratados.

La carbonatación del concreto depende de numerosos parámetros internos o externos.

La velocidad de penetración de la carbonatación es materia de varias formulas. Una de ellas se expresa en la siguiente relación:

$$t = k \cdot x^2$$

Siendo “t” el tiempo que requiere la carbonatación del concreto en una profundidad “x”, siendo “k” una constante de acuerdo a las características del concreto.

La velocidad de la carbonatación esta además en razón directa con la humedad del concreto y la humedad relativa del entorno.

La carbonatación puede tener un aspecto beneficioso de protección en concreto, como sucede en los elementos marítimos inmersos. Sin embargo, tiene efectos negativos, pues es un factor muy importante en la corrosión de las barras de refuerzo y en la contracción y fisuración del concreto.

2.6. Ataque de Agentes Biológicos

Los agentes biológicos que pueden actuar sobre el concreto generando un deterioro de orden químico, son diferentes tipos de microorganismos: bacterias, hongos y líquenes, estos últimos en cuanto forman colonias de tamaño microscópico. El desarreglo que generan es superficial y sólo se produce en concretos carbonatados, húmedos, cuya superficie se encuentra sucia o ha acumulado materia orgánica que sustente su crecimiento. El ataque no es directo sino por la acción química del metabolismo.

2.6.1. Caso de Tuberías de Desagües

La destrucción de concreto en los sistemas de alcantarillado tiene un origen bacterial, debido al ácido sulfúrico que producen ciertas bacterias cuando el oxígeno que se encuentra en la tubería tiende a agotarse. En este caso los organismos anaeróbicos reducen los sulfatos y compuestos orgánicos sulfurados del desagüe a sulfuro de



hidrogeno y sulfuros orgánico volátiles que atacan la superficie interior de las tuberías de concreto, suprimiendo la adherencia entre la pasta y el agregado.

Las soluciones abarcan el uso de bactericidas, el incremento de la ventilación o inyección de oxígeno, la adición de cal para elevar el Ph o finalmente la limpieza periódica.

2.6.2. Productos Industriales

Los azúcares se encuentran en variedad de vegetales que constituyen insumos industriales. Los azúcares atacan el concreto formando sales de calcio denominadas sacaratos, con el hidróxido de calcio de la pasta, originando la ruptura de la fase de silicatos y la pérdida de resistencias.

El número de sustancias químicas industriales es muy amplio. El ACI ha efectuado un estado comentado de más de 200 sustancias químicas que se encuentran en la industria en la publicación “A Guide to the Use of Waterproofing, Dampproofing, Protective, and Decorative Barrier Systems for Concrete”.

2.6.3. Medidas de Prevención

El CEMBUREAU ha preparado dos tablas con recomendaciones para el empleo del concreto en medios agresivos. En una de ellas clasifica el grado de ataque de aguas y suelos sobre el concreto, considerando un estado de inmersión permanente. El grado de ataque químico se determina por el análisis de la muestra o el suelo obtenido en el sitio.

En otro cuadro se dan las recomendaciones para el diseño del concreto de acuerdo al grado de ataque previsible. Estos valores deben ser considerados en todos los casos como valores de referencia. Por ejemplo el dosaje mínimo de cemento corresponde a un agregado tamaño máximo de 30 mm., por lo que se estima prudente una variación inversamente proporcional a una modificación del tamaño.

OC: Cemento Ordinario; SRC: Cemento resistente a los sulfatos.

Nota: Los cementos resistentes a los sulfatos, son denominados de manera particular en cada país.

2.7. Las Cenizas

Las cenizas representan la fracción no combustible de un material, y están integradas por minerales como cal (CaO), sílice (SiO₂), alúmina (Al₂O₃), óxido férrico (Fe₂O₃), magnesia (MgO) y trazas de metales.



Las cenizas no se incineran porque están integradas por minerales no combustibles y cuando son mezcladas con materiales calcáreos reciben el nombre de rockash o roca de ceniza.

2.7.1. Las Cenizas de la Leña

Los dominicanos están familiarizados con las cenizas, porque en el pasado la mayoría de los hogares dominicanos utilizaba leña para cocer los alimentos, liberando abundante cantidad de cenizas, fruto de que la leña contiene los minerales metálicos y no metálicos que el árbol absorbió del suelo durante su crecimiento.

2.7.2. Las Cenizas del Carbón

Cuando el carbón vegetal o el carbón mineral son incinerados producen cenizas muy finas, fruto de que todos los carbones contienen minerales precedentes de los árboles que le dieron origen, ya que el carbón vegetal se produce a través de la combustión incompleta de los árboles, mientras que el carbón mineral se produce a través de un proceso de fosilización de árboles sepultados hace millones de años, lo que da un alto poder calorífico que permite su utilización en plantas térmicas.

2.7.3. Las Cenizas y La Salud

Debido a la gran finura de sus partículas, las cenizas pueden ser fácilmente levantadas y transportadas por el viento, pudiendo acarrear serios problemas respiratorios a las poblaciones cercanas, razón por la cual es usual almacenar las cenizas en depósitos cerrados, pero si hay la necesidad de almacenarlas al aire libre es preciso humedecerlas para que se aglutinen con las partículas vecinas, y al tener mayor peso sea imposible que el viento las levante y transporte. Del mismo modo, si las cenizas son depositadas en un suelo altamente permeable, las lluvias caídas sobre el depósito de cenizas pueden lavar parte de los elementos nocivos y arrastrarlos hasta el nivel freático, contaminando las aguas subterráneas, lo que siempre trata de evitarse.

La Agencia para la Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA), que en enero de 1980 las excluyó de la lista de desechos peligrosos, y trece años después de la lista de desechos peligrosos regulados, advierte sobre la contaminación ambiental que pueden originar si son mal manejadas y establece que esas cenizas deben depositarse en un suelo totalmente impermeable o almacenarse herméticamente.

2.7.4. Uso del Rockash para Cemento

La mejor forma de eliminar la contaminación ambiental que produce el rockash (cenizas) es mezclándolo con el cemento Portland, en una proporción que podría oscilar entre el 10% y el 15%, para convertirlo en cemento Portland puzolánico, con lo que desaparecería el polvillo que pone en riesgo la salud de las personas.





3. MÉTODOS PARA OPTIMIZAR EL USO DE ENERGÍA

3.1. Introducción

En Europa, el sector de las edificaciones o edificios consume más del 40% de la energía total, siendo el mayor consumidor, seguido por las áreas o sectores del transporte e industria. De la energía que se consume en edificios, un 85% corresponde a la calefacción y preparación del agua caliente. Es por ello que en este ámbito existe un inmenso potencial de ahorro. Según la Comisión de la Unión Europea, la eficiencia energética de los edificios existentes puede ser aumentada en un 50%. Esto se refiere tanto al mejoramiento de las instalaciones de calefacción y de las demás técnicas de equipos, como también al aislamiento térmico. A través de la combinación y compaginación exacta de diferentes componentes de los equipos utilizados, se crean sistemas completos sumamente eficaces, que permiten alcanzar excelentes resultados de ahorro energético, así como de disminución de la emisión de gases CO₂.

Las siguientes tecnologías son las que abarcan inmensos potenciales de aumento de la eficiencia energética en el suministro calórico (calor ambiental y agua caliente), la climatización, así como la iluminación, especialmente cuando se trata de alcanzar los estándares energéticos de, por ejemplo, “casas de baja energía” y “casas pasivas”:

- calefacciones de aceite y de gas (por ejemplo, tecnología de potencia calorífica);
- difusión calórica (por ejemplo, bombas), transferencia calorífica (por ejemplo, radiadores murales, o calefacciones de gran superficie) y control calórico (por ejemplo, válvulas);
- técnicas de ventilación (por ejemplo, ventiladores con recuperación del calor);
- técnicas de climatización;
- congelación;
- aislamiento térmico (productos y componentes de eficiencia energética);
- técnicas de iluminación (por ejemplo, aprovechamiento de la luz diurna).

Otra posibilidad es la sustitución o combinación de equipos energéticos de origen fósil como aceite y gas, por otros que usan energías renovables. Los recursos energéticos regenerativos están a disposición de forma casi ilimitada y por ello representan a largo plazo una opción perfecta para el suministro sostenible, ya que reducen la dependencia de las escasas materias primas energéticas. Además, las energías renovables contribuyen de manera decisiva a la protección del medioambiente y del clima, gracias a la importante reducción de las emisiones CO₂.



Las aplicaciones más importantes con relación a las energías renovables en el área de los edificios son:

- la energía solar térmica para el calentamiento de agua potable y/o para el apoyo de la calefacción;
- la fotovoltaica para la generación de corriente eléctrica con el fin del consumo propio o de la alimentación de la red;
- la combustión moderna de madera por medio de, por ejemplo, leñas, pellets, o madera troceada;
- el aprovechamiento del calor de ambiente o de la geotermia cercana a la superficie, por medio de bombas de calor para fines de calefacción.

3.2. Tecnología de Potencia Calorífica

En el área de calefacción y del calentamiento de agua potable, el papel más importante en los edificios lo juegan los sistemas hidráulicos con calderas calefactoras de aceite y de gas. Por el hecho de que la mayor parte de la energía que se necesita para la generación de calor se consume en edificios, uno de los mayores potenciales de ahorro energético está en la modernización de los sistemas de calefacción. La industria alemana juega un papel líder con relación a los sistemas eficaces de calderas calefactoras de alta tecnología.

Durante muchos años, el estándar ha sido las calderas de calefacción de baja temperatura, en las cuales se adapta la temperatura del agua de la caldera en función de la temperatura exterior. Ya por medio de esta técnica fue posible alcanzar una mejora de los valores de pérdidas de gas de escape y de pérdida por periodos de guardia, que se sitúan sólo entre 10 y el 12% de la energía final utilizada.

Las calderas de calefacción de la nueva generación se llaman calderas de condensación. Son el resultado del desarrollo de calderas de baja temperatura y reducen las pérdidas de forma importante. Así, los combustibles se aprovechan hasta el límite de lo físicamente posible. Esta tecnología de potencia calorífica utiliza también el calor de condensación que contienen los gases de escape, que de otra manera, permanecería sin aprovecharse. Un aumento adicional del grado de rendimiento se obtiene por las temperaturas de escape más bajas, ya que así producen menos pérdidas por gases de desecho. Con las calderas de condensación se consigue de esta forma un grado de eficacia de más del 98 por ciento.

La técnica de potencia calorífica es eficiente con relación a los costes ya que, gracias al ahorro energético, su adquisición se amortiza en el período de unos pocos años. Por ejemplo, la sustitución de un sistema de calefacción anticuado por un equipo de condensación de aceite en una casa uni- o multifamiliar puede costar en Alemania unos

8.000 euros. Si se calcula un precio de aceite de combustible de 0,60 euros por litro, y si se parte de un consumo anual de hasta ahora se situaba en, por ejemplo, unos 4.500 litros para calefacción y agua caliente, entonces una reducción del consumo del 30% significa que la factura anual de aceite combustible puede reducirse unos 1.350 euros. De esta manera, el sistema de condensación se amortizaría en un período aproximado de seis años, lo cual es perfectamente aceptable.

En la siguiente figura se puede observar en detalle el funcionamiento de un equipo de condensación:

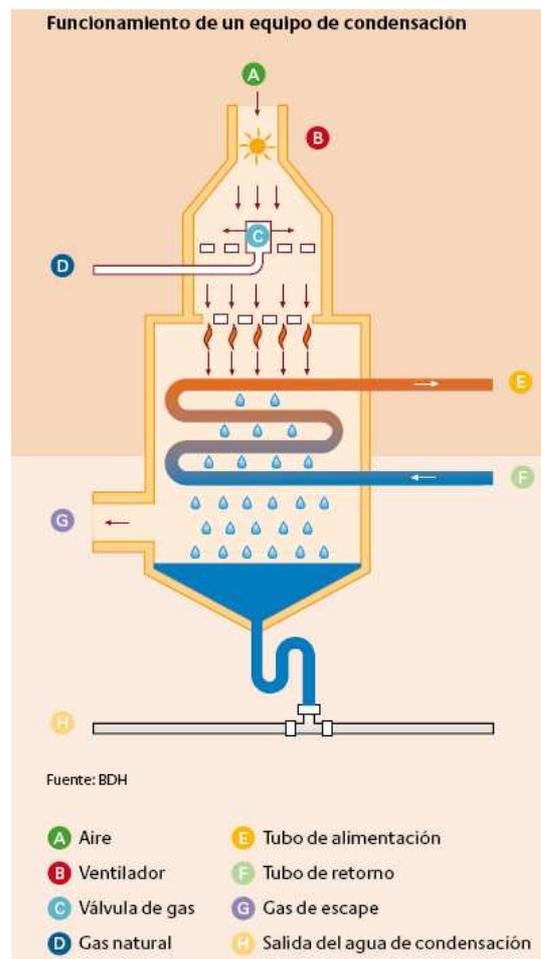


Figura 3.2.a Equipo de Condensación

A continuación se presenta un gráfico, en el cual se puede observar la comparación de las emisiones de CO₂ de los diferentes sistemas de calefacción. Mediante el gráfico se hace evidente como la evolución de las tecnologías tiene como resultado una notoria disminución en las emisiones generadas. Por ejemplo en el caso de los dos extremos, “Calderas estándar (antes de 1978)” y “Calderas de condensación de gas natural con equipo de energía termosolar para la preparación de agua caliente y el apoyo de la calefacción”, se observa una reducción de las emisiones de CO₂ mayor al 50%.

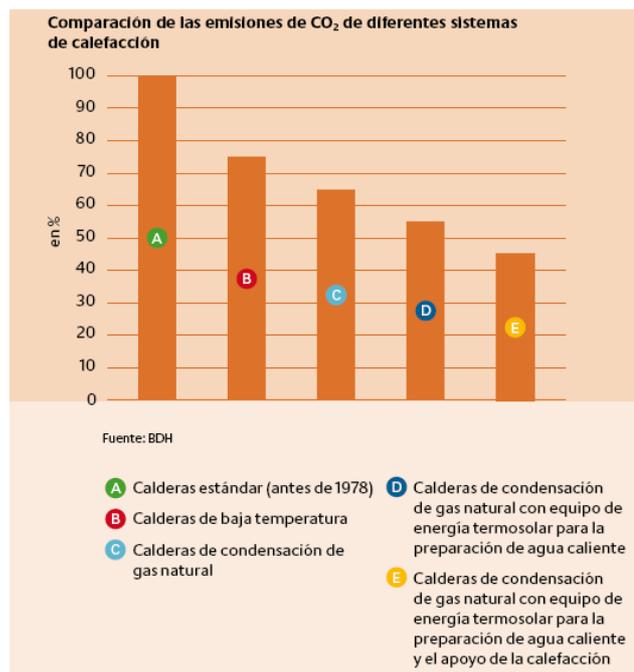


Figura 3.2.b Emisiones de CO₂

3.3. Aislamiento Térmico

A causa de los largos ciclos de saneamiento, los edificios existentes frecuentemente no corresponden a los estándares modernos de aislamiento térmico y consumen volúmenes sobre proporcionales en energía calorífica para la calefacción de los espacios interiores. Con ayuda de una modernización energética profesional y adecuada, cualquier edificio puede conseguir un estado de aislamiento térmico que equivale al de una construcción nueva correctamente aislada.

Sin embargo, si se realizan medidas inadecuadas de protección térmica, pueden ocurrir daños en la construcción. Por este motivo es sumamente importante que el asesoramiento y la planificación se realicen de forma competente y profesional, que las obras sean llevadas a cabo por empresas experimentadas y que utilicen materiales de construcción adecuados.

Gracias a la gran experiencia de la que disponen en el área de la construcción económica en el sentido energético, las empresas alemanas constructoras y de ingeniería son socios de negocios fiables tanto en la construcción de viviendas como en la construcción comercial e industrial, incluso para clientes internacionales, desde el asesoramiento y la planificaciones hasta la realización de las obras.

En la figura a continuación se pueden observar valores estimados de la reducción de recursos dependiendo la acción aplicada sobre la vivienda. Estos valores estimados reflejan el ahorro de recursos de una vivienda, que fue construida sin tener en cuenta el

impacto ambiental, si ésta es adaptada con las nuevas tecnologías existentes. Como se puede observar en el gráfico el mayor porcentaje se obtiene con una buena aislación de la vivienda.



Figura 3.3.a Porcentajes de Ahorro

3.3.1. Potenciales de Ahorro

En Alemania, los edificios existentes consumen alrededor de entre tres y (en el peor de los casos) diez veces más calefacción que las nuevas construcciones. Con ayuda de un aislamiento profesional y un saneamiento energético, es posible lograr un ahorro energético necesario para la calefacción del ambiente interior de hasta el 80%. El saneamiento energético de construcciones antiguas, conlleva además el efecto de conseguir un mayor bienestar térmico a temperaturas ambientes bajas.

En la figura a continuación se presenta un dibujo esquemático de una pared con termoaislamiento transparente.

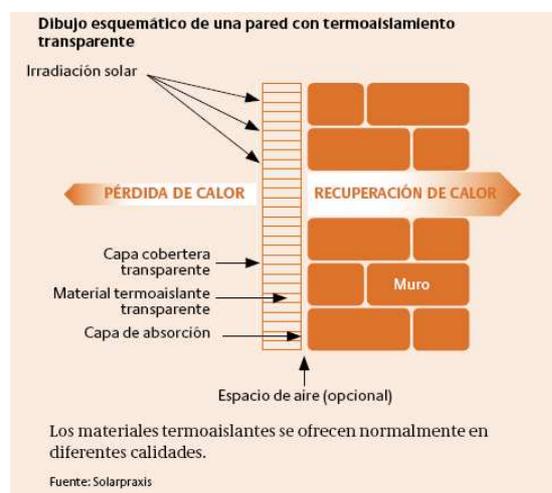


Figura 3.3.1.a Termoaislamiento Transparente



3.3.2. Técnicas de Aislamiento

Los materiales usuales de construcción son normalmente excelentes conductores térmicos, lo que significa que casi no evitan las pérdidas térmicas de adentro hacia afuera. Si bien no es posible evitar todo este flujo de calor, con ayuda de ciertas medidas técnicas, si es posible reducirlo de forma considerable por medio de utilización de aislamiento térmico.

En los edificios existentes se aplican capas aislantes adicionales con una conductividad térmica mínima con el fin de mejorar el efecto aislante de la estructura de una pared. Estas capas de aislamiento se aplican normalmente en el lado “frío” de un elemento estructural existente: En el caso de las paredes exteriores se trata de los lados externos de las paredes del edificio.

Aquí se ha de tener en cuenta que los materiales termoaislantes tienen que ser protegidos ante las influencias meteorológicas o se deben usar materiales que de por sí sean resistentes a la intemperie.

Los materiales termoaislantes usuales, que en parte provienen forma de sistemas combinados de aislamiento térmico (WDVS) son, por ejemplo:

- plásticos espumados (poliestireno, poliuretano, etc.);
- lana mineral, lana de vidrio, vidrio multicelular;
- materiales minerales como hormigón con celdillas, piedra pómez, perlita;
- esponjamiento de flóculos de celulosa (insuflación en espacios vacíos), arcilla ligera de cáñamo;
- material de fibra de madera, lana de madera, corcho;
- fibras vegetales y animales, como cáñamo, lino, coco, lana;
- placas de caña comprimida;
- placas de calcio (por ejemplo, para aislamientos internos).

También existen sistemas termoaislantes innovadores, como por ejemplo:

- termoaislamiento de vacío;
- termoaislamiento transparente.

Es recomendable realizar una protección termoaislante básicamente en los siguientes componentes de un edificio:

- en el techo exterior o en el techo interior del último piso;
- en la pared exterior;

- en el techo del sótano y, en caso dado, en la pared exterior del sótano;
- en superficies acristaladas;
- en el sistema de transferencia de calor y en los espacios de acumulación de calor.

En los gráficos a continuación se pueden observar el efecto de aislación que tienen los diferentes materiales. En ambos gráficos se presenta el grosor de la capa aislantes (en mm), para obtener el mismo efecto de aislación con diferentes materiales.

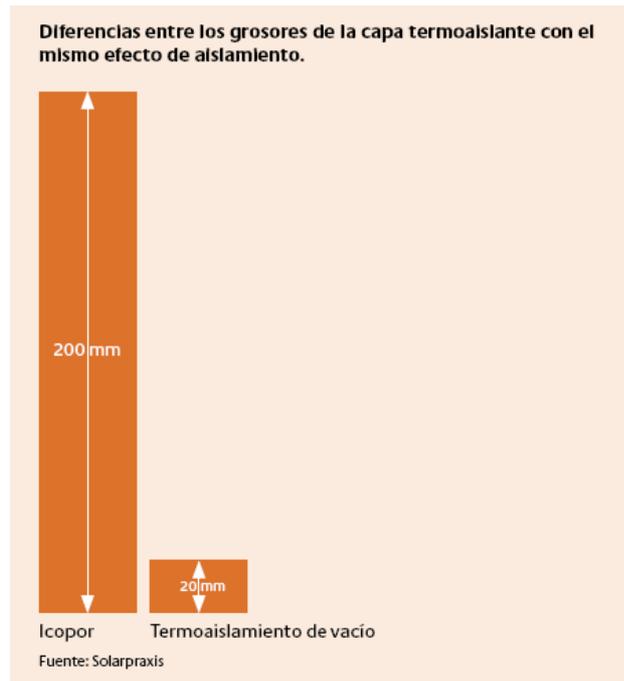


Figura 3.3.2.a Icopor vs. Termoaislamiento de Vacío



Figura 3.3.2.b Efecto Termoaislante de Diferentes Materiales



3.3.2.1. Ejemplo Productos innovadores

La empresa BASF The Chemical Company® se destaca por ser una empresa innovadora en lo que al medio ambiente se refiere. Bajo el nombre comercial Styropor® el poliestireno expandido es hasta nuestros días la solución a nivel mundial para un aislamiento eficaz y para un embalaje seguro. BASF® ha perfeccionado el clásico Styropor®, presentando en el mercado el Neopor®. Este nuevo material para aislantes modernos se expande exactamente igual que el Styropor® y después, se transforma en planchas y moldes.

La principal diferencia se reconoce a simple vista en el color gris plateado. En el Neopor® se ha incluido material de grafito. Éste absorbe y refleja la radiación térmica y mejora la eficacia aislante del poliestireno expandido hasta un 20 por ciento. Los aislantes de Neopor® ofrecen una mayor capacidad aislante y hacen posible reducir hasta un 50% la utilización de materia prima respecto al EPS convencional. Los aislantes ecológicos de Neopor® no contienen CFC, HCFC, fluorocarburos halogenados ni gases de asilamiento. Como gas aislante contiene aire. De este modo se garantiza durante toda la vida de la construcción el mantenimiento de la conductividad.

A continuación se presenta una comparación entre el Neopor®, el Styropor® y el Steinfaser (Fibras de piedras):

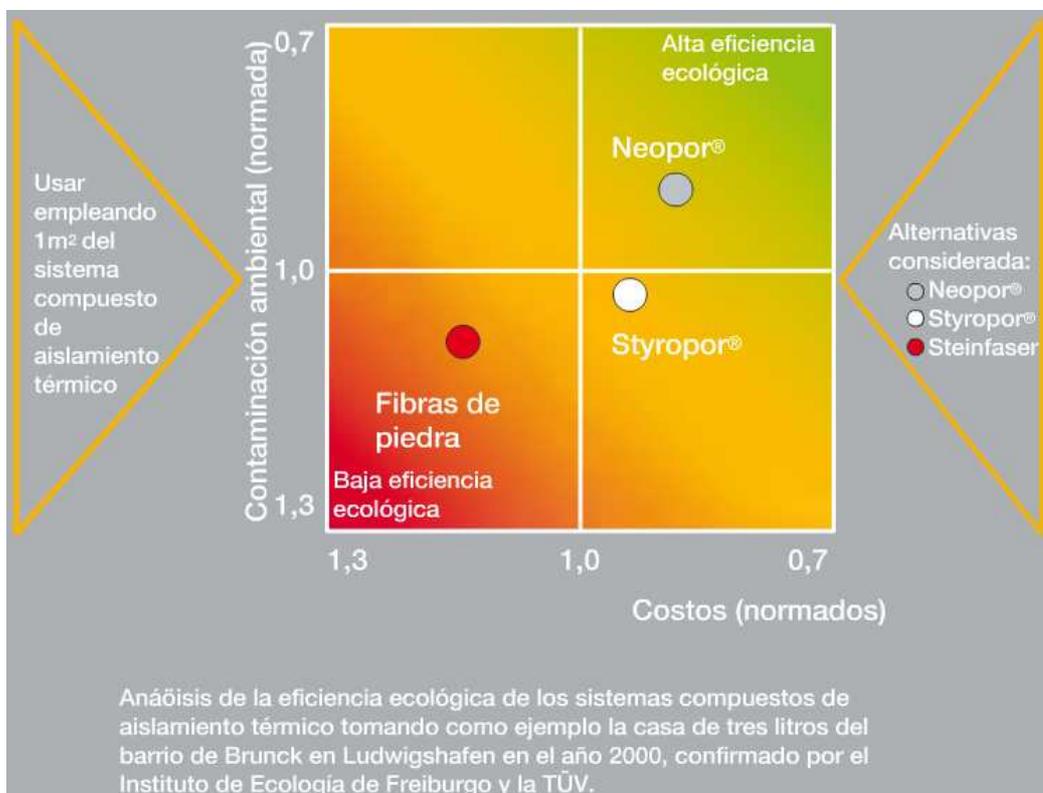


Figura 3.3.2.1.a Comparativa Materiales



3.3.3. Normativas especiales en Alemania:

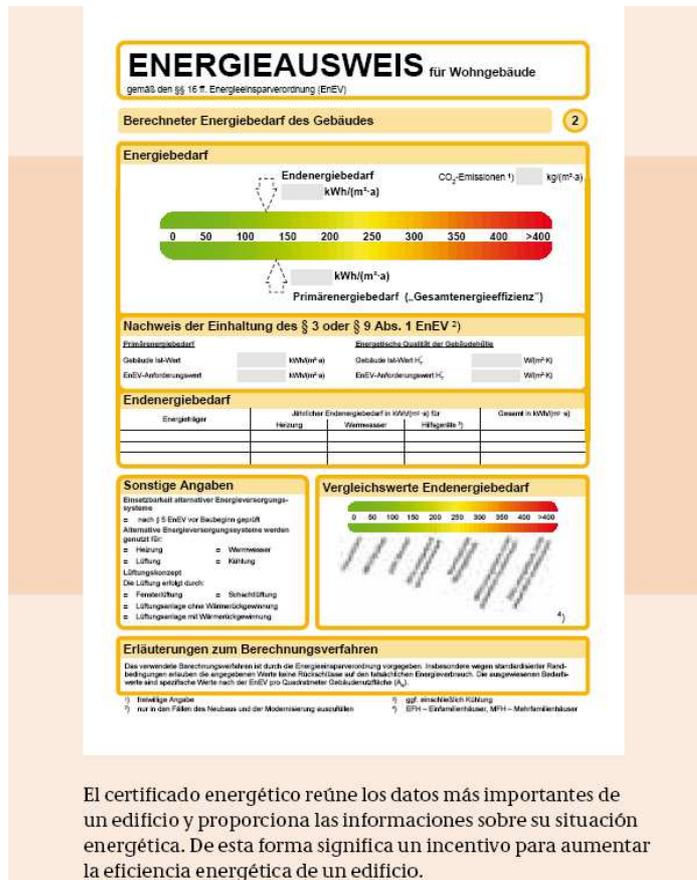
En Alemania se ha introducido el sistema del “certificado energético” edilicio, por medio del cual se documenta la calidad energética de edificios (por ejemplo, en construcciones nuevas, alquiler, arrendación o venta de los mismos) y se emiten propuestas concretas de modernización, con el fin de ahorrar energía en edificios existentes.

Para los dueños de casas que planean una modernización de su vivienda, este certificado energético puede significar una posibilidad económica de recibir información primordial en materia de consumo energético de su propiedad. El certificado reúne los datos más importantes del edificio y proporciona informaciones sobre la situación energética de la casa. De esta manera, representa una primera evaluación para decidir si un saneamiento es básicamente razonable o no. En base a las recomendaciones concretas del certificado, puede establecerse un plan de modernización o puede realizarse un asesoramiento más detallado acerca de este tema. En Alemania, un primer asesoramiento inicial competente lo ofrecen, por ejemplo, asesores de asuntos energéticos, oficinas de planificación o también las instituciones del sector artesanal correspondiente. Además, el Ministerio Federal de Economía y Tecnología, viene fomentando desde hace mucho tiempo las actividades de los asesores cualificados en materia de energía que actúan de forma independiente de los diferentes grupos de intereses. De esta manera, el Ministerio ha contribuido a que en Alemania se haya formado una red de asesores independientes en materia energética.

Para un potencial comprador o inquilino, el certificado energético significa una buena posibilidad para poder comparar y tomar una decisión a la hora de seleccionar entre varios edificios o pisos con relación a los costes energéticos que han de esperarse. En Alemania se tiene que cumplir con unos estándares energéticos mínimos en el caso de saneamientos completos de edificios. Estos estándares, al igual que las exigencias en caso de una construcción nueva, están definidos en el reglamento de ahorro de energía (EnEV). En varias oportunidades estas exigencias energéticas han sido reformuladas de manera aún más rigurosa en el pasado. También en el futuro se planea un aumento adicional de la eficiencia exigida. De esta manera, el reglamento EnEV permite por un lado garantizar estándares mínimos de la técnica termoaislante y de equipos en el área de las construcciones nuevas. Por otro lado, permite definir condiciones vinculantes en el caso del saneamiento que se realiza en base a la situación técnica actual, bajo consideración de lo que económicamente sea razonable.

Gracias a estas regulaciones jurídicas seguras y a la inmensa demanda de saneamiento que solamente podrá ser satisfecha de forma paulatina, en Alemania existe un gran número de expertos que trabajan en las áreas artesanales o de planificación y asesoramiento de proyectos de saneamiento energético.

A continuación se presenta un ejemplo del “Energieausweis” (Certificado Energético) antes mencionado.



El certificado energético reúne los datos más importantes de un edificio y proporciona las informaciones sobre su situación energética. De esta forma significa un incentivo para aumentar la eficiencia energética de un edificio.

Figura 3.3.3.a “Energieausweis”

Pero también más allá de las fronteras nacionales, numerosos técnicos y especialistas alemanes realizan un trabajo de asesores o artesanos especializados en todo el mundo. Por ejemplo, el Ministerio Federal de Transporte, Construcción y Desarrollo Urbano (BMVBS), junto con otros interlocutores, fomenta una transferencia estructurada y de alta calidad de los conocimientos específicos en el marco de diversos proyectos. La estrecha cooperación que mantiene Alemania con sus interlocutores internacionales en el marco de la Agencia Internacional de Energía (AIE), por ejemplo en el “Implementing Agreement on Energy Conservation in Buildings and Community Systems (ECBCS)”, (o sea el acuerdo sobre la conservación energética de edificios y sistemas colectivos), mejora las posibilidades de cooperación de la economía y la ciencia alemana y permite una participación en los estándares tecnológicos.

3.4. Cogeneración

Las centrales eléctricas convencionales solamente aprovechan alrededor de una tercera parte de la energía utilizada. Una alternativa tanto ecológica como económica son las



plantas modulares para generar energía y calor en forma combinada, o también llamadas plantas de cogeneración. Estas plantas combinadas utilizan el principio del acoplamiento de potencia y calor, o sea, que la energía utilizada es transformada en energía eléctrica y al mismo tiempo en calor útil. En comparación con el sistema separado entre generación central de corriente eléctrica y generación descentralizada de calor, éstas centrales son capaces de ahorrar hasta el 40% de la energía primaria.

Las empresas alemanas, además de las plantas de cogeneración de mediano y gran volumen, ya ofrecen mientras tanto las así llamadas mini-plantas combinadas de potencias eléctricas de hasta los 30 KW. En principio, uno de estos equipos está compuesto por un motor de combustión para el accionamiento, por un generador de corriente y por un sistema de intercambiadores de calor.

La energía eléctrica que se produce en el generador puede, o utilizarse directamente en el edificio, o, de ser posible, alimentar la red pública de corriente eléctrica. El calor residual que se produce por los motores de combustión se vuelve a recuperar con ayuda de intercambiadores de calor y puede utilizarse para fines de calefacción. Para que esto sea posible, el calor se almacena en un acumulador intermedio para que esté a disposición en caso de ser necesario.

Estas mini-plantas de cogeneración disponen de un tamaño no mayor al de una caldera de calefacción según su categoría de potencia. Los motores trabajan de forma muy silenciosa, así que estos equipos pueden montarse sin problema alguno en el sótano de un edificio. La potencia de una mini-planta de cogeneración es suficiente para suministrar el calor de calefacción de una vivienda unifamiliar grande o incluso de un edificio multifamiliar. Cuanta más potencia calorífica se necesita, tanta más corriente eléctrica se genera, y por lo tanto antes se amortizará la mini-planta combinada.

Las plantas de cogeneración de menor tamaño, además de poder ser utilizadas en edificios de viviendas, también son adecuadas para la aplicación en edificios de ocio (por ejemplo, hoteles, pensiones, restaurantes), en edificios de uso público o en el área sanitaria (hospitales, hogares de cuidado de enfermos, centros de cuidado sanitario, etc.). Es decir, que pueden utilizarse en todos aquellos lugares, en los que existe una demanda constante de calor. Por otro lado, la utilización de las mini-plantas de cogeneración como instalación insular, o sea, sin que se produzca una alimentación energética de la red, también significa una alternativa atractiva en comparación con los grupos electrógenos convencionales, especialmente en el caso de regiones que se encuentran muy apartadas.

Desde hace muchos años la legislación alemana ha reconocido las ventajas ecológicas de las plantas de cogeneración y ha tomado medidas correspondientes con el fin de promover la tecnología de generación de energía de forma combinada como la formulación de la ley de fomento de las plantas de cogeneración (KWK), así como el



reglamento de ahorro de energía (EnEV). Adicionalmente, la corriente eléctrica queda exenta de impuestos si sólo se utiliza para cubrir la demanda propia y el impuesto sobre el combustible que se usa en la planta de cogeneración es reembolsado al usuario.

Actualmente operan en Alemania 2.500 plantas de cogeneración con gamas de potencia entre los 50 kW_{el} y los 2 MW_{el}. Desde 1990 la potencia eléctrica de los motores que son propulsados por esta clase de plantas eléctricas ha aumentado de 500 MW a más de 4.100 MW en toda Alemania, lo que representa el 3,5% de la energía generada. Se espera llegar a un incremento del 10%.

En la siguiente figura se puede observar de forma esquemática una planta de cogeneración.

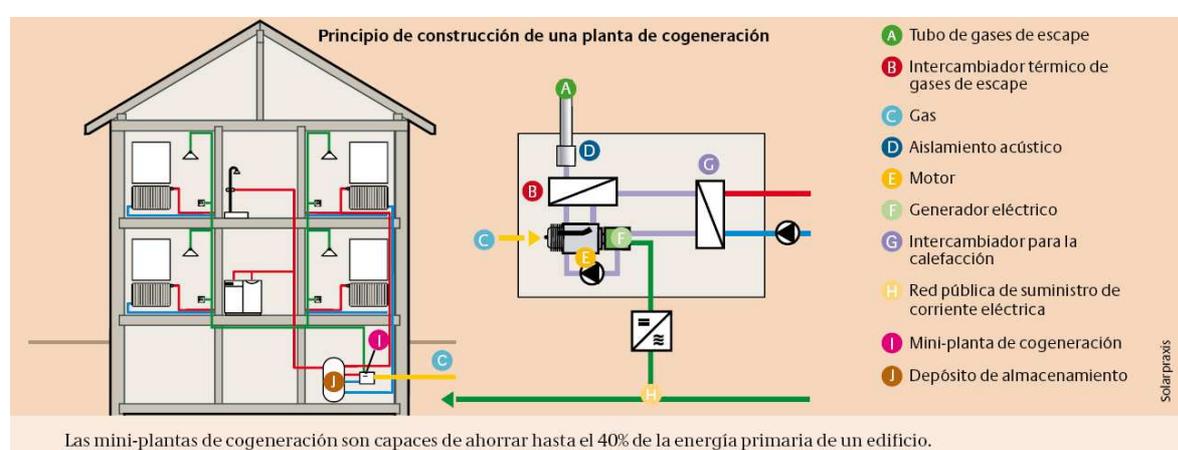


Figura 3.4.a Planta de Cogeneración

3.5. Casas de baja energía y casas pasivas

Aquellos edificios que son especialmente ahorrativos energéticamente ofrecen grandes ventajas económicas frente al constante aumento de los precios de energía, contribuyen a proteger el clima y además se benefician de una temperatura ambiental especialmente agradable dentro de las áreas de vivienda.

En Alemania se habla del llamado “estándar de casa de baja energía” cuando se trata de una demanda energética de entre 30 y 70 kilovatios/hora por m² y por año. Adicionalmente se ha establecido el concepto de la “casa pasiva” para aquellos edificios especialmente económicos en el sentido energético, ya que no precisan de un equipo activo de calefacción para obtener temperaturas agradables de los espacios interiores. Para lograr este estándar, la demanda anual energética para la calefacción interior por m² debe ser menor a 15 Kwh., y además el edificio tiene que estar dotado de un equipo de ventilación con recuperación de calor.

Para poder alcanzar estos valores tan bajos, es necesario que se planeen y efectúen de forma profesional trabajos de instalación en las partes exteriores, así como también en el equipo de calefacción y ventilación del edificio. La optimización energética de las partes exteriores incluye las ventanas y las puertas, así como el aislamiento térmico de las paredes exteriores, del sótano, del techo, del desván y de la placa del fondo. Además, se debería evitar dentro de lo posible la formación de cualquier clase de puentes conductores de calor. En el ámbito de la técnica del edificio es posible alcanzar ahorros energéticos considerables con ayuda de una generación eficaz de calor, de su distribución, de una utilización intensiva de la energía solar térmica, así como de una técnica de ventilación inteligente y sofisticada.

Gracias al gran número de edificios de eficiencia energética que ya han sido construidos (como por ejemplo, las “casas pasivas”), las empresas alemanas han podido reunir amplias experiencias en el tema de los desafíos específicos que conlleva la construcción y el uso de esta clase de edificios. En este ámbito, también el comportamiento de los usuarios juega un papel relevante, ya que especialmente la ventilación, tanto el aireación, como la desaireación que en las casas pasivas supone un proceso obligatorio, hace que muchas costumbres antiguas -y en el sentido energético completamente ineficaces- como la ventilación con ventanas inclinadas, se hagan totalmente superfluas.

En el marco del programa “Construcción Energéticamente Óptima” del Ministerio Federal de Economía y Tecnología, con ayuda de proyectos modelo, se demuestra de manera sorprendente, cómo es posible modernizar edificios existentes de tal forma, que alcancen el “estándar de casa de baja energía”.

A continuación se presentan de forma esquemática los principales sistemas y/o tecnologías que deben tener las viviendas para poder ser consideradas “Casas de bajo consumo energético”.



Figura 3.5.a Casa de Bajo Consumo Energético



En la figura a continuación se puede observar de manera más detallada el funcionamiento del sistema central de ventilación con recuperación de calor.

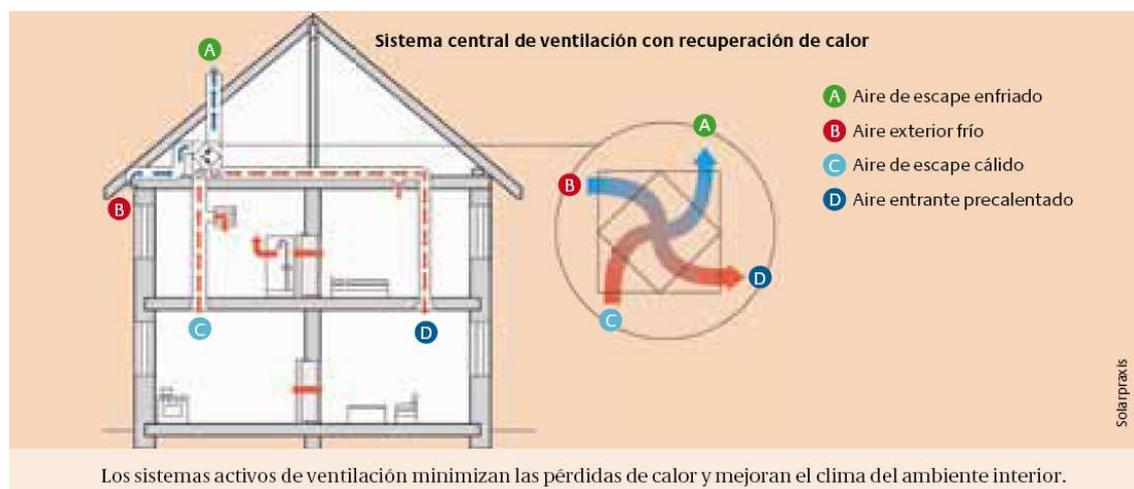


Figura 3.5.b Sistema de Ventilación

3.6. Distribución y transferencia de calor

Para lograr un suministro eficiente y fiable del calor de un edificio, fuera de la generación del calor, se necesita una distribución y transferencia del mismo al consumidor en función de la demanda correspondiente.

La distribución del calor en un edificio se compone de las tuberías, de las bombas y de la grifería de los tubos. Por medio de la distribución se transporta el calor del equipo generador al lugar de transferencia del calor.

La transferencia del calor se compone de los radiadores caloríficos o de la calefacción de superficie, así como de la regulación de la temperatura ambiental. La transferencia del calor permite un calentamiento agradable de la temperatura de ambiente, un fácil manejo por parte del usuario y la emisión agradable del calor por medio de la radiación.

La combinación eficaz de los diferentes componentes puede servir para ahorrar un gran volumen energético y se reduzcan los costes de forma importante, aumentando al mismo tiempo el confort.

Los siguientes puntos deben considerarse para alcanzar una distribución y una transferencia de calor eficiente:

- En comparación con las antiguas bombas no reguladas, las bombas de circulación de calefacción modernas consumen menos de la mitad de la energía eléctrica que se precisaba anteriormente. Las bombas de calefacción con motores electrónicamente conmutados (motores EC), disponen de un grado de eficacia claramente mejor,

especialmente en estados de carga parcial. En comparación con los motores asincrónicos que hasta ahora se vienen utilizando, en estos motores EC se utilizan unos imanes permanentes. Por el hecho de que no se necesita una corriente magnetizante, o como mucho una corriente de una intensidad sumamente baja, se producen muy pocas pérdidas.

- Con ayuda de las bombas reguladas es posible además evitar ruidos molestos del equipo.
- Las válvulas preajustables de los termostatos regulan la temperatura del ambiente de manera exacta.
- Las válvulas de control de tiempo y temperatura son capaces de generar un calor ambiental agradable de manera independiente.
- Las superficies de calefacción óptimamente dimensionadas y ajustadas de forma hidráulica aumentan el confort de la vivienda y ayudan a ahorrar energía.

Diversas medidas individuales en el área de la distribución y de la transferencia del calor ofrecen la mejor relación entre el ahorro energético y los costes de inversión, como un ajuste hidráulico, la instalación de válvulas preajustables de los termostatos o la sustitución de los cabezales antiguos de los termostatos.

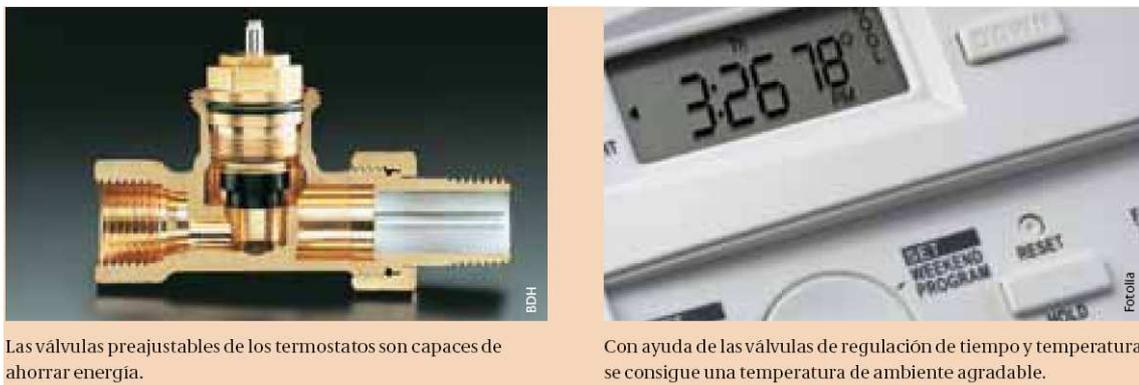


Figura 3.6.a Válvulas Preajustables y Reguladores de Tiempo

Los radiadores caloríficos modernos de gran superficie aumentan el bienestar térmico del usuario. Al mismo tiempo es posible reducir claramente la temperatura de la sustancia activa en el sistema de calefacción (calefacción de baja temperatura). También la reducción de la temperatura de ambiente conlleva un ahorro energético manifiesto: Una reducción de la temperatura en 2°C, que se logra con ayuda de radiadores correctamente dimensionados y regulados, conlleva una reducción de los costes de calefacción de hasta el 12%.



3.7. Iluminación de edificios

Una gran parte del consumo de energía eléctrica de un edificio se debe a la iluminación artificial. En el caso de muchos edificios, este hecho se ve comprobado directamente en los costes de operación. Mientras que en casas privadas al menos el 10% del consumo de corriente eléctrica es causado por la iluminación, en edificios de oficina y de uso comercial el mismo se sitúa en valores incluso de hasta el 50%. La mayor parte de este consumo eléctrico se basa en tecnologías económicamente y ecológicamente altamente ineficientes, como por ejemplo, la clásica bombilla eléctrica.

Hoy en día la luz todavía se genera en la mayoría de los casos en base a la corriente eléctrica por medio de la bombilla, la tecnología más antigua e ineficaz. En este proceso, sólo un máximo del 5% de la corriente que fluye a través de la bombilla se transforma en luz. El resto queda desaprovechado para el propio fin de aplicación y se emite en forma de calor al medio ambiente, sin uso alguno. Una alternativa son las así llamadas bombillas de ahorro energético o de bajo consumo. A pesar de que ya se encuentran en el mercado desde los años 80, su utilización se difunde de manera muy lenta. Y eso que las antiguas reservas y críticas con relación a la calidad de la luz y a la respuesta de conexión de las bombillas económicas de alta calidad ya desde hace mucho tiempo carecen de todo fundamento. Entre tanto, estas bombillas económicas ya se ofrecen en formas tan diversas como las de los bombillos tradicionales.

También en el ámbito comercial aún se vienen utilizando muy frecuentemente sistemas anticuados de iluminación. En la mayoría de los casos consisten en lámparas fluorescentes convencionales, a menudo con reflectores deficientes o incluso sin reflector alguno, y con bobinas de reactancia ineficientes. La luz generada ya es absorbida en la lámpara misma. Por medio de un simple equipamiento posterior de reflectores, la pérdida energética puede ser minimizada muy fácilmente. De forma adicional, se pueden emplear unas bobinas electrónicas de reactancia modernas que ayudan a disminuir aún más el consumo de energía eléctrica.

En Europa, cada año se venden más de dos mil millones de bombillas eléctricas. Haciendo un cálculo teórico solamente para Alemania, el cambio de bombillas en favor de la utilización de las bombillas de bajo consumo, significa un volumen de ahorro energético de 7,5 mil millones de kilovatio/horas y de 4,5 mil millones de toneladas de dióxido de carbono. Si se parte de un precio de la corriente eléctrica de 20 céntimos por kilovatio/hora, esto significaría una economía financiera de 1,5 mil millones de euros para todos los hogares alemanes.

Los potenciales de ahorro energético en el área de la iluminación son enormes:

- Modernización con sistemas de iluminación de eficiencia energética;
- Aplicación de un sistema inteligente de control y mando de la iluminación;

- Optimización del uso de la luz diurna;
- Utilización de medios de iluminación con mayor grado de rendimiento.

Como se puede observar en el gráfico a continuación la modernización de los equipos de iluminación trae apareado un ahorro potencial del 75% del consumo eléctrico.



Figura 3.7.a Ahorro en Iluminación

La industria alemana de iluminación en los últimos 15 años ha desarrollado nuevas tecnologías con un funcionamiento tres veces más eficaz que el de los equipos antiguos. Además, a los importantes efectos de ahorro de energía, se suman otras ventajas adicionales:

- Menores costes de mantenimiento;
- Menores costes de eliminación de residuos;
- Mayor ergonomía;
- Mayor calidad de la luz.

3.8. Tecnología de climatización ambiental

Bajo tecnología de climatización ambiental se entiende la capacidad de crear y regular condiciones ambientales agradables con relación a la temperatura, la humedad y la calidad del aire. Para estos fines se utilizan equipos climatizadores que, por medio de por ejemplo una guía del aire adecuada o de una óptima técnica de ventilación, evacuan el calor de los ambientes interiores (refrigeración), conducen el calor al interior (calefacción) y aumentan o reducen la humedad del ambiente. Para lograr esto, los



sistemas de climatización transportan el aire o el agua en su función de medios caloríficos.

Durante la planificación de una construcción nueva, es de utilidad dar importancia desde un principio a una técnica de climatización adaptada al edificio y que ofrezca todas las posibilidades correspondientes. En la planificación, los costes de operación deberían calcularse lo más bajos posible, y la energía aplicada debería utilizarse de la forma más eficiente posible. Para lograr este objetivo, en primer lugar debería existir una óptima sintonización de la regulación y el control de las tecnologías empleadas.

Con ayuda de una tecnología de sistemas eficaz y la participación de energías renovables, la climatización se puede realizar de forma especialmente eficiente desde el punto de vista energético. En las dos áreas más relevantes de este ámbito, las empresas alemanas han adquirido gran experiencia:

3.8.1. Recuperación de calor

La recuperación de calor utiliza el contenido energético del aire de escape en los equipos de ventilación para regular la temperatura del aire de entrada al edificio. Para este fin, normalmente en las temporadas frías, se realiza un precalentamiento del aire de entrada. Los equipos ventiladores de mayor eficacia durante la temporada caliente utilizan el frío por evaporación para refrigerar el aire de entrada. Otra posibilidad la ofrece, por ejemplo, la recuperación de calor que se genera en base al agua residual. Por ejemplo, es posible utilizar el agua residual caliente (de la ducha, etc.) para precalentar el agua fría por medio de caloportadores. De esta forma se ahorra energía, o sea costes y además, se reducen las emisiones de gases CO₂.

3.8.2. Refrigeración solar

Además de la utilización de la energía solar térmica para la preparación de agua caliente o en el apoyo de la calefacción, los sobrantes de esta energía que pudiera haber en verano pueden ser empleados para refrigerar un edificio. Esto tiene la gran ventaja de que la demanda del frío aparece prácticamente de forma simultánea con la oferta de irradiación solar, consiguiendo los mayores rendimientos de refrigeración cuando existe la mayor demanda frigorífica. Para este fin se aplica una máquina frigorífica de accionamiento térmico en combinación con una planta de energía solar térmica. Contrario a la máquina de frío convencional (máquina frigorífica de compresión), ésta máquina frigorífica funciona con un compresor térmico, lo que tiene como ventaja no emplear medios refrigerantes de carácter nocivo para el clima. Otra ventaja adicional es el hecho de que para la propulsión del compresor, en vez de tener que recurrir a energía de alto valor (que normalmente sería la corriente eléctrica), se puede utilizar el calor medioambiental.



3.9. La Combinación Óptima de Tecnologías de Edificios

Los mejores resultados en materia de eficiencia energética se consiguen por medio de la combinación de diferentes tecnologías que aumentan la eficiencia energética. La condición necesaria es una planificación y una selección competente de las medidas, así como su realización esmerada. Gracias a su sistema especial de regulaciones, la legislación alemana fomenta el aprovechamiento de los márgenes de acción que se ofrecen en el área de la tecnología, así como la diversidad de ideas y conceptos para solucionar las cuestiones de este ámbito. Es por estas razones que los ingenieros son capaces de propulsar la combinación eficaz de tecnologías de aislamiento térmico y de calefacción, así como el desarrollo de las tecnologías de control que se necesitan para este fin. Tanto en el campo de calderas eficaces de calefacción, como también con relación a las energías renovables y a las tecnologías de control, las empresas alemanas ofrecen las soluciones sistemáticas más progresistas y la mayor cantidad de sistemas diferentes a nivel mundial.

3.9.1. Algunos ejemplos:

Los edificios que disponen de un aislamiento óptimo, como por ejemplo las casas pasivas, son prácticamente impermeables al aire. El cambio de aire que es necesario higiénicamente, lo realizan en este caso unos equipos de ventilación, que se ocupan de garantizar una calidad del aire óptima y homogénea con una demanda mínima de calefacción posterior. Un equipo centralizado de ventilación se adecua excelentemente para utilizar el calor del aire de escape con el fin de precalentar el aire de entrada. Con bombas caloríficas de aire-aire, por ejemplo, es posible reducir la demanda de calor de ventilación en un valor de hasta el 95%.

3.9.2. Utilización de Energía Solar Térmica

En el caso de la utilización de la energía solar térmica, que es completamente libre de CO₂ y además gratuita, son importantes las combinaciones inteligentes con depósitos y generadores de calor, para los períodos de menor irradiación:

- En combinación con un control inteligente, los depósitos de agua correctamente aislados, con formas constructivas delgadas y altas y con una estratificación calorífica optimizada, permiten, tanto la utilización de diferentes niveles de temperatura como también el almacenamiento de diferentes ofertas térmicas con pérdidas mínimas. Estos depósitos no sólo se necesitan para el equipo de energía solar térmica, sino que además permiten reducir el estado operativo parcial o las fases de trabajo del segundo generador de calor, ya sea una caldera de pellets de madera o de potencia calorífica o también una bomba térmica.
- Sin embargo, para el almacenamiento no sólo se prestan los depósitos de agua, sino que también la masa misma del edificio es especialmente capaz de compensar las



diferencias térmicas entre día y noche, con ayuda de una activación térmica de los componentes de construcción (por ejemplo, por medio de tubos de transporte de agua en el techo). Además, los depósitos de calor latente (PCM-Phase Change Materials, o sea, materiales de cambio de fase), como las parafinas encapsuladas dentro de la superficie de la pared interior (por ejemplo, en forma de revoque, de placas prefabricadas de yeso o de planchas de virutas), son capaces de mantener la temperatura deseada en un valor constante durante un tiempo prolongado.

Con relación a la propia técnica de equipos, las plantas termosolares, por ejemplo, se complementan de forma excelente con bombas térmicas que llevan sondas terrestres. Durante los meses de verano, el suelo que se encuentra alrededor de las sondas, se puede regenerar de forma óptima por medio de la entrada de calor sobrante proveniente de la planta de energía solar térmica. Al mismo tiempo, una conexión de esta índole protege la planta termosolar de un estancamiento que puede ser perjudicial para el material. En la mayoría de los casos, la planta solar térmica, en verano asume casi por completo la preparación del agua caliente, y de esta manera ahorra costes de calefacción, y lógicamente también emisiones de gases CO₂.

Otra combinación parecida que también conlleva resultados muy positivos, es la de las calderas de pellets de madera o de potencia calorífica con las plantas de energía solar térmica. Ya que durante los meses de verano la planta solar es capaz de ocuparse casi por completo del suministro del agua potable caliente, se evita el estado operativo parcial ineficiente de las calderas. Fuera del beneficio que significa esto, tanto para el medio ambiente como para el bolsillo del usuario, se evita además el desgaste de las calderas, y de esta forma, se prolonga su vida útil.

La figura a continuación presenta un esquema de una casa con las tecnologías mencionadas combinadas de manera óptima.

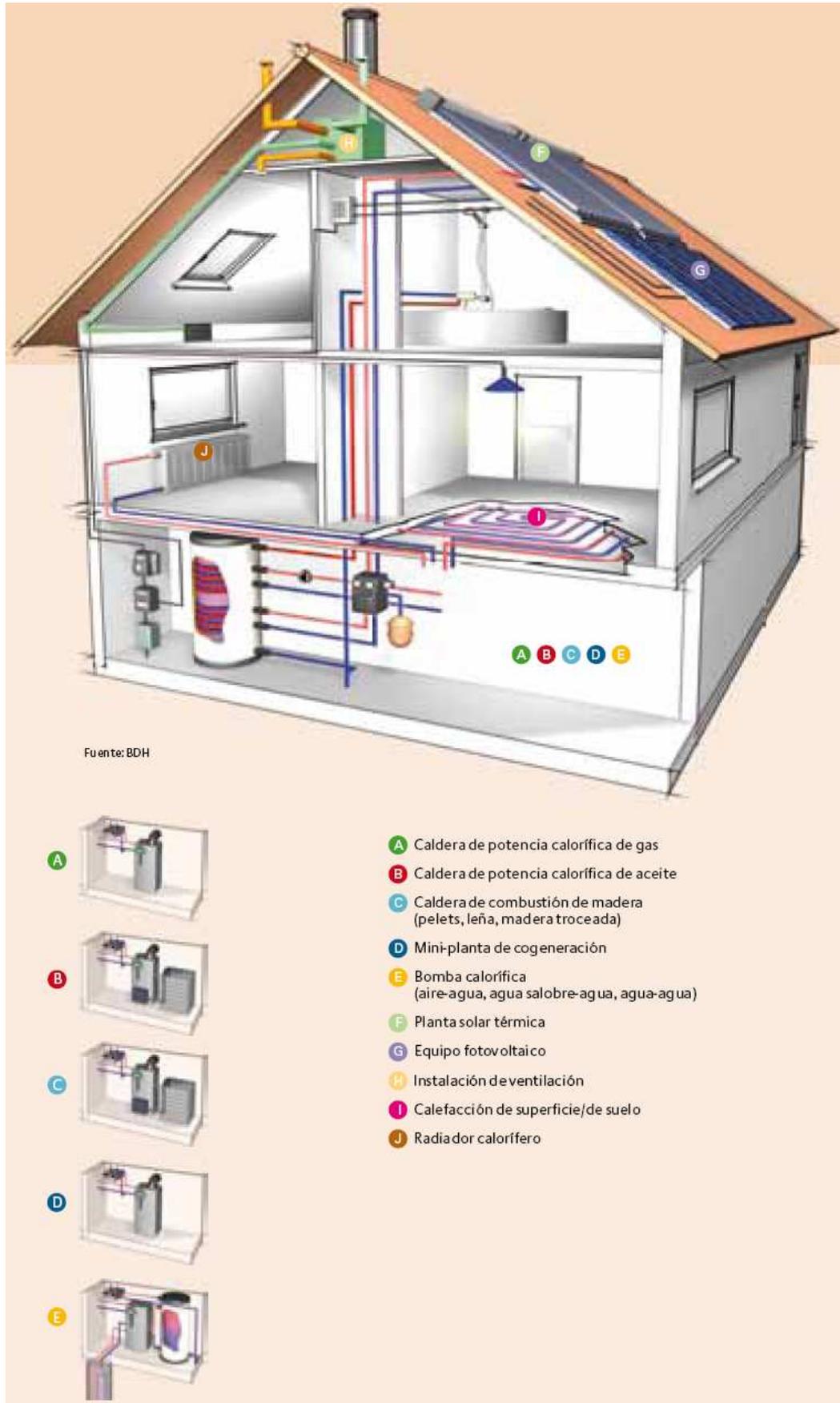


Figura 3.9.a Casa Energéticamente Optimizada





4. MÉTODOS PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGUA

4.1. Introducción

La energía no es el único recurso que se debe preservar si se quiere asegurar un desarrollo sostenible. El agua es un recurso natural que se debe proteger para garantizar el funcionamiento de los ecosistemas y la supervivencia de los seres vivos que la forman.

La Tierra es un planeta con una gigantesca masa líquida con un volumen total de 1,4 millones de Km³, sin embargo, sólo un 2,5% del total es agua dulce, y la mayor parte se encuentra congelada en los glaciares. Y de ese 2,5%, sólo un 0,4% es agua atmosférica o superficial, es decir, la que conforman nuestros ríos, lagos y embalses.

A nivel mundial la legislación está reglamentando su utilización para poder conservar este recurso. Medidas como reutilización, tratamiento, regulación, concientización, mantenimiento de redes de transporte, medición y sistemas tarifarios acordes, lograrían extender su disponibilidad por mucho tiempo. La edificación actual y futura no escapa a esta realidad y es un factor importante para la minimización del uso del agua y su futura conservación.

4.2. Ahorro de Agua

4.2.1. Reciclaje de Aguas Grises

Las aguas grises son las aguas utilizadas en duchas y lavabos. Estas presentan un proceso de depuración más simple que las aguas negras, por su menor contenido orgánico y de elementos patógenos. La reutilización de este tipo de aguas será exclusivamente para el váter.

En el mercado existe un sistema que tiene el tamaño aproximado de un armario, que puede instalarse rápidamente en cualquier sótano, o bodega, y que basa su funcionamiento en un filtrado biomecánico libre de elementos químicos, mediante esterilización a través de una lámpara de rayos ultravioleta.

El filtrado se realiza en dos fases, correspondiente a dos cámaras diferentes (Ver Figura 5.2.1.a). Las partículas de mayor tamaño son recogidas mecánicamente y expulsadas a las aguas residuales. Posteriormente se realiza un tratamiento con bio-agentes.

La esterilización se produce en la cámara de la derecha, mediante una lámpara ultravioleta que la desinfecta, cumpliéndose la Directiva Europea 76/160 EWG de agua para uso doméstico.



Si la cantidad de agua necesaria es más elevada que la almacenada, el sistema permite la incorporación de agua de la red potable para garantizar el suministro.

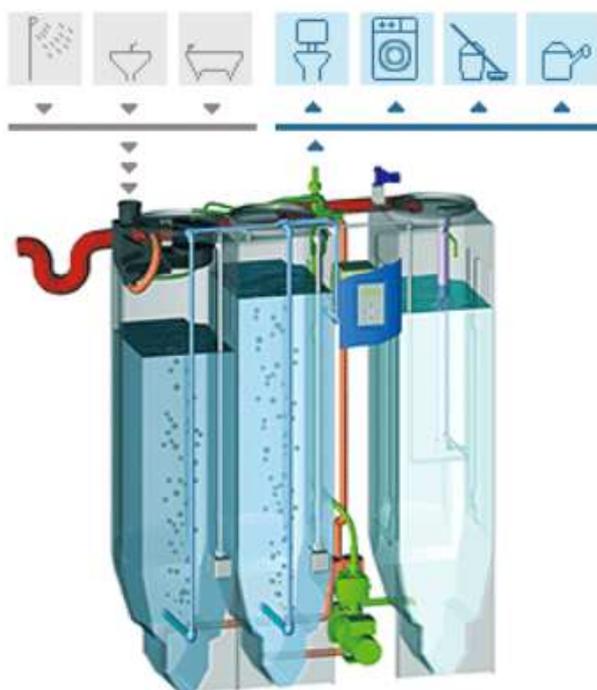


Figura 4.2.1.a Sistema Biomecánico

Para su uso solamente es necesario disponer de un sistema de tuberías que separe por un lado el agua potable y por el otro el agua reciclada.

El ahorro puede llegar a alcanzar 90.000 litros anuales en una vivienda de cuatro o cinco personas

4.2.2. Tratamiento de aguas residuales

Las aguas residuales o negras son las procedentes del desagüe de la cocina o del váter. Según la FAO, son especialmente eficaces para el riego.

La normativa vigente prohíbe la existencia de fosas sépticas sin depuración. Existe un sistema de depuración AquaChamp. Con este sistema no es necesario sustituir la fosa por una depuradora, pues todos los dispositivos necesarios para la depuración se encuentran dentro de una carcasa monobloque poco mayor que una mochila escolar, adaptable a cualquier fosa séptica, con el consiguiente ahorro de costes.

En sólo ocho horas, la instalación obtiene un 99% de limpieza del agua tratada gracias al sistema de depuración biológica, siendo perfectamente factible utilizarla para usos en los que no se requiere agua potable, como regar el jardín.

Funcionamiento del sistema de reciclado (Ver Figura 5.2.2.a):

Primera Cámara: la primera función de esta cámara es la de depósito de agua evacuada de la vivienda. A su vez también se realiza un proceso de decantación mecánica, es decir, de separación por diferencia de densidades de dos sustancias, con lo cual se depositan en el fondo las materias gruesas.

Segunda Cámara: esta segunda cámara también asume las funciones de la primera, pero además recibe el fango remanente, resultante del proceso de tratamiento que transcurre en la tercera cámara.

Tercera Cámara: aquí se produce el tratamiento biológico propiamente dicho, mediante la activación de fangos, que se produce en tres fases:

- **Inyección:** en la primera, durante seis horas un inyector de aire sumergido activa el fango y éste circula, activando los microorganismos. Se recogen las partículas contaminantes en suspensión de las aguas residuales –fango remanente-, que retorna a la segunda cámara mediante bombeo.
- **Sedimentación:** en la segunda, se desconecta la inyección de aire durante dos horas y el fango que se encuentra en esta cámara se sedimenta en el fondo. Se trata de nuevo de un proceso de decantación, en la que el agua depurada forma una capa en la parte superior.
- **Bombeo:** en la tercera fase, se extrae esta capa de agua ya depurada mediante una bomba y se vuelve a comenzar un nuevo ciclo de ocho horas con sus correspondientes fases de inyección y sedimentación.

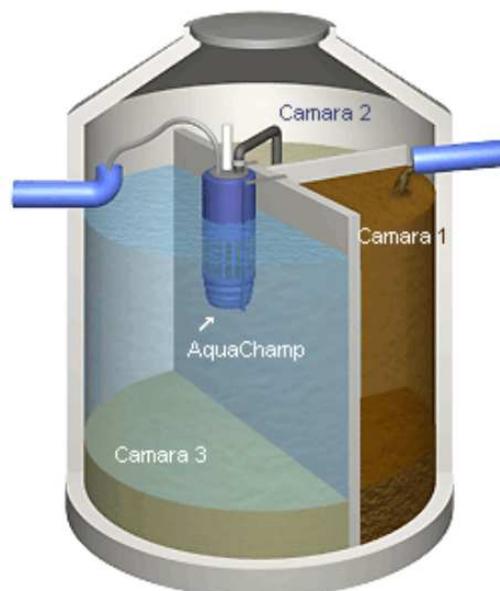


Figura 4.2.2.a Sistema Depurador



Como se mencionó anteriormente el agua obtenida luego del tratamiento puede ser reutilizada para el riego. La FAO asegura que este tipo de riego tiene una potencialidad enorme, y asegura que, al contrario de lo que puede parecer, el uso de este tipo de aguas no conlleva peligros de salud pública, siempre y cuando sean convenientemente tratadas, puesto que sólo se mantienen en el agua elementos minerales que son fertilizantes naturales, tales como nitrógeno, fósforo y potasio. Una ventaja para el medio ambiente es que, al ser absorbidos por las plantas, se evitarán los problemas que conllevan estas concentraciones minerales cuando son vertidos indiscriminadamente en ríos y mares (proliferación de algas y desaparición de especies sensibles).

4.2.3. Aprovechamiento de las Aguas Pluviales

Otra opción de ahorro de agua es la acumulación y tratamiento o reciclaje de las aguas pluviales, las aguas procedentes de las lluvias. Estas aguas se pueden utilizar donde no se requiere agua potable: lavadora, cisterna del inodoro, lavado del coche, aunque su uso más utilizado es el riego de jardines. El ahorro anual puede alcanzar varios miles de litros.

Normalmente estas aguas son bastantes puras, pero no se potabilizan porque es un procesos complejo y ahora mismo, innecesario. La recuperación de agua pluvial consiste en filtrar el agua de lluvia captada en una superficie determinada, generalmente el techo o terraza, y almacenarla en un depósito. Posteriormente el agua tratada se distribuye a través de un circuito hidráulico independiente de la red de agua potable.

La instalación debe contar con un buen filtro a la entrada de la cisterna, para que lleguen al depósito la mínima cantidad de materias indeseadas posibles. No es aconsejable la descarga de agua de lluvia al aljibe sin filtros. Si el agua es recogida sin un filtro, es desaconsejable su utilización para las instalaciones dentro de la vivienda, en todo caso podrían servir para instalaciones simples en jardines.

A su vez las instalaciones tienen que estar aseguradas contra reflujos, gases de alcantarillas y animales, por ejemplo ratas.

El elemento mas importante de la instalación es la bomba. La menor potencia posible y una óptima calidad, son las premisas para su elección. Las mejores para esta aplicación son las de plástico (polietileno), económicas, y mucho más duraderas en este tipo de agua, que las de acero inoxidable.

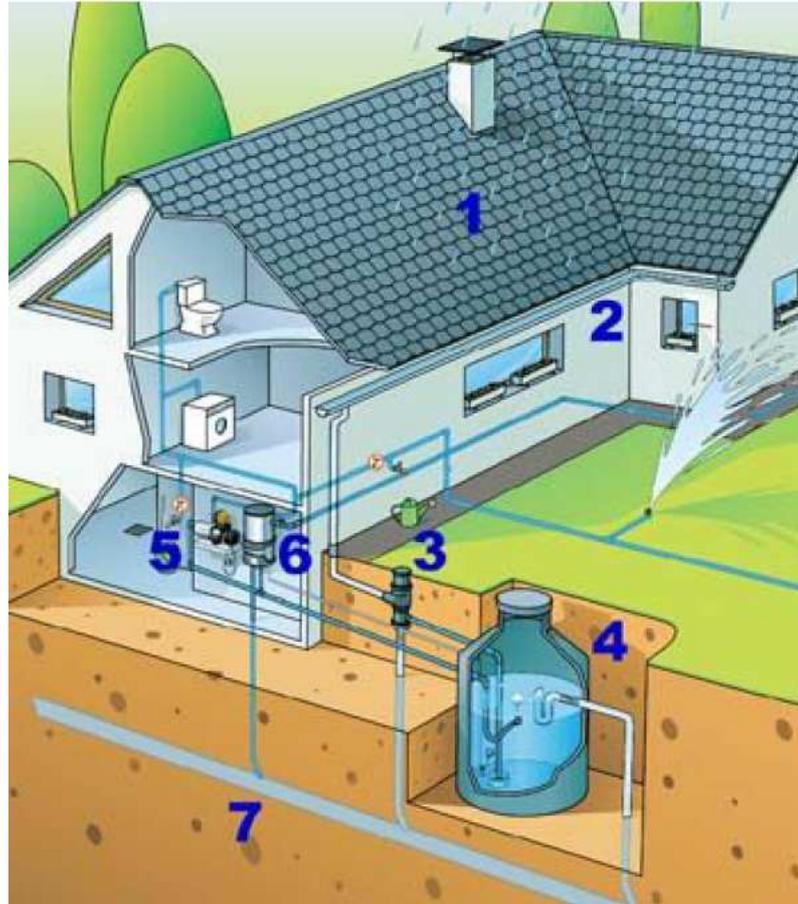


Figura 4.2.3.a Recuperación Aguas Pluviales

- 1) **Cubierta:** En función de los materiales empleados tendremos mayor o menor calidad del agua recogida.
- 2) **Canalón:** Para recoger el agua y llevarla hacia el depósito de almacenamiento. Antes de los bajantes se aconseja poner algún sistema que evite entrada de hojas y similares.
- 3) **Filtro:** Necesario para hacer una mínima eliminación de la suciedad y evitar que entre en el depósito o cisterna.
- 4) **Depósito:** Espacio donde se almacena el agua ya filtrada. Su lugar idóneo es enterrado o situado en el sótano de la casa, evitando así la luz (algas) y la temperatura (bacterias). Es fundamental que posea elementos específicos como deflector de agua de entrada, sifón rebosadero antiroedores, sistema de aspiración flotante, sensores de nivel para informar al sistema de gestión, etc.
- 5) **Bomba:** Para distribuir el agua a los lugares previstos. Es muy importante que esté construida con materiales adecuados para el agua de lluvia, e igualmente interesante que sea de alta eficiencia energética.



- 6) **Sistema de gestión agua de lluvia-agua de red:** Mecanismo por el cual tenemos un control sobre la reserva de agua de lluvia y la conmutación automática con el agua de red. Este mecanismo es fundamental para aprovechar de forma confortable el agua de lluvia. Obviamente se prescinde de él si no existe otra fuente de agua.
- 7) **Sistema de drenaje** de las aguas excedentes, de limpieza, etc. que puede ser la red de alcantarillado, o el sistema de vertido que disponga la vivienda.

La empresa alemana BASF, montó en su planta de Tortuguitas La Casa E, el primer prototipo que combina arquitectura y estrategias que ahorran hasta el 70% de energía en climatización y emisión de CO₂. En la construcción de esta vivienda se tuvo en cuenta la recuperación del agua pluvial, así como otros métodos para el ahorro de energía mencionados en otros capítulos. En los ANEXOS se puede ver la nota publicada el 13 de Noviembre de 2010 en el Diario La Nación, Suplemento Countries.

4.2.4. Economizadores de Agua

La preocupación social por la defensa del medio ambiente y los cada vez más altos precios del agua ha orientado a muchos fabricantes a ofrecer artículos y complementos más eficientes en el uso del agua. Se está produciendo una renovación de infraestructuras con innovaciones que mejoran la calidad de vida disminuyendo notablemente los consumos de agua tradicionalmente empleados.

Satisfacer las necesidades con menos consumo de agua supone una importante reducción en costos económicos particulares y colectivos, también supone mejorar la calidad del agua disponible tanto para consumo humano como para nuestros entornos naturales, y reducir de forma significativa las emisiones de CO₂ que ocasionan nuestros calentadores de agua.

A continuación se presenta una selección de innovaciones de precio asequible y fácil instalación, que permiten mejorar el nivel de confort reduciendo significativamente los consumos de agua caliente y fría:

4.2.4.1. Perlizador Giratorio

El artículo más vendido en Europa es el perlizador giratorio. Ahorra un 40% de agua y energía. Estos modelos probados en noviembre de 1997 por la prestigiosa revista alemana OKO son los más recomendados.

Dos funciones alternativas: chorro burbujeante y ducha de alta presión. Su venturi interno triplica la velocidad de la salida facilitando la limpieza de la vajilla y la verdura. Gira llegando a todos los rincones.



Figura 4.2.4.1.a Perlizador Giratorio

4.2.4.2. *Reductores Limitadores*

Si no quiere cambiar la ducha se puede instalar este dispositivo en la toma del flexo: limita el caudal con chorros de un 30% de agua y energía y disminuye la presión aumentando la vida de la manguera.



Figura 4.2.4.2.a Reductores Limitadores

4.2.4.3. *Dispositivos Anti-fugas*

Si el manguito de toma de agua sufre una rotura, este dispositivo evitará una inundación. Se instala en la toma de agua de lavadoras, lavavajillas, máquinas de vending, cafeteras a presión, etc. La válvula interna corta el paso cuando se produce una depresión.



Figura 4.2.4.3.a Dispositivos Anti-fugas

4.2.4.4. *Interruptores de ducha*

Durante el enjabonado permite cortar el caudal manteniendo la temperatura de uso. Muy recomendable en griferías de doble mando



Figura 4.2.4.4.a Interruptores de ducha

4.2.4.5. Inodoros con interrupción de descarga

El uso de cisternas con dispositivos que permiten interrumpir la descarga, consigue un uso más racional del agua. La normativa europea limita la capacidad de las cisternas a 9 litros, aunque varios importantes fabricantes han lanzado al mercado modelos de 6 litros de volumen y con pulsador de corte de descarga a 3 litros, o bien doble pulsador. El éxito de estos modelos se basa en la capacidad del sifón de arrastrar con menos agua.

Para los saneamientos antiguos los fabricantes han pensado en variados dispositivos de corte de descarga fácilmente acoplables a la cisterna. En la figura aparecen interruptores recomendados por la revista alemana OKO.

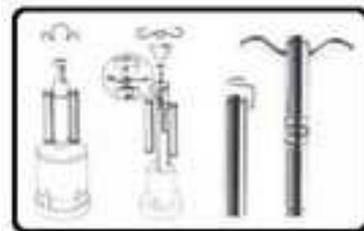


Figura 4.2.4.5.a Interruptores de Descarga

Características de las cisternas ahorradoras:

- Ahorran Agua.
- Limpia perfectamente con 6 litros de agua.
- Descarga de agua interrumpible.
- Pulsación única para descarga total. Pulsar otra vez para media descarga.
- Fácil limpieza.
- Cisterna semi-integrada.



5. ENERGÍAS RENOVABLES

5.1. Introducción

En vista del creciente aumento de los precios de la energía y el reto que plantea el cambio climático, las energías renovables adquieren cada vez más protagonismo dentro del escenario político actual. Al contrario que las fuentes de energía de combustibles fósiles, las energías renovables se basan en fuentes inagotables. Las energías renovables incluyen la energía eólica, la bioenergía, la energía solar, la energía hidráulica y la geotérmica, y disponen del potencial necesario para sustituir poco a poco a las fuentes de energía de combustibles fósiles, para abastecer de energía a los seres humanos gracias a un uso descentralizado lejos de las redes públicas, y además para conseguir un abastecimiento cada vez más seguro de agua potable en regiones con escasez de agua.

Las energías renovables se pueden emplear para generar electricidad y calor, así como en el sector del transporte. Si bien en el sector eléctrico, el viento y el sol pueden tener una producción de energía variable según la situación meteorológica, la bioenergía, la energía hidráulica y la geotérmica están disponibles casi de manera constante y se pueden almacenar y regular. En general, es posible conseguir un suministro de energía seguro en cada momento y ajustándose bien a la demanda. Gracias a su enorme rendimiento, que oscila entre unos pocos vatios y cientos de megavatios, las energías renovables se pueden adaptar además a cualquier tipo de servicio de energía. Y en una estrecha relación con la tecnología más moderna, pueden contribuir a una mayor seguridad en el suministro de la energía en una sociedad industrial moderna. Desde el punto de vista económico, no todas las fuentes de energía renovables que existen son aptas para cada país. No obstante, prácticamente en cada país existen emplazamientos atractivos para las muy diversas energías renovables existentes.

La energía eólica se utiliza desde hace siglos en muchas regiones del mundo y, en las últimas décadas, se ha convertido en una de las fuentes más importantes en el suministro sostenible de energía. La mayoría de plantas eólicas construidas por todo el mundo están instaladas, hoy en día, en tierra firme y están conectadas a la red eléctrica pública. Normalmente, existen parques eólicos formados por varias plantas y que alimentan una red de distribución eléctrica. Por el contrario, las plantas individuales son aptas para un suministro de energía descentralizado en regiones situadas lejos de una red eléctrica pública. Este tipo de plantas son, por lo general, pequeñas (hasta aprox. 500 kW) y pueden alimentar una minired local. En países con poco territorio utilizable, como en el caso de Alemania, existe un gran potencial de Repowering: las plantas de bajo rendimiento se sustituyen por otras más nuevas y más potentes. Debido a las condiciones constantes del viento y a una velocidad media del viento más elevada, se trabaja en la construcción de plantas eólicas en el mar (marinas), especialmente en



Europa. El rendimiento es hasta un 40 % más elevado que en tierra firme. A largo plazo, se espera que la energía eólica marina producida en Alemania cubra hasta el 15 % de la demanda de electricidad en 2030. El Consejo Global de Energía Eólica (GWEC) ha pronosticado que, en 2050, la energía eólica suministrará hasta un 34 % de energía a nivel mundial.

El sol suministra en una hora, más energía a la Tierra de la que se utiliza mundialmente en un año. Esta energía se puede emplear de diversas maneras. Las centrales fotovoltaicas (FV) convierten directamente la luz del sol en corriente eléctrica. Además, ofrecen la posibilidad de producir y utilizar electricidad independientemente de si existe o no una red eléctrica, por ejemplo, con Solar Home Systems (SHS). La energía fotovoltaica (FV) también se puede emplear para la construcción de sistemas aislados a la red. Este tipo de miniredes son capaces de suministrar electricidad tanto a edificios individuales como a varios pueblos. En estas miniredes se integran tecnologías de almacenamiento (Por Ej.: baterías) para garantizar así electricidad también en momentos de escasa proyección solar. La aplicación de sistemas híbridos – una combinación de diversas energías renovables (FV con, por ejemplo, plantas eólicas o hidráulicas) o también de generadores eléctricos accionados con diesel o materia geotérmica – es una solución confortable para el suministro de electricidad en pequeñas poblaciones situadas lejos de una red de distribución. No obstante, junto a una deficiencia de energía en muchos lugares, el suministro de agua limpia se considera un requisito indispensable para la supervivencia. Las plantas fotovoltaicas pueden garantizar un abastecimiento de agua continuo con la finalidad de conseguir agua potable o de riego. Además, mediante esta tecnología, también se puede desinfectar o desalinizar el agua. Las plantas conectadas a una red, pueden ser integradas perfectamente en la arquitectura del edificio, tanto en tejados como en fachadas. Las grandes plantas con rendimientos de muchos megavatios se construyen normalmente como plantas aisladas, situadas en una superficie libre. La utilización tecnológica del calor solar (energía térmica solar) trata de un uso de la energía ya muy experimentado y desarrollado a lo largo de muchas décadas. Además, las instalaciones solares térmicas pueden ser utilizadas en regiones con una menor proyección solar. Son aptas para calentar el agua potable y como apoyo a los sistemas de calefacción. Con una planta solar, el usuario no depende tanto de los combustibles fósiles ni del aumento del precio de la energía. Las plantas solares pequeñas son muy habituales hoy en día en muchos lugares dentro de la industria de la calefacción y de los oficios especializados. Existe un gran potencial en el almacenamiento de calor solar en verano para ser utilizado en el invierno, y en la distribución de agua caliente a través de redes de calor. Las grandes plantas solares térmicas también sirven como apoyo a las redes de calor a distancia. Por el contrario, el nuevo y prometedor uso solar térmico de la refrigeración solar es especialmente interesante en países con una elevada demanda de climatización.



En estos momentos, también podemos observar a nivel mundial una construcción masiva de centrales solares térmicas. Éstas demuestran su utilidad desde hace 20 años. Con un rendimiento que parte de los 10 kW aproximadamente, las centrales solares térmicas responden a diferentes necesidades, que van desde el suministro a poblaciones individuales hasta el suministro a megacentros situados en lugares alejados. Mediante el uso de tecnologías de almacenamiento, las centrales garantizan un funcionamiento de carga mínima. Existe un gran potencial especialmente en regiones desérticas de la Tierra que en seis horas captan más energía de la que consume la humanidad en un año. Los expertos dan por hecho que en los próximos cinco a diez años, la tecnología de producción de electricidad solar térmica le hará la competencia a las centrales energéticas convencionales de carga media.

La bioenergía es una de las fuentes energéticas renovables más importantes y que presentan un uso más variado. La bioenergía se emplea en forma sólida, líquida y gaseosa para la producción de electricidad y de calor y para la fabricación de biocarburantes. Una de las grandes ventajas de la bioenergía es su enorme capacidad de almacenamiento. La biomasa sólida se utiliza tradicionalmente, mediante la incineración de madera, para calentar y cocinar. En aplicaciones industriales, la biomasa se emplea para la producción de electricidad y de calor. En el caso de la utilización de biomasa para la calefacción en viviendas, es cada vez más habitual el uso de pellets de madera. Su espacio de almacenamiento es sólo un poco más grande que el del gasóleo de calefacción.

Además, el biogás puede ser gasificado en un proceso termoquímico. El gas combustible que se produce en este proceso, se utiliza generalmente en centrales de cogeneración de electricidad eficientes. Estas centrales también pueden ser instaladas lejos de redes de distribución eléctrica. El biogás se obtiene a partir de diferentes recursos: a partir de componentes orgánicos procedentes de vertederos de basuras (gas de vertedero), a partir de aguas residuales comunitarias (gas de colector), a partir de desechos orgánicos procedentes de la industria, las viviendas y los comercios, así como a partir de residuos y del cultivo energético procedente de granjas agrícolas. Los residuos fermentados producto de la producción de biogás se pueden utilizar en la agricultura como fertilizantes de alta calidad, aunque también pueden venderse como subproducto para aumentar el valor añadido. Cada vez toma más importancia el tratamiento de biogás para alcanzar una calidad similar al gas natural. El biogás producido puede alimentar redes de gas natural ya existentes. Además, el biogás también se utiliza como combustible para el transporte.

Los más importantes combustibles biogénicos para el transporte son, desde siempre, el biodiesel y el bioetanol. Los biocarburantes sintéticos, como la BtL (biomasa a líquido, licuación de biomasa) o como los aceites vegetales, se están desarrollando actualmente y ya se pueden utilizar de manera ocasional. Junto al bioetanol a base de plantas



amilíferas y ricas en azúcares, y el biodiesel a base de plantas oleaginosas, se están desarrollando actualmente nuevos biocarburantes, cuya diversidad de materias utilizadas para la producción es cada vez mayor. Algunos procedimientos se basan en la gasificación de biomasa (madera, paja, etc.) Tras la gasificación de la biomasa, ésta será transformada en combustible líquido mediante un proceso químico (proceso Fischer-Tropsch). La ventaja más determinante es que mediante el proceso BtL se utiliza toda la planta.

La energía hidráulica es la forma más antigua de aprovechamiento de la energía y ya se utilizaba en los tiempos preindustriales para accionar molinos o aserraderos. Hoy en día, mediante la energía hidráulica se produce casi exclusivamente electricidad. Actualmente, aprox. el 16 % de la electricidad producida a nivel mundial se obtiene mediante la energía hidráulica. La energía minihidráulica es considerada como forma sostenible de utilización, ya que puede ser integrada en sistemas ecológicos existentes. Según estimaciones, hasta ahora sólo se ha aprovechado aprox. una cuarta parte del potencial económico. La modernización de centrales ya existentes representa un gran potencial. En lo que respecta a la utilización de la energía hidráulica, no hay que pasar por alto la protección de la naturaleza y de las aguas (Por Ej.: Mediante la construcción de escalas para peces).

La energía geotérmica es una forma de energía renovable que, a pesar de las oscilaciones climáticas de cada época del año, está disponible a todas horas de manera relativamente constante. El principio básico de la llamada energía geotérmica profunda es básico: para obtener el calor del subsuelo se necesita un líquido gracias al cual es posible transportar el calor. Puede que este transportador ya se encuentre en el subsuelo en forma de vapor o agua caliente, en cuyo caso será transportado a la superficie, enfriado y, normalmente, vuelto a verter en el subsuelo. O puede que el líquido tenga que ser bombeado a las profundidades y, una vez calentado, ser transportado de nuevo a la superficie. El calor que se obtiene se puede utilizar directamente para calentar edificios u otro tipo de consumidores de energía. La utilización de la energía geotérmica para producir electricidad es también una alternativa muy atractiva. Especialmente en las regiones que disponen de condiciones geológicas favorables (Por Ej.: regiones con actividad volcánica, temperaturas $> 200^{\circ}\text{C}$), la energía geotérmica representa una base sólida para la producción de energía económica y no contaminante, y puede contribuir enormemente al abastecimiento mínimo necesario. En el caso de la energía geotérmica superficial, se utiliza el calor almacenado bajo tierra hasta profundidades de aprox. 150 m con ayuda de una bomba térmica. Como fuentes de calor se consideran tanto el subsuelo, el cuerpo acuoso como también el aire ambiente. La energía geotérmica superficial se emplea, sobre todo, para calentar y refrigerar edificios.



5.2. Energías renovables

5.2.1. Energías renovables – La energía del futuro

5.2.1.1. Tecnologías en energías renovables (TER)

- 1) Son ecológicas y realizan un papel muy importante en atenuar el cambio climático.
- 2) Se encuentran en abundancia en todo el mundo.
- 3) Reducen la dependencia en la importación de energía y fomentan, por el contrario, la valoración de lo local.
- 4) Generan empleo en industrias de crecimiento sostenible.
- 5) Son la base para el suministro de energía sostenible a los países industrializados y en vías de desarrollo.
- 6) Es uno de los mercados de mayor crecimiento a nivel mundial.
- 7) De riesgo poco elevado – sin problemas de emisión ni de eliminación de desperdicios, y de poco interés como potenciales objetivos terroristas.

5.2.1.2. *Las tecnologías en energías renovables pueden satisfacer la demanda de cualquier tipo de energía:*

Suministrando energía a la red

La energía hidráulica, la energía geotérmica, la energía eólica, la bioenergía y la energía solar pueden reemplazar gradualmente a la energía convencional. Una buena mezcla de fuentes de electricidad y de una tecnología inteligente de control de redes puede asegurar la estabilidad de la red de distribución de energía eléctrica.

Sistema autónomo para proporcionar energía al medio rural

Dos mil millones de personas en el mundo siguen sin tener acceso a la red eléctrica pública. Los sistemas autónomos de suministro de energía basados en energías renovables pueden suministrar electricidad en aquellos lugares en los que resultaría difícil o poco rentable construir una red eléctrica.

Suministro descentralizado de calor

La bioenergía, la energía solar térmica y la energía geotérmica suministran la energía necesaria para proporcionar calor, refrigeración y agua caliente para el uso doméstico, así como para los procesos de transferencia de calor en la industria.

Biocarburantes para el transporte

La biomasa, depósito natural de energía solar, puede ser utilizada en cualquier motor como combustible para el transporte, garantizando la movilidad de una manera sostenible.



5.2.1.3. Los costes en el suministro de energía

El precio actual de mercado de la energía de combustibles fósiles y de la energía nuclear representa tan solo una fracción de los costes reales para la sociedad. Si calculásemos los costes externos ocasionados por la degradación del medio ambiente y por los conflictos políticos, las energías renovables serían más competitivas o, en algunos casos, incluso más baratas que la energía convencional. Los daños ecológicos causados por el uso de combustibles fósiles, como las pérdidas originadas debido al cambio climático y a la contaminación del aire, se están convirtiendo en un factor económico cada vez más importante al influir cada vez más en las decisiones políticas y económicas. Por ejemplo, el coste de las emisiones de CO₂ procedente del comercio de emisiones instituido por el Protocolo de Kioto, ya muestra hoy en día repercusiones en el flujo de inversiones, por ejemplo en lo que respecta a la construcción de nuevas centrales eléctricas, pero también debido a los nuevos puntos de referencia en la gerencia de riesgos relacionados con el cambio climático de cada empresa. Además, los agentes contaminantes que se producen al quemar combustibles fósiles son la causa fundamental de la contaminación y la lluvia ácida. Según un estudio encargado por la Comisión Europea, los costes económicos para la sociedad que se han originado por el uso de petróleo y carbón para generar electricidad en Alemania oscilan entre 5–8€ct/kWh y 3–6€ct/kWh respectivamente. Las energías renovables ofrecen la posibilidad de satisfacer la demanda de energía a nivel mundial de una manera ecológica y sostenible.

5.2.2. Energías renovables - Garantizando la producción de energía

5.2.2.1. El desafío:

La demanda asciende y los recursos escasean

La demanda de combustibles fósiles a nivel mundial está ascendiendo enormemente debido particularmente a las elevadas tasas de crecimiento económico que se registran en algunas partes de Asia, mientras que, al mismo tiempo, las reservas están disminuyendo y los recursos todavía disponibles están limitados a unas pocas regiones, a menudo también políticamente inestables. Causando no solamente conflictos políticos y un número cada vez mayor de enfrentamientos militares, sino que también representa un gran riesgo económico para todas las sociedades y para su desarrollo, ya que éstas dependen enormemente de estos recursos, que son ahora más caros que nunca.

Escasez de recursos fósiles y nucleares

A pesar de la gran discusión científica actual y siendo difícil pronosticar exactamente cuándo se agotarán las reservas mundiales de petróleo, no hay duda de que esto ocurrirá en un futuro muy próximo. Teniendo en cuenta los principios económicos básicos, junto a la demanda creciente, en particular de economías emergentes como la de China, India



o Brasil, esto llevará a un crecimiento constante y muy significativo en el precio del petróleo. Precios de incluso 200 dólares estadounidenses por barril ya no se consideran una posibilidad remota. Debido en gran parte a la especulación financiera, a los conflictos armados, como los que tienen lugar en Oriente Medio, y a los desastres naturales, como los relacionados con el cambio climático, se está agravando cada vez más la volatilidad del precio del petróleo. Aunque la mayoría de conflictos afecten de manera más fuerte y evidente a la producción de petróleo, los problemas originados por el futuro agotamiento de recursos también afectarán a la producción de gas natural, de uranio y de carbón, y nos enfrentarán a desafíos similares.

Limitación regional de los recursos disponibles

No solamente se están reduciendo las reservas de combustibles fósiles, sino que las reservas todavía disponibles se ven limitadas a unas pocas regiones, muchas de las cuales han de enfrentarse a serios problemas políticos y de seguridad. Por ejemplo, el 71% de las reservas de petróleo y el 69% de las reservas de gas a nivel mundial se encuentran en la zona de Oriente Medio y el Mar Caspio, que es conocida con el nombre de la “elipse de recursos”.

Dependencia creciente en las importaciones

Como las reservas disponibles están limitadas a unos pocos países, el resto de economías se ven obligadas a importar combustibles no renovables. Por ejemplo, la tasa de dependencia energética de Alemania alcanzó un 61 % en 2008, mientras que la dependencia energética de la Unión Europea alcanzó el 54 %. Dos de los estados miembros de la UE alcanzaron incluso unas tasas de dependencia del 100 %. Las importaciones netas necesarias no solo implican grandes transferencias de capital sino también la inseguridad en el suministro de energía, así como dependencias políticas y geoestratégicas.

5.2.2.2. Tecnologías en energías renovables – Valoración de lo local con recursos que son abundantes y están disponibles en todo el mundo

La energía eólica, solar, terrestre y de la biomasa está disponible localmente en todo el mundo y puede contribuir crucialmente a garantizar la producción de energía y a prevenir los conflictos derivados de la escasez de combustibles fósiles y nucleares. Además, para los 1.600 millones de personas que no tienen acceso al suministro de energía moderna, así como la gran demanda de energía procedente de las economías emergentes, las tecnologías en energías renovables ofrecen la posibilidad de suministrar energía de manera sostenible y descentralizada creando la valorización de lo local, todo ello sin la necesidad de instalar costosas redes eléctricas ni de depender de las importaciones. Aquí es, precisamente, donde el uso de sistemas autónomos – sistemas descentralizados para el suministro de electricidad – tiene más sentido. Para garantizar



un suministro continuo y asequible de energía, los sistemas híbridos autónomos pueden utilizar conjuntamente varias fuentes de energía. Por ejemplo, fuentes de energía como la energía eólica, la fotovoltaica, la hidroeléctrica y motores de combustión pueden ser empleados conjuntamente con gran éxito.

5.2.3. Energías renovables - Mitigando del cambio climático

5.2.3.1. Cambio climático: El desafío del siglo XXI

El calentamiento global causado por las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por el ser humano es una de las mayores amenazas para la civilización en el siglo XXI. Ha comenzado a afectar y a cambiar la vida de las personas en todo el mundo, y sus consecuencias continuarán intensificándose.

5.2.3.2. Los hechos

De acuerdo con el 4º Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de 2007, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera en 2005 superaba con creces la escala natural de los últimos 650.000 años, debido, principalmente, al uso de combustibles fósiles. Constata que no existe la menor duda de que el calentamiento global del sistema climático ya está teniendo lugar. Esto se puede demostrar por medio de observaciones como la del incremento de la temperatura media global del aire y del océano, los cambios generales en la cantidad de precipitaciones, la salinidad del océano, los diferentes modelos de los campos de viento y otras características climáticas extremas como sequía, fuertes precipitaciones, olas de calor y la intensidad de los ciclones tropicales. Trece de los catorce años más calurosos sufridos entre 1850 y 2008 se han dado en los últimos catorce años (1995–2008). El año 2008 fue el décimo más caluroso de todos. Desde comienzos del siglo XX, la temperatura media global de la superficie ha ascendido 0,74°C. La tendencia lineal en el aumento de las temperaturas de los últimos 50 años (0,13°C por década) es casi dos veces mayor que la de los últimos 100 años.

5.2.3.3. Aspectos económicos del cambio climático

En 2006, el gobierno británico publicó un informe exhaustivo sobre los aspectos económicos del cambio climático. Éste señala claramente que el cambio climático tendrá un impacto muy importante en el crecimiento y en el desarrollo de cada país. Haciendo uso de los resultados de modelos económicos oficiales, el informe estima que si no se realizan acciones decisivas ahora, los costes y riesgos globales originados por el cambio climático equivaldrán a perder al menos entre un 5 % y un 20 % del PIB global cada año. Según el informe, los costes necesarios para estabilizar nuestro clima son importantes pero razonables, y los beneficios de una temprana reacción tendrán más peso que los costes económicos de la no intervención. Sugiere que es necesario que todos los países actúen en relación al cambio climático, y que no se deben limitar las



aspiraciones de crecimiento de países ricos o pobres. Los recursos empleados para mitigar el cambio climático llevarán, además, a nuevas oportunidades de comercio, principalmente en los mercados para tecnologías de energías con baja emisión de carbono así como otros servicios y productos con bajas emisiones de carbono. Con un volumen previsto de cientos de miles de millones de dólares cada año, estos mercados crearán también en este sector un número importante de puestos de trabajo sostenibles.

5.2.3.4. Los países más pobres serán los más afectados

Comparado con el resto de países, el impacto del cambio climático afectará de manera desproporcionada a los países pobres y en vías de desarrollo, al ser éstos más vulnerables y disponer de menos oportunidades para adaptarse a las consecuencias. Se agravarán las injusticias en el ámbito de la salud y en el acceso a una alimentación adecuada, agua potable y otros recursos, ya que la producción de alimentos, el suministro de agua, la salud pública y el sustento de las personas se verán perjudicados. Es por ello esencial que tanto la mitigación del cambio climático como la adaptación formen parte integral de la política de desarrollo y cooperación.

5.2.3.5. Las tecnologías en energías renovables como parte integrante de una estrategia de mitigación

La capacidad de la atmósfera de absorber agentes contaminantes sin que se produzcan efectos de riesgo se ha ido debilitando durante años. Sin embargo, el uso de petróleo, gas natural, carbón y uranio representa riesgos más importantes: solamente se encuentran en cantidades limitadas, sus precios son muy volátiles y llevan a una dependencia política. Con las energías renovables, disponemos de fuentes de energía que no producen agentes contaminantes y que están siendo renovadas constantemente por medio de procesos naturales con el fin de que estén disponibles para un período de tiempo infinito en relación a la duración de la vida humana. Las tecnologías en energías renovables pueden conseguir la reducción de grandes emisiones de CO₂ en el sector eléctrico, reemplazar combustibles para el transporte basados en aceites minerales, y proporcionar calor y refrigeración ecológicos.

5.3. Energía eólica

5.3.1. La industria eólica acelera la obtención de energía

La industria eólica avanza a pasos agigantados. En muchas partes del mundo, los molinos de viento tradicionales se utilizaron para moler grano o bombear agua y han formado parte del paisaje durante siglos. Las turbinas eólicas modernas son centrales eléctricas que generan electricidad a un precio competitivo. Gracias a su tecnología altamente desarrollada y a su rentabilidad, así como a sus beneficios medioambientales, la energía eólica es la fuente renovable más potente y de mayor crecimiento en la generación de electricidad a nivel mundial. A finales de 2008, ya se habían instalado



121.188 MW de capacidad eólica en todo el mundo y este próspero mercado creció en 2008 llegando a 27.261 MW de nuevas instalaciones, lo que corresponde a un 29% de crecimiento anual.

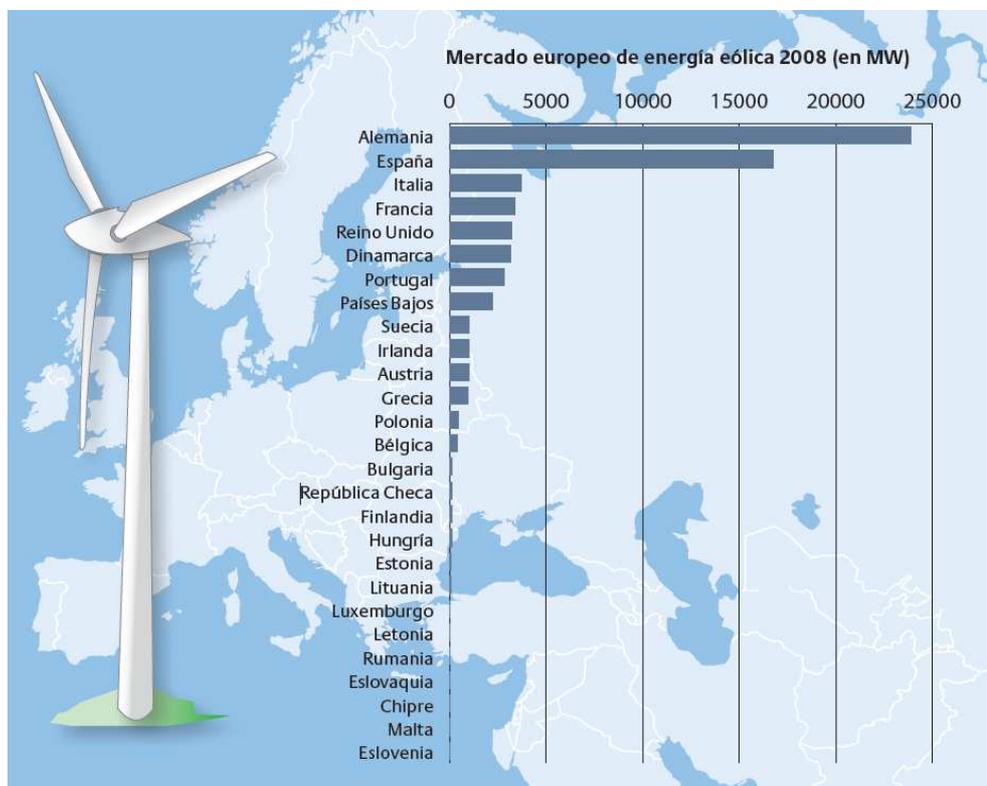


Figura 5.3.1.a Energía Eólica - Mercado Europeo

5.3.1.1. Las ventajas del uso de la energía eólica

- La industria eólica ofrece electricidad limpia y ecológica a precios competitivos.
- El mercado de turbinas eólicas crea empleo y aporta beneficios a zonas económicamente más pobres. La creación de empleo tiene lugar en el proceso de manufacturación, planificación y mantenimiento de las turbinas; los ingresos destinados a las comunidades se generan a partir de la recaudación de impuestos y de los contratos de arrendamiento de terreno.
- Las turbinas eólicas cubren un amplio abanico de aplicaciones desde unos pocos kW hasta varios MW. Las turbinas de 10 kW, que no están conectadas a la red de distribución eléctrica, suministran energía a granjas y pequeñas aldeas; grandes parques eólicos marinos con varios cientos de MW de capacidad instalada suministran energía a la red de distribución eléctrica de las regiones industriales.
- Las turbinas eólicas son la base idónea para la producción de una mezcla de energía con otras fuentes de energía renovable, ya sea tanto para la red de distribución pública como para las miniredes.

5.3.2. Principio operativo

Las turbinas eólicas son centrales eléctricas modernas de alta tecnología basadas en un principio operativo simple. Las palas del rotor capturan la energía cinética del viento, la transforman en energía mecánica y después en electricidad mediante un generador. Los ingenieros se apoyaron en la experiencia adquirida en la construcción de aeronaves para aprovechar la fuerza de empuje del viento a la hora de diseñar turbinas eólicas modernas. Hoy en día, el rotor de eje horizontal de tres palas es el más habitual. Se ha comprobado que es mecánicamente fiable, visualmente atractivo y sigiloso. Ha sido diseñado para proporcionar un rendimiento óptimo del generador para las velocidades del viento situadas entre 11–15 m/s, aunque también funciona con efectividad a menor velocidad. Si el viento es muy fuerte, el rendimiento se reduce para asegurar que se suministre a la red eléctrica un nivel constante de energía. La tecnología de control moderna se emplea cuando las turbinas eólicas se conectan a la red eléctrica para garantizar una transmisión “suave” y gradual que prevenga fluctuaciones en la red. Las previsiones que se hacen para la producción de energía eólica son tan fiables que las predicciones diarias son exactas en el 90 % de los casos. De ahí que los operadores de redes eléctricas puedan integrar fácilmente la producción de energía eólica dentro de la planificación necesaria para la utilización de centrales eléctricas.

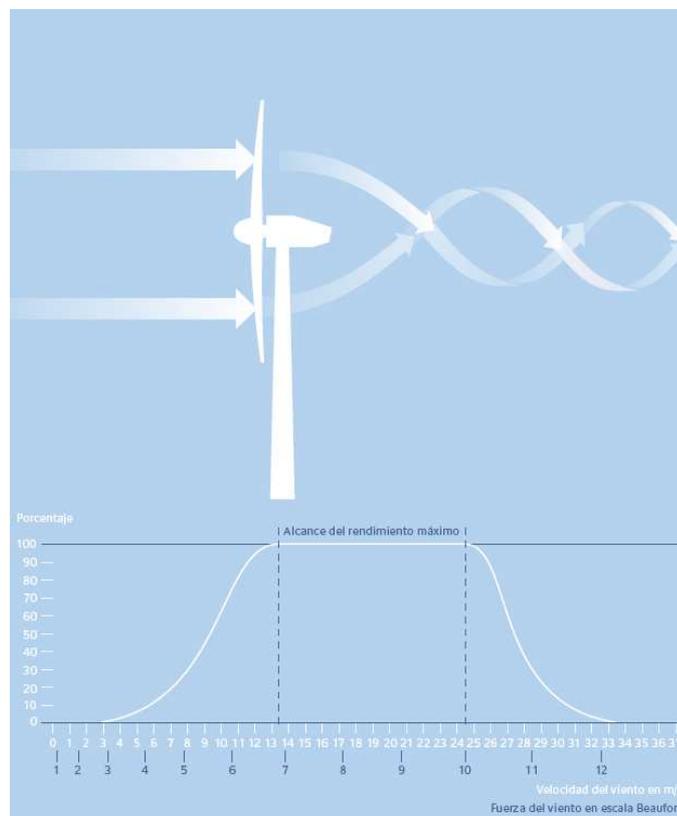


Figura 5.3.2.a Energía Eólica - Principio Operativo



5.3.2.1. *Diseño*

Una turbina eólica moderna conectada a la red eléctrica está compuesta por álabes o palas del rotor, un rotor, posiblemente una caja multiplicadora, un generador, una torre, los cimientos y una conexión a la red de distribución eléctrica.

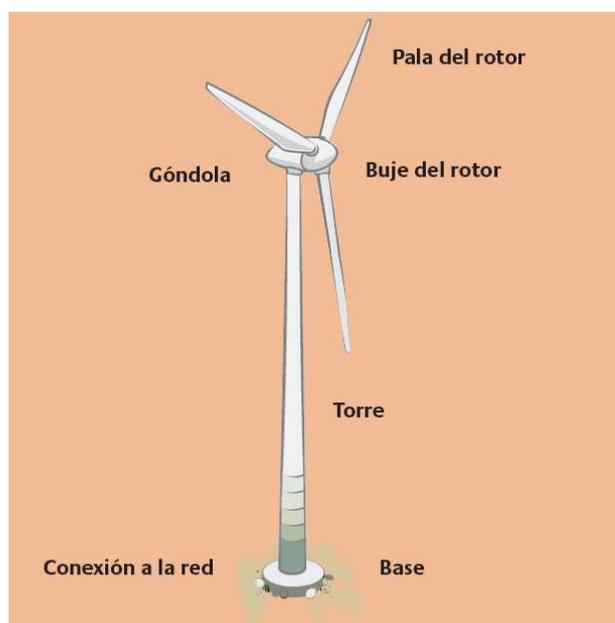


Figura 5.3.2.1.a Diseño

5.3.2.2. *Rendimiento de una turbina eólica*

Las turbinas eólicas modernas giran lentamente, produciendo energía de manera muy efectiva y sigilosa. Dependiendo de su emplazamiento, una única turbina de 1,5 MW produce de 2,5 a 5 millones de kWh de electricidad por año, suministrando de este modo suficiente energía para abastecer entre 1.000 y 2.000 hogares de cuatro miembros, o a dos o tres locomotoras eléctricas. El rendimiento de una turbina eólica aumenta con la superficie de los álabes y con la potencia generada por tres álabes dependiendo de las velocidades del viento. De ahí que, un incremento del 10 % en la velocidad del viento incrementa tres veces el rendimiento. La velocidad lateral media del viento es un parámetro crucial para la producción de energía de una turbina eólica. Las torres más altas están expuestas a una mayor velocidad del viento y los álabes más largos capturan mucha más energía.

5.3.3. *La eólica terrestre*

Hoy en día, las turbinas están situadas en la costa o cerca de ella, y la energía eólica también se produce en lugares situados más hacia el interior. Además, para asegurar una alta producción en lugares de interior, se han fabricado turbinas con torres altas y álabes más largos. Las montañas y las mesetas son lugares especialmente apropiados para el

aprovechamiento de la energía eólica. Se han fabricado muchos tipos diferentes de turbinas para satisfacer cada tipo de aplicación. La industria eólica ha acumulado más de 20 años de experiencia en el sector de la energía eólica moderna.



Figura 5.3.3.a Parque Eólico Terrestre

5.3.3.1. *Turbinas conectadas a la red eléctrica*

Las turbinas eólicas se unen en grupos, en los llamados parques eólicos o se colocan en unidades individuales. Las unidades individuales suelen suministrar energía de manera directa a la red eléctrica existente. Cuando se construyen parques eólicos, los costes de conexión a la red de distribución eléctrica son normalmente más elevados (cables de conducción a la red eléctrica para el tránsito de energía, unidades de control y estaciones de transformadores). Actualmente, los parques eólicos constituyen la mayoría de las nuevas instalaciones en Europa.

5.3.3.2. *Repowering*

Las turbinas pequeñas están siendo reemplazadas cada vez más por otras más modernas y más grandes. En Alemania, existe un gran potencial de ‘reemplazo’; el número de turbinas existentes actualmente se podría reducir a medio y largo plazo mientras que el rendimiento de energía podría incrementarse sustancialmente. Al mismo tiempo, el reemplazo crea un mercado de turbinas usadas, lo que puede resultar útil, por ejemplo, en el caso de soluciones individuales como los sistemas autónomos.

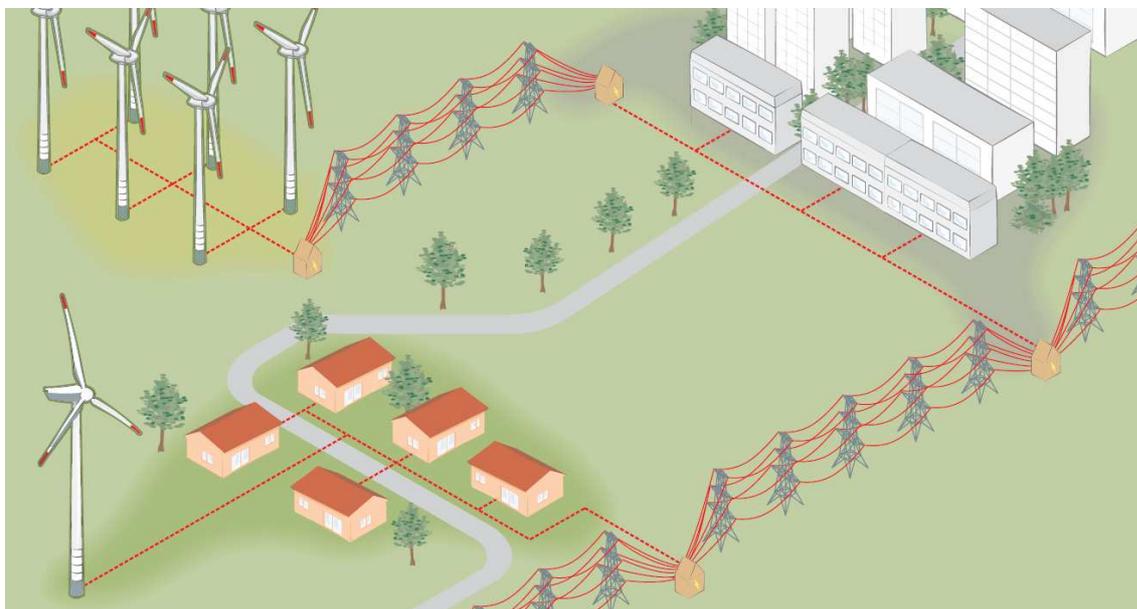


5.3.3.3. *Sistemas autónomos*

Los sistemas autónomos se construyen en áreas donde la red eléctrica pública está situada demasiado lejos o donde los costes de conexión a la red serían demasiado elevados. En este caso, el objetivo no es instalar la turbina eólica más grande sino una que se adapte a las condiciones y necesidades del lugar. Una turbina de entre 100 y 300 kW. podría ser, por ejemplo, la mejor elección para una aldea con una pequeña red de distribución eléctrica.

5.3.3.4. *Integración en la red eléctrica*

La expansión del mercado eólico presenta nuevos desafíos para la red de energía eléctrica. La red de transmisión de electricidad debe expandirse para poder transmitir la energía eólica, que generalmente se concentra en lugares con vientos muy fuertes, a los centros de carga donde se consumen las mayores cantidades de electricidad. Teniendo en cuenta que la cantidad de energía eólica que se suministra a la red eléctrica varía considerablemente según las condiciones meteorológicas, las centrales eléctricas convencionales, desde el punto de vista de la generación de energía, deberían ser capaces de reaccionar a las fluctuaciones en las redes de alimentación, mientras que, desde el punto de vista de la demanda, se necesitaría incrementar la flexibilidad a la hora de controlar la potencia.



Figuras 5.3.3.4.a Conexión a la Red Eléctrica

5.3.4. *La eólica marina*

El viento es más fuerte y más constante en el mar. Además, el rendimiento es alrededor de un 40 % más elevado que en la tierra. La mayoría de turbinas se instalan a mucha

distancia de la costa donde son prácticamente invisibles desde la tierra. Las turbinas eólicas situadas en el mar poseen un enorme potencial. En Alemania, se espera que los parques eólicos marinos cubran a largo plazo (en 2030) el 15 % de la demanda de electricidad del país con una capacidad de hasta 25.000 MW hasta 2030, según los planes del gobierno alemán. Actualmente, casi todos los fabricantes de turbinas están desarrollando y fabricando una nueva generación de turbinas eólicas marinas más grandes y más efectivas con capacidades de hasta cinco MW por turbina. Los parques eólicos marinos han sido planificados y construidos en profundidades marinas de hasta 30 metros o más, lo que ha hecho necesaria la fabricación de nuevos diseños para los cimientos. No sólo se han de conectar los parques eólicos marinos a la red eléctrica, lo que hace necesaria la instalación de cables en el suelo marino, sino que además se han de extender cables eléctricos a lo largo de la costa para permitir la transmisión de la electricidad generada.



Figura 5.3.4.a Parque Eólico Marítimo

Los parques eólicos marinos están creando nuevos incentivos para la industria y para el mercado laboral, especialmente para las empresas de servicios y utilidades que facilitan las operaciones en el mar. Las zonas costeras más débiles económicamente, donde las industrias pesqueras y de construcción naval están sufriendo más, son las que más se beneficiarán de este desarrollo. En este momento, sólo se han construido a nivel mundial unos pocos parques eólicos marinos, el 99 % de los cuales están situados en Europa, la mayoría en Dinamarca, el Reino Unido, Irlanda, Suecia y los Países Bajos, con una capacidad total de 1.473 MW. Muchos proyectos se encuentran en la fase de planificación. En noviembre de 2009, fue instalado con éxito en el Mar del Norte de



Alemania, 45 kilómetros al norte de la isla de Borkum, el primer parque eólico marino alemán. Las doce turbinas que constituyen el parque fueron instaladas en un periodo de menos de 7 meses, siendo alpha ventus el primer parque eólico marino del mundo que pone en funcionamiento una docena de turbinas eólicas de 5-megavatios.

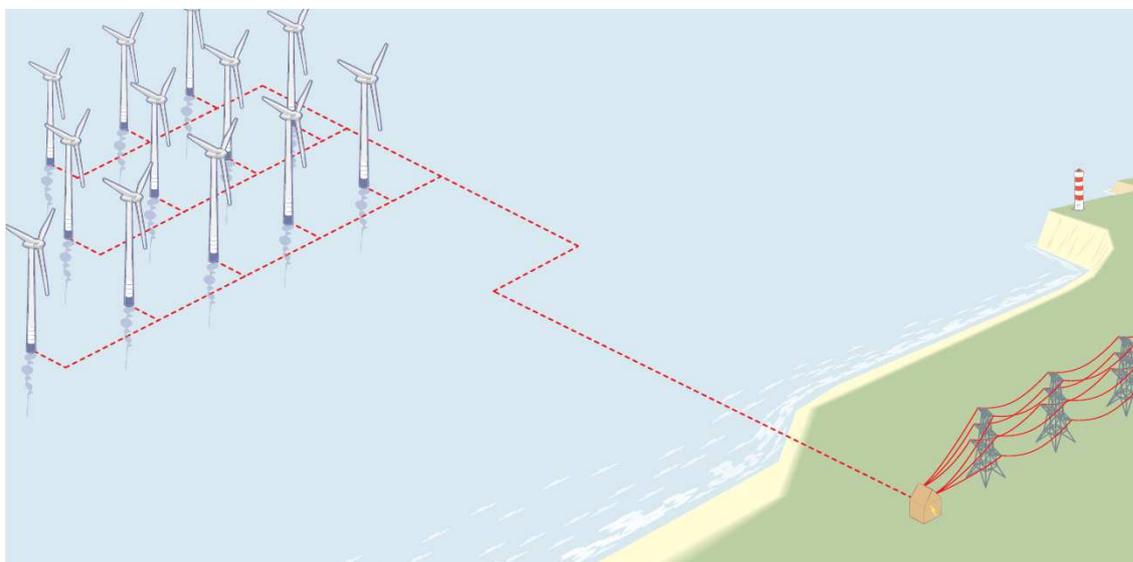


Figura 5.3.4.b Conexión a la Red Eléctrica

5.3.4.1. Perspectivas

El Consejo Global de Energía Eólica (GWEC) estima que en 2050 la energía eólica será la proveedora ecológica del 34 % de la demanda global de electricidad. Los parques eólicos terrestres y marinos tendrán cada vez un papel más importante en los esfuerzos internacionales por frenar los efectos del cambio climático. Junto al desarrollo de este mercado, un objetivo prioritario es el de tomar medidas para optimizar la red eléctrica existente, de las cuales la mayor parte tiene que ver con una mayor extensión de la red. En Alemania, las medidas para ampliar la red eléctrica y mejorar la forma en que ésta se usa, por ejemplo, mediante el control de la temperatura, están actualmente en curso. Estas mejoras van a transformar las redes eléctricas existentes en las denominadas redes inteligentes. El uso de nuevas tecnologías de almacenamiento, como el almacenamiento de aire comprimido (entre otros) y las posibilidades de almacenamiento de energía de los vehículos eléctricos, una mejor administración de la potencia en los sectores privados y de la industria, así como la conexión entre la generación de energía eléctrica descentralizada y las llamadas centrales eléctricas virtuales, todas ofrecen un potencial importante para la óptima integración de la energía eólica.

5.4. Fotovoltaica

5.4.1. Energía solar

El sol suministra en solo una hora más energía a la tierra de la que se utiliza en un año en todo el mundo. Esta energía puede ser empleada de diferentes maneras, por ejemplo con la ayuda de energía solar fotovoltaica (PV). Gracias a sus muchos años de experiencia, los fabricantes alemanes suministran sistemas y productos fotovoltaicos de la más alta calidad, que disfrutan de una gran demanda a nivel mundial.

5.4.1.1. Utilización directa de la energía solar

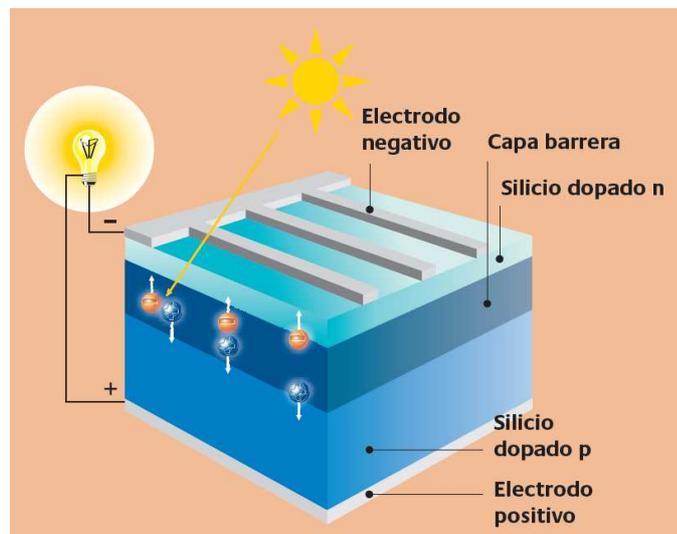


Figura 5.4.1.1.a Energía Solar - Principio Operativo

La utilización directa de la energía solar se puede dividir en dos tipos: energía solar térmica (generación de calor) y energía solar fotovoltaica (generación de electricidad). Este grupo describe la conversión directa de luz solar en energía eléctrica.

5.4.1.2. Células y módulos solares

Las células solares convierten la luz solar en electricidad mediante lo que se conoce con el nombre de 'efecto fotovoltaico' (fotón = luz). Hoy en día, las células de silicio mono y policristalino son las más utilizadas. La proporción existente de células de capa fina en el mercado ha ido en aumento cada año. Las células fotovoltaicas individuales se conectan eléctricamente unas con otras y se encerradas entre dos láminas de cristal para formar un módulo solar.

5.4.1.3. Sistemas fotovoltaicos

Dependiendo de cada aplicación, los módulos se configuran como sistemas instalados completos que disponen de inversores, reguladores de carga, baterías y similares. Las



instalaciones fotovoltaicas se pueden diseñar como sistemas autónomos o como sistemas conectados a la red de distribución eléctrica. En sistemas autónomos, el rendimiento energético se ajusta a las necesidades energéticas, siendo almacenado, si es necesario, en acumuladores o siendo implementado utilizando una fuente de energía adicional (sistemas híbridos). En los sistemas conectados a la red eléctrica, la red de electricidad pública es efectivamente el medio de almacenamiento de la energía.

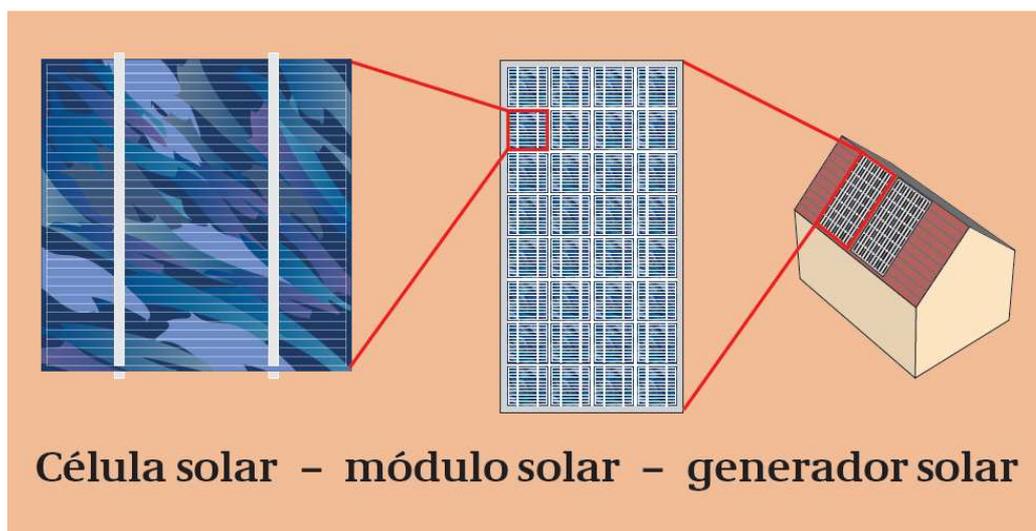


Figura 5.4.1.3.a Módulo Solar

5.4.1.4. Ventajas de la generación de energía fotovoltaica

- Generación de electricidad sin ruido ni emisiones;
- Gran capacidad de aplicación, desde miniaplicaciones como las calculadoras solares de bolsillo hasta la producción de energía para hogares y grandes centrales con un rendimiento de varios megavatios;
- Sin partes móviles – los sistemas disfrutan de una larga vida en servicio;
- Gran sostenibilidad climática – el uso y la eliminación de silicio no presenta ningún riesgo para el medio ambiente.

5.4.2. Energía solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica

5.4.2.1. Principios para la instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica

- Generación de energía – las células solares generan energía eléctrica a partir de la luz que incide directamente sobre ellas. Esta energía es corriente eléctrica directa.
- Conversión de energía – convierten la corriente directa en corriente alterna como la que se usa en redes eléctricas. Esta conversión se lleva a cabo a través del inversor



de carga eléctrica, que también regula el modo operativo óptimo de acuerdo a las condiciones de radiación e incluye dispositivos protectores y de monitoreo.

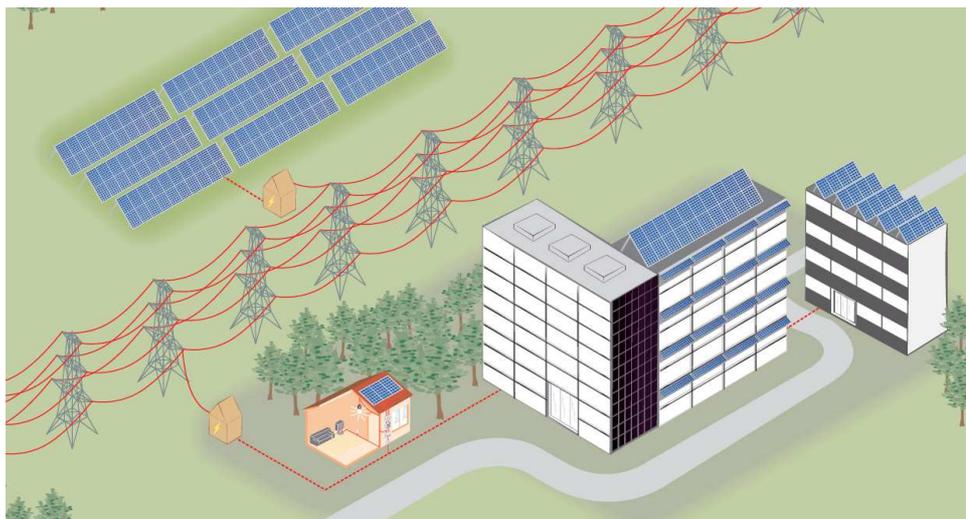
- Uso de la energía – dependiendo del tipo de conexión, la electricidad generada es suministrada completamente a la red pública o se emplea en primer lugar para el suministro de electricidad doméstica y después tan solo se suministra la sobrante al operador de red eléctrica. Comparado con una instalación sin conexión a la red eléctrica, los costes del sistema son más bajos ya que generalmente no se requiere un sistema de almacenamiento de energía. Éste es un factor que también mejora la eficiencia del sistema y reduce el impacto medioambiental. El tamaño de los sistemas de producción de energía solar sin conexión a la red es más flexible que el de otras fuentes de energía. Se puede implementar para cualquier tamaño deseado entre 100 y varios vatios. Por ejemplo, si un sistema está pensado para cubrir el consumo anual de una familia de cuatro miembros en Alemania, la media de hogares necesitaría un sistema fotovoltaico con una capacidad de entre 3,5 y 4 KWp. Dependiendo del tipo de tecnología fotovoltaica empleada, esto corresponde a una superficie de entre 35 y 40 m² o más. Sin embargo, un hogar que utilice aplicaciones de ahorro de energía solo necesita un sistema fotovoltaico que suministre aproximadamente 2 KWP, lo que equivale a ocupar unos 20 m² de superficie en el tejado.

5.4.2.2. Opciones de diseño

El mercado fotovoltaico ofrece numerosas opciones de diseño: montaje sobre el tejado, integración en el tejado y en la fachada del edificio, tejado plano, módulos semitransparentes, una combinación de sistemas para el tejado con generación de energía fotovoltaica, instalaciones independientes, muros de protección contra el ruido y techos de las plataformas ferroviarias. Las empresas alemanas suministran sistemas robustos, fiables y probados para un amplio abanico de opciones de aplicación que es también un aspecto destacable desde el punto de vista arquitectónico.

5.4.2.3. Suministro fiable mediante la energía fotovoltaica

En caso de avería en la red, los sistemas PV conectados a la red eléctrica tienen que ser normalmente desconectados de la red por razones de seguridad, para prevenir así operaciones autónomas incontroladas. Sin embargo, un sistema conectado a la red puede también ser modificado de manera que si existe un apagón (durante tormentas o en áreas con una red eléctrica inestable), el sistema funciona como suministro de energía de emergencia.



Figuras 5.4.2.3.a Conexión a la Red Eléctrica

5.4.3. Abastecimiento sostenible de agua en las zonas rurales

El abastecimiento de agua corriente es el requisito más importante para la civilización humana. Los sistemas fotovoltaicos pueden garantizar tanto el abastecimiento de agua potable para los seres humanos como el abastecimiento de agua para el riego y para el ganado en áreas remotas lejos de una red eléctrica. Los sistemas solares también se utilizan para desinfectar y desalinizar el agua. Las bombas de agua que funcionan mediante energía solar fotovoltaica se han utilizado satisfactoriamente durante muchos años para bombear agua de superficie o agua subterránea, incluso desde grandes profundidades.



Figura 5.4.3.a Aplicaciones Rurales

5.4.3.1. Sistemas compactos y avanzados ya disponibles en el mercado

La energía solar permite la función de bombeo de agua sin baterías. El generador fotovoltaico impulsa directamente bombas centrífugas y bombas de membrana. Un tanque de agua actúa como acumulador, reemplazando a las baterías: en lugar de energía eléctrica, el agua se almacena y puede ser utilizada en cualquier momento. Los sistemas híbridos que integran energía eólica y solar en combinación con el almacenamiento de baterías proporcionan electricidad continuamente para bombear

agua subterránea a la superficie y, si es necesario, para el almacenamiento de tanques. La electricidad solar producida durante el día se almacena en una batería y está, por eso, disponible por la noche y durante los periodos de mal tiempo. Un regulador de carga controla el estado de la carga de la batería e impide que el banco de baterías se sobrecargue o descargue.

El agua se puede desinfectar sin la necesidad de añadir sustancias químicas, mediante microfiltros elevadamente eficientes o equipos de radiación UV. Estos sistemas son robustos, de fácil mantenimiento y funcionan independientemente del suministro de energía externa. Los procesos de energía térmica solar, así como los sistemas que funcionan mediante energía fotovoltaica, se emplean para desalinizar el agua del mar.

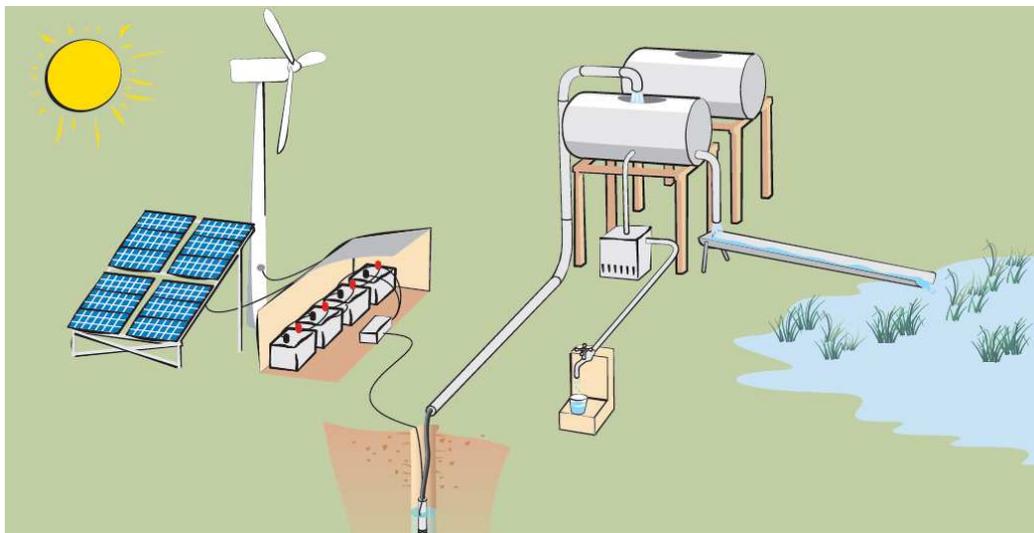


Figura 5.4.3.1.a Ejemplo de Aplicación

5.4.4. Sistemas solares para el hogar

Existe una demanda para la introducción de aplicaciones eléctricas y para el suministro de iluminación incluso en hogares situados en un lugar remoto lejos de cualquier suministro de energía pública. Los sistemas solares para el hogar se desarrollaron para suministrar energía a hogares individuales en zonas rurales situados lejos de la red de distribución pública. Un sistema consiste en un módulo solar, una batería y un regulador de carga para suministrar electricidad a aplicaciones de corriente directa. Si es necesario, se puede integrar un inversor para permitir la operatividad de aplicaciones de corriente alterna. Los sistemas solares para hogar suministran energía en los hogares, por ejemplo para:

- Iluminación, Ventilación
- Radio, TV
- Refrigeración



- Teléfonos, teléfonos móviles
- Ordenadores

El tamaño del sistema requerido depende del número y el tiempo operativo de las aplicaciones. Se recomienda utilizar aplicaciones muy eficientes energéticamente como las lámparas de ahorro de energía, lámparas LED, o refrigeradores de bajo consumo que funcionan con corriente directa. Los sistemas solares para el hogar están disponibles en unidades totalmente integradas y compactas. La potencia y la capacidad se adaptan a las necesidades individuales. Las ventajas:

- Fácil operación
- Fácil instalación
- Fácil mantenimiento
- Tecnología avanzada
- Componentes de alta calidad
- Montaje de alta calidad
- Sistemas plug-and-play para una sencilla instalación
- Sistemas de prepago de fácil integración

5.4.5. Suministro de energía y sistemas híbridos en zonas rurales

Muchas aldeas en el mundo todavía no están conectadas a la red de distribución eléctrica. Un sistema comunal de suministro de energía fotovoltaica puede ser apropiado para la instalación en grupos de varias casas. Un sistema de suministro central abastece energía a una red de distribución pequeña de sistemas híbridos con módulos fotovoltaicos. Los generadores de viento y/o generadores de diesel suelen ser instalados junto a un sistema de baterías y un inversor para suministrar electricidad de corriente alterna a los consumidores. Las casas, las instalaciones comunales (escuelas, hospitales) y las aplicaciones comerciales (como talleres) están conectadas al circuito. La potencia y la capacidad de funcionamiento de estos sistemas se adapta a las necesidades de los consumidores y puede ampliarse si es necesario. La energía se puede suministrar para:

- Iluminación
- Radio, TV
- Refrigeración
- Teléfonos, comunicaciones
- Escuelas, hospitales

- Actividades comerciales
- Sistemas de irrigación
- Suministro de agua corriente

5.4.5.1. *Sistemas híbridos basados en la energía fotovoltaica*

También es posible suministrar energía a aldeas utilizando sistemas híbridos. Aquí, las tecnologías complementarias en energías renovables como la energía eólica, la energía hidráulica y los motores de combustión se combinan con las fotovoltaicas. Por ejemplo, se ha instalado un sistema híbrido autónomo en Mbinga, Tanzania, como parte del programa de paneles solares de dena. Éste combina la generación de electricidad fotovoltaica con un generador que funciona con aceite de la planta jatrofa. 150 monjas y alumnos viven actualmente en el convento y en el internado afiliado a éste. El sistema suministra energía eléctrica renovable en la escuela, en la clínica y en los talleres.



Figuras 5.4.5.1.a Ejemplo Aplicación Mbinga, Tanzania

5.4.6. *Aplicaciones para sistemas sin conexión a la red eléctrica*

Se han construido muchas instalaciones técnicas en áreas situadas lejos de la red eléctrica y se necesitan unidades de energía autónomas.



Los sistemas solares suministran energía fiable a instalaciones técnicas en áreas remotas.

Una gran variedad de sistemas pueden ser equipados con módulos solares, baterías recargables y reguladores de carga, incluyendo:

- Transmisores y amplificadores (radio, TV)
- Redes de telefonía móvil, comunicaciones
- Señales (ferrocarril)
- Estaciones de medición
- Sistemas de monitoreo (tuberías)
- Señales de navegación para barcos
- Cabinas telefónicas de emergencia.

Para todo este tipo de aplicaciones ya están disponibles unos sistemas altamente fiables que requieren poco mantenimiento.



Figura 5.4.6.a Ejemplos de Aplicación

5.4.6.1. Perspectivas

Algunos investigadores y empresas alemanas están actualmente desarrollando procesos que reduzcan los costes de los módulos, aumenten el grado de eficiencia e incrementen el rendimiento. Los ámbitos de aplicación son, por ejemplo, la producción integrada (moldes de metal, semiconductores, producción celular y modular), sistemas fotovoltaicos con baterías de tracción y el uso de materias primas alternativas para reducir así la cantidad de silicio requerida o para reemplazarla completamente.

La energía fotovoltaica se está convirtiendo además en un elemento de diseño en los edificios. Los paneles fotovoltaicos se pueden integrar armoniosamente a la fachada del edificio o, alineándolos de manera inteligente, pueden ser aprovechados para dar más sombra al interior del edificio, reduciendo de esta manera los costes para el aire acondicionado. Además, las células solares flexibles, tanto las cristalinas como las de película delgada, abren nuevos horizontes a una gran variedad de aplicaciones. Ya existen en el mercado paneles flexibles y ligeros, sin vidrios y de película delgada y que pueden, por ejemplo, ser integrados utilizando papel de aluminio para tejados y ‘ser extendidos’ en los tejados de las casas, o empleados para vehículos o barcos.

5.5. Solar térmica

5.5.1. Calor solar

La tecnología que utiliza la energía solar para generar calor es una tecnología muy experimentada, ha sido sometida a numerosos tests y se lleva utilizando durante muchos años. La energía térmica solar se emplea en los hogares para calentar agua, y para sistemas de calefacción y de refrigeración.

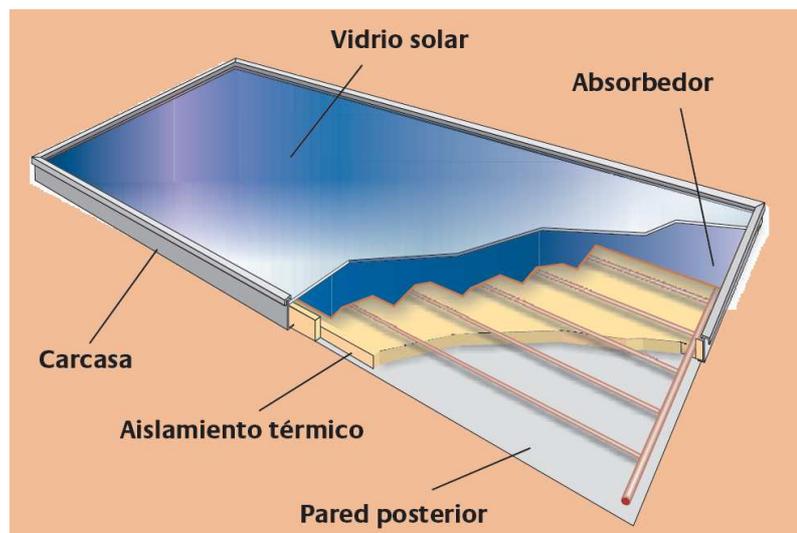


Figura 5.5.1.a Calor Solar - Principio Operativo

5.5.1.1. Tecnologías y sus aplicaciones

Las instalaciones solares empleadas para la producción de calor se pueden utilizar en todo el mundo, incluso en zonas con niveles de radiación más bajos y menor brillo solar. Hasta hoy, los sistemas de producción de energía térmica solar se han utilizado generalmente para calentar el agua corriente así como para calentar chalets o casas adosadas. En los últimos años, se han realizado grandes esfuerzos para introducir el uso de energía térmica solar en los edificios de apartamentos, hospitales, casas residenciales, hoteles y en el sector comercial. Por consiguiente, se están utilizando hoy



en día sistemas de gran calidad para la producción de energía térmica solar a gran escala en la renovación de apartamentos de alquiler, como por ejemplo en edificios de muchas plantas, sin generar efectos negativos en los costes de utilidad ni en el alquiler. En los edificios residenciales, existen dos tipos de sistemas para la producción de energía térmica solar, los que se utilizan únicamente para calentar agua y los que además suministran calefacción (los llamados sistemas combi). Normalmente, la energía solar es capaz de suministrar entre un 10 % y un 30 % de las necesidades totales de energía de un edificio, dependiendo de si dispone de buen aislamiento y de las necesidades totales de suministro de calor. Existen también casas que emplean energía solar especial, las cuales obtienen entre un 50 % y un 100 % de sus necesidades totales a partir de la energía térmica solar.

5.5.1.2. Existen diferentes tipos de colectores solares

El tipo más simple de colector es el colector con absorbedor de plástico sin vitrificar. En éste, el agua es bombeada a través de esterillas de plástico negras y se utiliza, normalmente, para calentar piscinas. Con este método se alcanzan temperaturas entre 30°C y 50°C.

Casi el 90 % de los colectores que se utilizan en Alemania son colectores planos. Aquí, la placa absorbadora solar, que transforma la radiación solar en energía térmica, se instala en una caja de vidrio con buen aislamiento para evitar la pérdida de calor. Los colectores planos funcionan generalmente a una temperatura entre 60°C y 90°C. Los colectores solares de aire son un tipo especial de colector plano de plástico en los que el aire es calentado y utilizado, en su mayor parte, para calentar edificios sin necesidad de un almacenamiento intermedio de calor. El aire caliente se puede utilizar también para el secado de productos agrícolas. Mediante la utilización de intercambiadores de calor de agua y aire, también se puede calentar agua, por ejemplo para el uso doméstico. Con la utilización de colectores de tubo de vacío, se pueden alcanzar temperaturas más elevadas e incluso mayores grados de eficiencia, ya que la pérdida de calor se reduce enormemente debido a la fuerte presión negativa dentro de los tubos de vidrio. Un colector se compone de varios tubos de vidrio de vacío. Gracias al montaje rotativo de cada tubo, la placa absorbadora plana situada en el tubo de vidrio puede orientarse hacia el sol de manera óptima. Como resultado, los colectores de tubo de vacío pueden así mismo ser instalados casi horizontalmente en tejados planos. Cada tubo forma un sistema autosuficiente que transmite la energía térmica, por intercambio de calor, a los circuitos solares térmicos mediante un colector.

5.5.1.3. Beneficios para los usuarios

- Reducción del consumo de energías fósiles
- Ahorro sustancial en las facturas para calefacción convencional

- Mayor previsión de costes para el suministro de calefacción
- Menor dependencia de las importaciones de energía
- Contribución directa a la reducción de las emisiones de CO₂
- Tecnología probada y fiable

5.5.2. Agua caliente y calefacción

5.5.2.1. Agua caliente para viviendas unifamiliares

Ésta es la aplicación más común para la producción de energía térmica solar en el mundo. En Europa, estos sistemas están diseñados normalmente para cubrir el 100 % de la demanda de agua caliente en el verano, y entre un 50 % y un 70 % de la demanda anual total de agua caliente. Estos sistemas utilizan normalmente un colector de entre 3 y 6 m² y un tanque de 200 a 400 litros para calentar el agua que necesita un hogar de cuatro miembros.

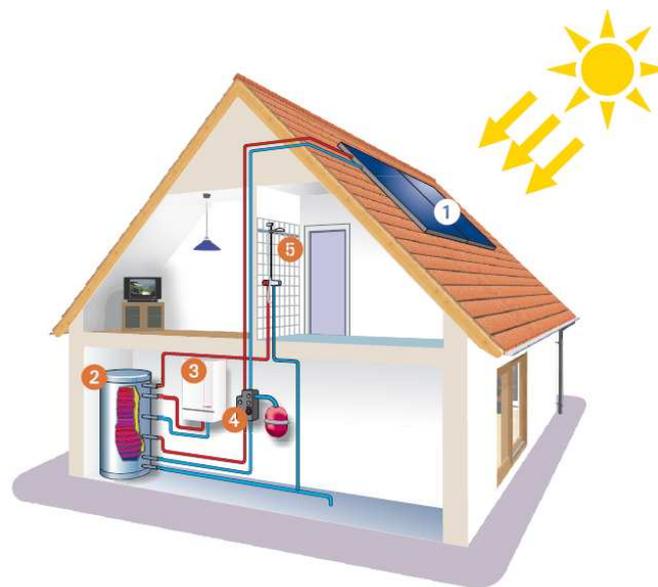


Figura 5.5.2.1.a Instalación Agua Caliente

Sistemas para la producción de energía térmica solar para el calentamiento de agua potable en viviendas unifamiliares:

- 1) Colector.
- 2) Tanque solar de almacenamiento.
- 3) Caldera.
- 4) Estación solar.
- 5) Consumidor de agua caliente (Ej.: la ducha).



5.5.2.2. Agua caliente y calefacción para el hogar

En sistemas combinados, la provisión de agua caliente y la calefacción se suministran mediante la instalación de paneles solares. Esto permite ahorrar una mayor cantidad de energía convencional. Los sistemas pensados para viviendas unifamiliares en Europa necesitan colectores de entre 7 y 20 m² dependiendo de la demanda de calor, y poseen un tanque de almacenamiento de agua de entre 300 y 2.000 litros. En los últimos años ha incrementado el uso de tanques de almacenamiento mixtos (tanque de almacenamiento con tanque integrado de agua caliente para el hogar) ya que son compactos y fáciles de instalar.

5.5.2.3. Grandes sistemas de producción de agua caliente para el hogar

Los grandes sistemas de producción de agua caliente potable para bloques de apartamentos, hoteles, hospitales y similar suelen utilizar colectores solares que tienen entre diez y varios cientos de metros cuadrados. Están normalmente diseñados para cubrir niveles más bajos de demanda solar de agua caliente y son, por eso, especialmente eficientes.

5.5.2.4. Energía solar para la calefacción centralizada

Las grandes instalaciones solares también son capaces de suministrar calor procedente del sol a redes de calefacción centralizada. En los edificios residenciales conectados a la red, el calor se almacena en dispositivos protectores antes de ser transformado en agua caliente potable y calefacción. También se adquiere un mayor rendimiento solar en los sistemas de calefacción solar centralizada que permiten un diferente almacenamiento según la época del año. El calor solar que se almacena en verano se utiliza para calentar una gran reserva de agua; en los meses de invierno, este calor solar se utiliza para calentar las casas conectadas a la red de distribución. El sistema más grande de este tipo que ha sido instalado tiene un panel colector de 18.000 m² y sus reservas tienen una capacidad de hasta 20.000 metro cúbicos.

5.5.2.5. Los sistemas de circulación por bombeo

La energía térmica que se capta en el panel colector se almacena gracias a una sustancia para la transferencia de calor. Esta sustancia ha de circular por una bomba de calor. Por ello, el lugar de almacenamiento de energía puede situarse en el sótano, facilitando la integración de la instalación solar así como la producción térmica convencional. Una unidad de control monitorea y controla el sistema de manera que siempre haya suficiente energía térmica para calentar el agua.



5.5.2.6. *Sistema Termosifón (convección)*

Los sistemas termosifón están ideados para zonas donde no se producen heladas y su diseño es muy simple. Los líquidos calientes son menos densos que los líquidos fríos y de esta manera la gravedad permite que la sustancia de transferencia de calor circule entre el colector y el tanque de almacenamiento situado sobre éste. Los sistemas termosifón funcionan sin energía eléctrica para bombas y reguladores.

5.5.3. *Refrigeración solar*

5.5.3.1. *Refrigeración solar*

La tecnología térmica solar puede contribuir enormemente a los sistemas de refrigeración. El calor que se obtiene de un colector solar se utiliza como energía para potenciar la producción de aire acondicionado. Una ventaja particular de esta tecnología es que se necesita aire acondicionado justo en las horas de sol, eliminando así la necesidad de un largo almacenamiento de calor o frío. Además de ahorrar combustibles fósiles, esto también significa que en verano se puede reducir la demanda máxima de potencia eléctrica. El ascenso en la demanda de mayor confort junto a la tendencia de construir edificios con grandes fachadas de cristal hará que aumente la demanda de aire acondicionado ecológico. Estos sistemas representan una alternativa fiable especialmente en países con climas más cálidos, donde la energía consumida por los aparatos eléctricos de refrigeración alcanza su capacidad máxima a las horas de mayor demanda energética.

5.5.3.2. *Se suelen usar dos sistemas diferentes para la refrigeración solar.*

Sistemas cerrados

El calor solar se utiliza para el proceso de refrigeración. En el llamado ‘sistema cerrado’, los líquidos empleados no entran en contacto con la atmósfera.

Sistemas abiertos

Por el contrario, el ‘sistema abierto’ emplea agua refrigerada en contacto directo con la atmósfera. Los sistemas abiertos emplean normalmente una combinación de deshumificadores de aire y refrigeración evaporativa, que se emplea en los sistemas de ventilación para tratar el aire. El aire acondicionado basado en la absorción de calor es en efecto una tecnología avanzada. En el llamado método desecante, el vapor de agua se separa del aire que se absorbe por medio de un desecante, por ejemplo gel de sílice, que se coloca en un cilindro rotativo poroso y absorbe la humedad. Durante la rotación, una parte del cilindro se mantiene caliente constantemente gracias a una corriente de aire térmico solar y la humedad se desprende al medio ambiente. En sistemas abiertos, tanto el aire humificado como el aire enfriado sirven como refrigeradores. El aire refrigerado



se desprende directamente en la habitación a través de un proceso de reconversión de calor. En la primera rueda, el aire que se absorbe se calienta ligeramente mientras es secado. Al pasar por la segunda rueda enfría el ambiente. Alcanzar el nivel deseado de refrigeración es el resultado de la evaporación del agua procedente del aire absorbido.

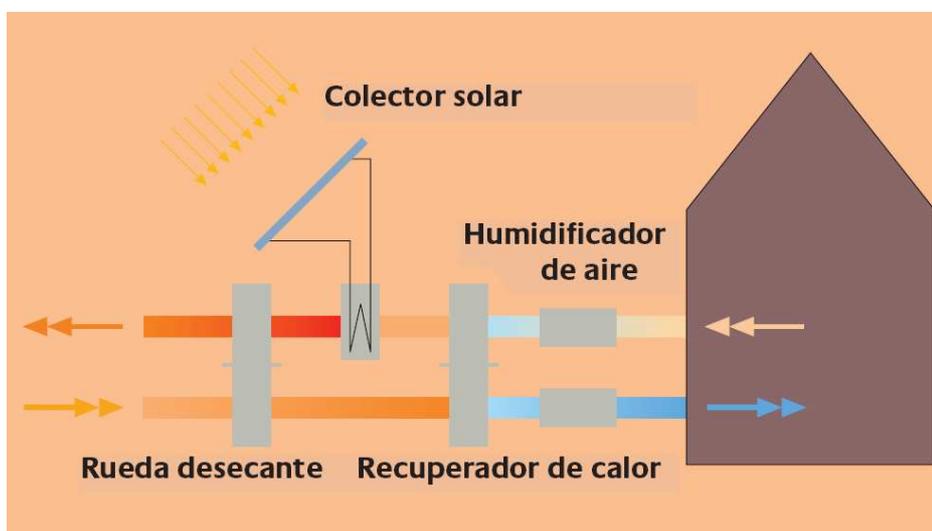


Figura 5.5.3.2.a Sistemas de Refrigeración Abiertos

5.5.3.3. *Perspectivas*

Las empresas y los institutos de investigación continúan desarrollando los sistemas de refrigeración solar para convertirlos en sistemas más compactos, más baratos y más fiables para unas necesidades de rendimiento más bajas. Hasta ahora, solamente están disponibles en el mercado grandes sistemas con capacidades de refrigeración de unos 50 a 100 Kw, apropiados para los sistemas de refrigeración de edificios como grandes almacenes, edificios de oficinas o centros de convenciones. La comercialización de sistemas más pequeños con capacidades de refrigeración de unos pocos kilovatios para viviendas unifamiliares o áticos todavía no está muy avanzada. La refrigeración solar es de particular importancia en países con grandes necesidades de refrigeración. Esta tecnología con miras al futuro promete reducciones a largo plazo en el consumo de energía y en los costes de control climático.

5.5.4. *Centrales eléctricas que funcionan con energía térmica solar*

Las centrales eléctricas que funcionan con energía térmica solar utilizan la energía del sol para generar electricidad en sistemas de escala industrial.

5.5.4.1. *Visión general de la tecnología*

El principio básico común de las centrales eléctricas que funcionan con energía térmica solar es el uso de sistemas concentrados de reflectores parabólicos en ‘campos’ solares a



gran escala donde la radiación solar es captada por un receptor. La radiación concentrada se transforma después en energía térmica a temperaturas que oscilan entre los 200 y los 1.000°C (dependiendo del sistema). Al igual que en una central eléctrica convencional, la energía térmica solar se convierte después en electricidad mediante energía o turbinas que funcionan con gas, o también se puede utilizar en otros procesos industriales como la desalinización de agua, la refrigeración o, en un futuro más próximo, en la producción de hidrógeno. Gracias a este principio, las centrales eléctricas que funcionan con energía térmica solar tienen muy buena capacidad para almacenar la energía térmica generada de manera relativamente simple y muy eficiente económicamente, siendo capaces de generar electricidad incluso en las horas de oscuridad. Por consiguiente, éstas pueden contribuir enormemente a la producción de electricidad, planificada según la demanda, en un futuro donde la electricidad procederá en su mayor parte de energías renovables.

Existen cuatro tipos diferentes de sistemas reflectores de concentración de energía solar:

Los sistemas de concentración lineal como un colector cilindro parabólico y los colectores Fresnel, y los sistemas de concentración de foco puntual como las torres solares y los sistemas disco (paraboloides). Todos los sistemas siguen la trayectoria del sol para ser capaces de concentrar la radiación directa. Los diversos tipos de centrales eléctricas existentes se describen brevemente más abajo.

El campo solar de una central eléctrica de colectores cilindro parabólicos está formado por numerosas filas paralelas de colectores solares hechos de reflectores parabólicos. Éstos concentran la luz solar en un tubo de absorción situado en la línea focal del colector y generan temperaturas de 400°C aproximadamente. El aceite térmico sirve como transmisor de calor para conducir la energía térmica a un recuperador de calor, donde el vapor de agua se genera a una temperatura de alrededor de 390°C. Éste es utilizado después para poner en funcionamiento una turbina de vapor y un generador eléctrico, al igual que en las centrales eléctricas convencionales.

En los colectores Fresnel, los espejos planos, solamente ligeramente corvados, concentran durante largo tiempo los rayos solares en un tubo absorbente fijo, donde directamente se calienta y se evapora el agua. El vapor resultante se podrá transformar en electricidad o directamente para procesos industriales, para la refrigeración o para desalinizar las aguas. El concepto básico de estos colectores es más sencillo, en comparación con los colectores cilindro parabólicos, resultando la eficiencia anual algo menor, pero también los costes de inversión para el campo solar son inferiores.

En las centrales eléctricas solares termales de torres, la radiación solar se concentra en un receptor/absorbente central de calor gracias a cientos de reflectores posicionados alrededor de la torre. Las temperaturas pueden alcanzar los 1.000°C, una temperatura mucho más elevada que la que se alcanza con los colectores cilindro parabólicos. Las



temperaturas más elevadas proporcionan un mayor grado eficiencia, especialmente cuando se utilizan turbinas accionadas con gas y hacen que los costes de la electricidad sean, por tanto, menores.

Con el llamado sistema Disco-Stirling, un espejo reflector parabólico recoge la radiación solar en el receptor de un motor Stirling. Después el motor convierte la energía térmica en energía mecánica o electricidad. Estos sistemas pueden alcanzar un grado de efectividad del 30 %. Los prototipos están siendo analizados en el centro Plataforma Solar de Almería, España. A pesar de que estos sistemas están pensados para operaciones autónomas, también ofrecen la posibilidad de interconectar diversos sistemas individuales para crear un parque solar, cubriendo así una demanda de electricidad de entre 10 kW y varios MW.

5.5.4.2. Perspectivas:

Se observa un desarrollo rápido y global en la construcción de centrales eléctricas con energía térmica solar, esperando por ello reducciones en los costes. De 5 a 10 años, las centrales eléctricas de energía solar bien ubicadas competirán con otras centrales eléctricas, dependiendo del desarrollo de los costes totales (precio de compra y costes de reducción de emisiones de CO₂) de los combustibles fósiles.

5.6. Bioenergía

5.6.1. La diversidad de bioenergía

Como resultado de la fotosíntesis, las plantas son capaces de formar biomasa y, por tanto, de almacenar energía. La biomasa se emplea en la producción de combustible, calor y energía. La biomasa incluye la madera, el deshecho orgánico, abono y otras sustancias de origen vegetal y animal.

5.6.1.1. Ventajas de la bioenergía

- La bioenergía puede ser almacenada y ofrece grandes posibilidades. Puede ser suministrada en cualquier momento para cubrir muy variadas necesidades. Esto se aplica tanto a materias primas como la madera, así como a productos intermedios o finales como el biogas o el bio-etanol.
- Prácticamente cada país tiene acceso al uso de la biomasa.
- El uso de la biomasa ayuda a reducir los problemas municipales de eliminación de residuos mientras que suministra una energía mucho más necesaria.
- Las regiones agrícolas se benefician por partida doble del uso de la bioenergía; el trabajo está asegurado en la agricultura y la silvicultura, y en todo el proceso de



conversión de energía. Los cultivos energéticos también les ofrecen a los agricultores una nueva área de ingresos.

- La bioenergía se basa en una producción de energía descentralizada y crea un ciclo material y energético.
- El uso de bioenergía no contribuye a la contaminación por los efectos de gas invernadero ya que es CO₂ neutral. Solo desprende la cantidad de dióxido de carbono que las plantas han absorbido previamente mientras estaban creciendo. Para el equilibrio biológico del CO₂, no hay ninguna diferencia entre si la madera yace en el bosque o si es utilizada para producir energía.

5.6.1.2. Clasificación del uso de bioenergía

Existe un gran número de fuentes de bioenergía disponibles. Se diferencian en la manera en que son suministradas, en las características del combustible y en las opciones para su utilización. La bioenergía es muy apropiada para la producción de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

5.6.2. Generación de calor y energía mediante biomasa sólida

Aparte de ser la energía renovable más comúnmente utilizada, la utilización de biomasa sólida para generar energía tiene una tradición larga y global. La biomasa sólida incluye todo tipo de material vegetal seco o secado como son la madera, cortezas, briquetas o astillas de madera, material procedente de los tallos (como la paja), cáscaras de granos de cacao, huesos de cereza, cáscaras del grano de arroz, etc.

La energía que se desprende durante la combustión de biomasa sólida en sistemas modernos de calefacción se emplea de manera muy eficiente. La madera es la fuente de energía primaria, normalmente en forma de pequeños trozos de tronco, astillas y pellets de madera. Los pellets de madera son pequeñas virutas comprimidas procedentes de madera sin tratar, que suelen estar hechas de serrín. Se pueden distribuir con camiones, como en el caso del aceite para la calefacción, o venderse en sacos. El espacio necesario para almacenar pellets no es más grande que el espacio necesario para la instalación de un sistema de calefacción de aceite. Los pellets pueden quemarse en la chimenea al igual que en los grandes sistemas de calefacción central automáticos de baja emisión. Los pellets se transportan automáticamente desde un contenedor de almacenamiento hasta el horno mediante transportadores a hélice o alimentadores por succión de aire. Para quemar la madera se han fabricado hornos y calderas manuales, semiautomáticas o totalmente automatizadas que poseen un sistema de quemado regulado electrónicamente. Los nuevos sistemas de quemado alcanzan un grado de eficiencia de hasta el 90 % y producen bajos niveles de emisiones.



En el mercado existe una amplia gama de sistemas, desde calderas pequeñas para el suministro de calor a viviendas y edificios de apartamentos, hasta calderas de biomasa para el suministro eficiente de calor a través de redes de calefacción centralizadas.

La biomasa sólida se emplea también para generar electricidad en centrales eléctricas que combinan la producción de calor y energía. El calor excedente que se produce como resultado de la producción de electricidad se utiliza, por ejemplo, transfiriéndolo a las redes de calefacción, locales y centralizadas, o a la industria como energía procesada. El calor excedente también puede utilizarse en la producción de energía de refrigeración para fines industriales, para grandes almacenes o para el control climático de los edificios.

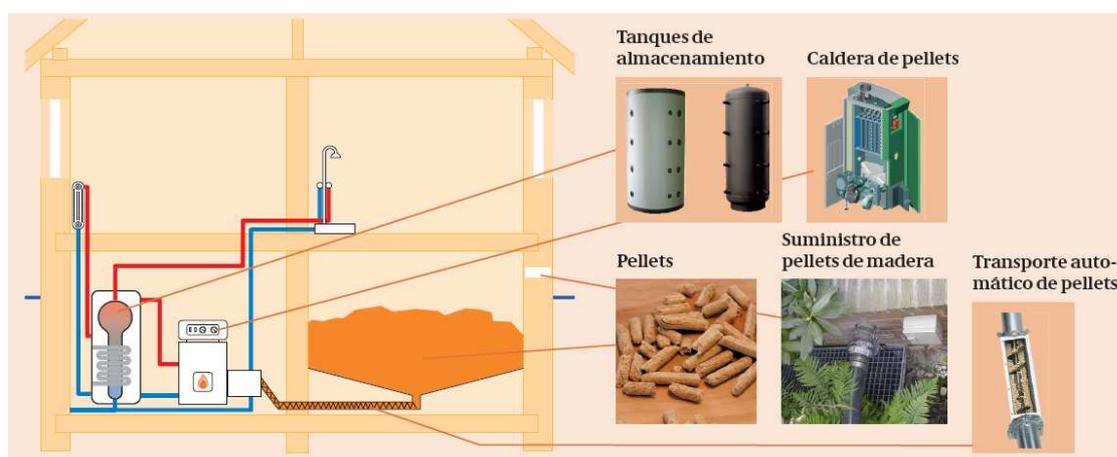


Figura 5.6.2.a Sistema de Calefacción con Pellets

5.6.2.1. Calderas de gasificación de madera

Aparte de la combustión, la biomasa sólida también puede ser gasificada para producir electricidad y calor. Dependiendo de las características del material de combustión y de la capacidad de la planta, distinguimos entre gasificadores de lecho fijo, lecho fluidizado o lecho móvil. El gas que se produce al gasificar la madera, se quema después en sistemas de motores de combustión o en turbinas de gas para generar electricidad. En este caso también se puede aumentar significativamente el grado total de eficiencia, utilizando el calor excedente mediante la generación conjunta de calor y energía. Los fabricantes alemanes ofrecen para ello modernas plantas de una gran variedad de tipos.

5.6.3. Biogas – electricidad y calor producidos a partir de biogas

El biogas se utiliza mayoritariamente en centrales eléctricas que combinan la producción de calor y de energía. También se utiliza para ser transferido directamente a



la red de distribución de gas natural. Además, el biogas se puede utilizar para accionar vehículos en el sector del transporte.

5.6.3.1. Producción de biogas

El biogas se puede obtener de varias fuentes como son los residuos orgánicos procedentes de los vertederos de basuras (gas de vertedero), de las aguas residuales municipales (gas de aguas residuales) y de los residuos orgánicos industriales, comerciales y domésticos, así como de materiales de desecho agrícola y cultivos energéticos. La obtención de energía a partir de residuos orgánicos tiene una relación muy importante con la cadena de desechos de los residuos biogénicos. Las centrales eléctricas de biogas también funcionan como fuentes de generación de valor añadido local. Las empresas situadas cerca de estas centrales eléctricas pueden beneficiarse de un suministro de calor constante y, sobre todo, fiable.

El biogas se produce al fermentar, sin aire y sin presencia de oxígeno, sustancias orgánicas. Este proceso utiliza diferentes bacterias anaeróbicas cuya composición depende de la solución nutritiva orgánica y de las condiciones específicas del proceso (nivel de temperatura y de pH). El biogas se compone de un 55 % a un 60 % de metano, el componente energético más utilizado. El gas también incluye dióxido de carbono así como cantidades mínimas de sulfuro de hidrógeno, amoníaco e hidrógeno. Aparte del biogas mismo, se crea digestato, una mezcla entre agua, minerales y sustancias orgánicas que no se han descompuesto. Este derivado se utiliza como fertilizante de gran calidad en la agricultura, cerrando así el ciclo nutritivo junto a los cultivos energéticos, o puede venderse para incrementar el valor añadido.

5.6.3.2. Producción combinada de energía eléctrica y calor

Las centrales eléctricas que combinan la producción de energía eléctrica y calor a partir de biogas lo hacen a un grado muy elevado de eficiencia. La electricidad producida se puede suministrar a la red de distribución pública o se puede utilizar para aplicaciones no conectadas a la red. El calor producido se puede utilizar de diferentes maneras mediante sistemas para transporte de productos acabados; tradicionalmente, para la calefacción de casas y graneros, en invernaderos o para el secado de productos agrícolas. Un campo que adquiere cada vez más importancia es el de la utilización de calor industrial para procesar calor o para accionar refrigeradores.

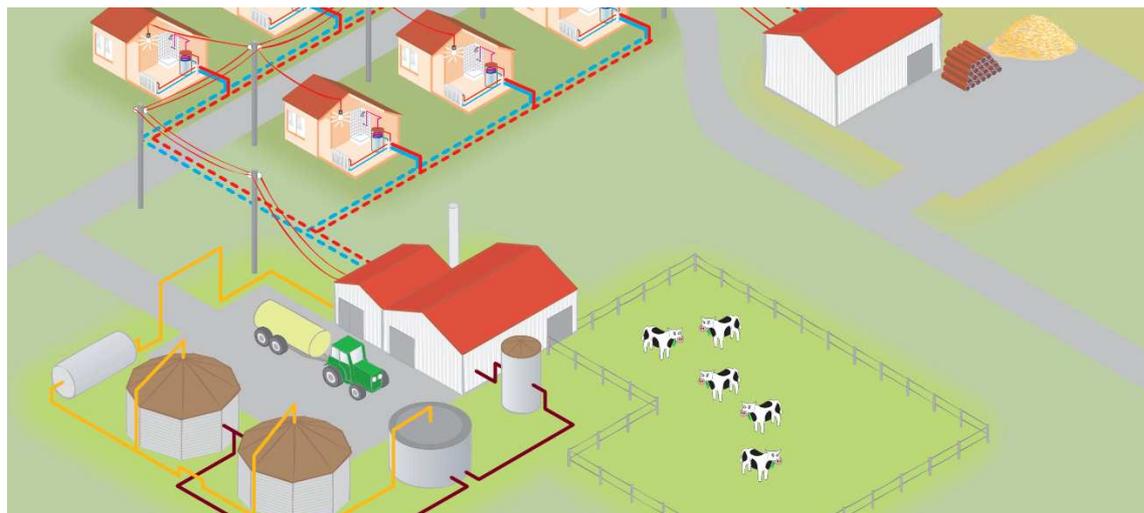


Figura 5.6.3.2.a Generación de Calor y Electricidad con Biogas

5.6.3.3. Perspectivas

La habilidad para transformar biogás en calidad de gas natural (biometano) y para suministrarlo a la red de distribución de gas natural abre las puertas a un nuevo abanico de posibilidades. Esto permite utilizar biogás en lugares con una demanda excelente de calor y alcanzar grados de eficiencia máxima mediante la producción simultánea de electricidad y calor. Este proceso también permitirá utilizar biogás como combustible en vehículos accionados con gas natural. Hoy en día, se desechan grandes cantidades de materia prima y residuos aptos para el uso en la producción de biogás. La tecnología para la producción de biogás ofrece el potencial necesario para utilizar la biomasa y los residuos, que no se utilizan en el presente, como material combustible de una manera segura y asequible.

5.6.4. Biocombustibles líquidos

El biodiesel y el bioetanol son en estos momentos los biocombustibles más importantes. Se están desarrollando biocombustibles sintéticos (biomasa líquida BTL) y aplicaciones de aceites vegetales. Las materias primas aptas para la producción de biodiesel son las partes de la planta que contienen grandes cantidades de aceite, como las semillas de colza, las semillas de cáñamo y de girasol, las habas de soja y las nueces. El bioetanol se produce a partir de biomasa que contiene azúcares o almidón. Los biocombustibles se suelen utilizar en aplicaciones móviles.

Ventajas frente a los combustibles convencionales:

- Almacenar y tratar con biocombustibles es menos peligroso para el ser humano y menos dañino para el medio ambiente que los combustibles convencionales. Incluso los accidentes y vertidos más graves son prácticamente inofensivos desde el punto



de vista ecológico ya que los combustibles se descomponen relativamente rápido en la biosfera.

- El uso de biocombustibles disminuye las caras importaciones de crudo.
- Los biocombustibles, como la biomasa sólida y gaseosa, casi no desprenden CO₂ cuando se queman, y por ello no tienen un impacto adicional en la atmósfera.

5.6.4.1. Bioetanol

Al igual que con el alcohol convencional, el bioetanol se produce al fermentar azúcares utilizando levaduras y seguido de un proceso de purificación. Si se utilizan cereales, los almidones se transforman primero en azúcares a través de un proceso enzimático. Esto crea un derivado conocido como grano destilado seco y soluble (DDGS). El grano destilado seco y soluble, con un contenido en proteínas del 30 %, es un alimento de gran valor nutritivo para los animales. Los subproductos que resultan de la producción de bioetanol a partir de remolacha son la vinaza y la pulpa de remolacha, que se utilizan para la alimentación animal y como fertilizantes. Con la producción de un litro de bioetanol conseguimos un kilo de grano destilado seco o 600 gramos de vinaza y pulpa de remolacha.

La capacidad por hectárea de diferentes materias primas utilizadas en la producción de bioetanol varía enormemente: Por ejemplo, una hectárea de remolacha produce combustible para 80.300 kilómetros y, en contraste con una hectárea de caña de azúcar, sus subproductos cubren una tercera parte de las necesidades anuales de proteínas para una vaca.

5.6.4.2. Biodiesel

Primero se extrae el aceite de ciertas partes de las plantas oleaginosas; a partir de este aceite y mediante un proceso de reesterificación se produce biodiesel. Durante la extracción de aceites vegetales, se obtienen también granos de colza y de soja. Cualquiera de los dos se puede utilizar como alimento nutritivo para el ganado. 100 Kg. de semilla de colza produce aproximadamente 57 Kg. de grano de colza para moler y 43 Kg. de aceite de semilla de colza. Una vez extraído y refinado, el aceite se transesterifica en un metil éster de ácidos grasos (FAME/biodiesel) al añadir metanol y un catalizador.

5.6.4.3. Perspectivas

Además de seguir avanzando en el desarrollo de las tecnologías para la producción de lo que son ahora los biocombustibles comunes, se espera también un desarrollo de nuevas tecnologías que utilicen recursos biogénicos alternativos. Ya se están desarrollando nuevos métodos para generar biocombustibles basados en una amplia gama de substratos que incluyen la madera, la paja y la basura. Los primeros proyectos a escala



industrial para la fabricación de biomasa líquida (BtL) ya están siendo preparados. La fabricación de biomasa líquida incluye la gasificación térmica de biomasa, seguida de la purificación y licuefacción del gas resultante de la síntesis. Otro proceso que se persigue es el desarrollo en la producción de biodiesel utilizando algas con un gran contenido en aceites.

En vista de la buena aceptación por el ser humano, la producción y el marketing de biocombustibles en el futuro harán que se cubran ciertas necesidades sostenibles. A finales de 2008, los estándares correspondientes fueron definidos para la UE en la Directiva Europea de Energías Renovables, que también regula los requisitos para la importación de biocombustibles. Los Estados miembros deben establecer para ello sistemas de certificación basados en los criterios de sostenibilidad de la directiva. El objetivo de esta certificación es la reducción comprobable de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de toda la cadena de producción y suministro, así como evitar los efectos negativos en estándares sociales y la biodiversidad en los países que producen biocombustibles.

5.7. Energía hidroeléctrica

5.7.1. Utilizar la energía del agua

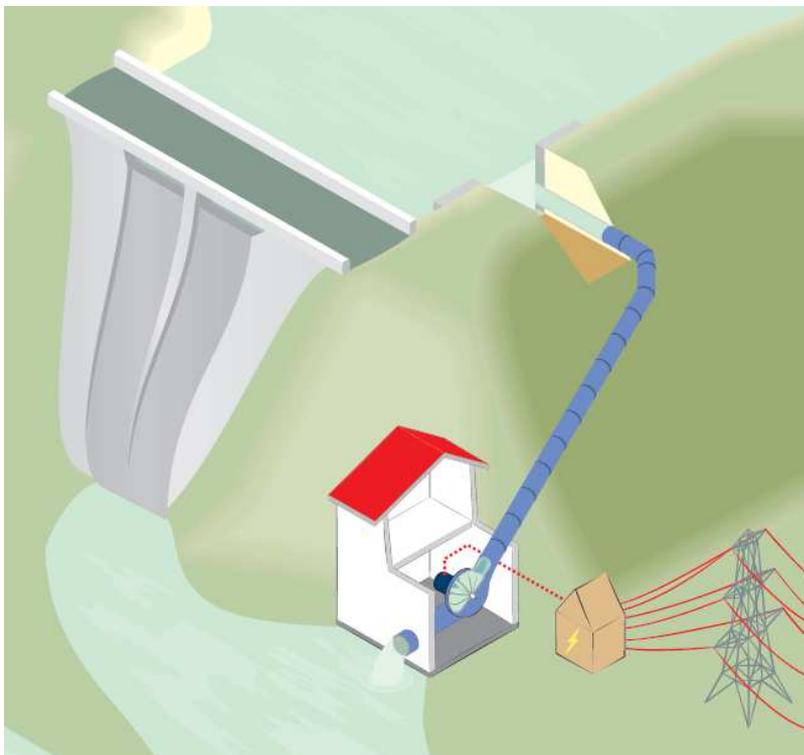


Figura 5.7.1.a Energía Hidroeléctrica



5.7.1.1. La energía hidroeléctrica, una historia de éxitos

Las centrales hidroeléctricas pueden generar electricidad de manera fiable y a precios favorables durante un periodo de más de 100 años. Un alto grado de seguridad operacional y de suministro, junto a un incremento en los costes de combustibles fósiles, hacen de la energía hidroeléctrica una fuente básica, barata y fiable de producción de electricidad. Contribuyen enormemente a estabilizar la red de distribución eléctrica, ya que algunos tipos de centrales hidroeléctricas son capaces de almacenar energía y suministrar electricidad rápidamente si es necesario. Las centrales hidroeléctricas reducen la dependencia en las importaciones de energía así como los riesgos asociados a éstas. En zonas que disponen solamente de un pequeño sistema de suministro de energía, la energía hidroeléctrica puede suministrar la base para un desarrollo económico de la región.

5.7.1.2. Tecnologías y aplicaciones

Existen tres tipos básicos de centrales hidroeléctricas:

Centrales de filo de agua servida, centrales de embalse y centrales de acumulación por bombeo.

A nivel mundial, las centrales a filo de agua servida, también conocidas como centrales de agua fluyente, son las más conocidas y utilizadas. Utilizan la corriente de energía de un río. Este tipo de centrales alcanza un factor de eficiencia de casi un 94 % y, habitualmente, se utilizan para cubrir la potencia mínima. La capacidad de estas centrales se determina por la velocidad de corriente y el nivel del agua. Algunas de ellas pueden almacenar agua cuando la demanda de electricidad es baja y utilizarla más tarde como reserva de agua en caso de un incremento en la demanda de electricidad. Un modelo particular de centrales a filo de agua servida es la central hidroeléctrica de desviación. Aquí, el agua es retenida gracias a una presa y se redirecciona a un canal diferente que acciona las turbinas. En una central hidroeléctrica a filo de agua servida convencional existe una pequeña diferencia de altura entre los niveles altos y bajos de agua, pero en las centrales hidroeléctricas de desviación se saca partido de la gran diferencia de altura creada por la presa.

Con las centrales de embalse, el agua se almacena en un lago natural o artificial y luego se suministra, a través de tuberías, a la estación eléctrica situada a menor altura. Como centrales eléctricas de reserva funcionan independientemente de las corrientes naturales del agua, y se suelen emplear para nivelar las fluctuaciones en la producción y consumo de electricidad regional y nacional.

En contraste a las centrales de reserva, una central hidroeléctrica de acumulación por bombeo utiliza dos embalses para almacenar el agua, intentando que entre el más alto y el más bajo exista la máxima diferencia de altitud posible. Si el suministro de energía es



mayor que la demanda de electricidad y hay exceso de capacidad (Por Ej.: por la noche), el agua es bombeada del embalse situado más abajo al embalse situado más arriba. Se almacena allí hasta que se necesita para generar electricidad durante periodos de mayor demanda de energía. El generador se acciona gracias a turbinas de impulso, entre las que se encuentran las turbinas Pelton.

Turbinas

El tipo de turbina empleado depende de la velocidad de la corriente y de la presión del agua. Uno de los modelos de turbina más antiguos es la **turbina Francis**, que todavía se utiliza mayoritariamente en centrales hidroeléctricas de pequeña escala. Se utiliza para bajas presiones de agua y velocidades medias. Las **turbinas hidrodinámicas** también se emplean en minicentrales hidráulicas. Las **turbinas Kaplan** se emplean para bajas presiones de agua y velocidades elevadas de la corriente, y son apropiadas para cantidades de agua fluyente. Las **turbinas Pelton** se utilizan para altas presiones de agua y velocidades de corriente bajas. Las **turbinas de velocidad directa** se emplean también en minicentrales hidráulicas.

5.7.2. Electricidad procedente de la energía hidráulica

La energía procedente de minicentrales hidráulicas es renovable, limpia y fiable, y no presenta graves consecuencias sociales ni medioambientales. Sin embargo, no existe consenso internacional sobre la definición de las minicentrales hidráulicas. En China, puede hacer referencia a capacidades de hasta 25 MW, en India de hasta 15 MW y en Suecia hace referencia a capacidades inferiores como de 1,5 MW. Una capacidad total de hasta 10 MW está siendo aceptada como norma por la Asociación Europea de Energía Minihidráulica (ESHA) y la Comisión Europea.

Nuevas minicentrales hidráulicas con una capacidad de entre 70 y 1.000 kW cuestan entre 8.500 y 10.000 EUR por kW. Los costes en la generación de electricidad de estos sistemas se sitúan entre 10 y 20 Ct/kWh para cargas de entre 4.000 y 5.000 horas de carga máxima al año. Los costes para la generación de electricidad en sistemas pequeños de menos de 100 kW son a veces más elevados.

Las minicentrales hidráulicas suelen ser centrales a filo de agua servida con un solo embalse pequeño o sin ninguno.

5.7.2.1. Las turbinas que se suelen utilizar para minicentrales hidráulicas:

La **turbina Francis** tiene forma de espiral. Se utiliza para bajas presiones de agua y velocidades medias de la corriente. Sólo el distribuidor es ajustable. Las **turbinas de velocidad directa** se emplean también para bajas presiones de agua y velocidades bajas de la corriente. Las **turbinas Pelton** se utilizan para altas presiones de agua y

velocidades de corriente bajas. Las **turbinas Archimedean** pueden usarse para presiones bajas de agua y pequeñas capacidades.

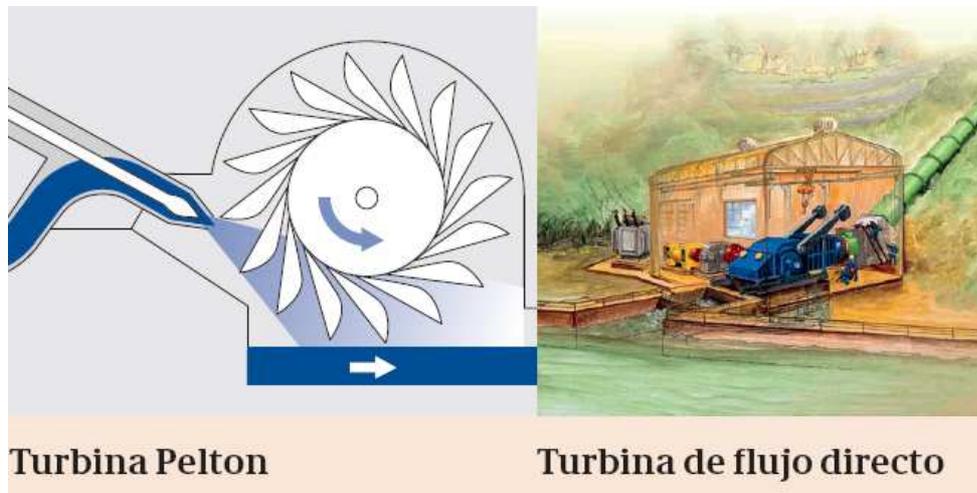


Figura 5.7.2.1.a Ejemplo Turbinas

Estas turbinas funcionan en la dirección opuesta debido a la bomba de Arquímedes y pueden alcanzar mayor grado de eficiencia que otras turbinas a una menor altura del agua, incluso cuando trabajan por debajo de sus capacidades. Las turbinas Archimedean presentan bajos costes de construcción. Son una buena opción para reemplazar turbinas pequeñas que necesitan ser renovadas.

5.7.2.2. *Perspectivas*

La optimización y modernización de las centrales hidroeléctricas existentes ofrece el potencial para poner en funcionamiento grandes sistemas de energía hidráulica que funcionen de manera ecológica. La condición ecológica de un cuerpo de agua puede mejorarse al realizarse alguna compensación ecológica apropiada como sería la instalación de rutas separadas de migración para peces, mejorando la diversidad estructural en los embalses de centrales hidroeléctricas (Por Ej.: con trozos de rocas), remodelando las orillas de los ríos o introduciendo controladores de agua mínima. Soluciones naturales como la construcción de arroyos situados alrededor de las centrales hidráulicas facilitan la migración de los peces y otras criaturas pequeñas. La velocidad de la corriente se puede reducir mediante rocas o cerdas de material plástico, ofreciendo así mismo un cobijo y un lugar de descanso para los peces.



5.8. Energía geotérmica

5.8.1. Utilizando el calor de la tierra

5.8.1.1. Energía geotérmica

La energía geotérmica está disponible a todas horas y no está sujeta a cambios en las diferentes estaciones del año, al tiempo o a las condiciones climáticas. En muchos países ya se está utilizando la energía geotérmica para generar electricidad, o se está utilizando directamente en redes de distribución térmica. La energía geotérmica presenta una base sólida para la producción de energía ecológica y eficiente, especialmente en regiones con unas condiciones geológicas favorables (Por Ej.: regiones con actividad volcánica, temperaturas > 200°C).

La energía geotérmica disponible en la corteza terrestre procede principalmente de la radioactividad – el calor residual procedente de la formación de nuestro planeta. Además, una porción de la energía solar también se almacenada en los estratos más superficiales de la tierra (hasta una profundidad de 2 metros).

5.8.1.2. Tecnologías y aplicaciones

Dependiendo de la profundidad de perforación, existen dos posibilidades para producir energía geotérmica: energía geotérmica a mucha profundidad y la energía geotérmica a poca profundidad (bombas de calor).

5.8.1.3. Energía geotérmica a mucha profundidad

La energía geotérmica puede emplearse tanto para generar electricidad en centrales eléctricas como para suministrar calor a grandes redes de distribución para la producción industrial o para la calefacción de edificios. La energía geotérmica a mucha profundidad se divide a su vez en energía hidrogeotérmica, los sistemas HDR y la investigación de energía geotérmica con profundidad. En la energía hidrogeotérmica, el agua caliente se genera directamente de reservas situadas bajo la superficie de la tierra a grandes profundidades. Dependiendo de la temperatura, la energía hidrogeotérmica puede emplearse en la producción de calor o electricidad. En países como Alemania, Italia, Indonesia, México y los EEUU, el uso de energía geotérmica fue parte integrante de la estrategia energética durante años. Aparte del uso eficiente de las fuentes de altas temperaturas, la industria geotérmica alemana da mucha importancia al desarrollo de tecnologías que puedan funcionar eficientemente a niveles de temperatura más bajos de aproximadamente 120–200°C.



Figura 5.8.1.3.a Planta Geotérmica

Los sistemas HDR (hot dry rock) utilizan la energía geotérmica que se encuentra en estratos más profundos (aprox. de 3.000 a 7.000 metros) en los que hay muy pocos, si es que hay, recursos naturales de agua. En este proceso, se abren canales muy profundos, a través de los que el agua circula empleando un sistema muy minucioso de grietas y fisuras. El agua caliente es devuelta a la superficie a través de otro canal donde, en forma de vapor, acciona una turbina para generar electricidad o es suministrado a la red de distribución de calor. Las empresas alemanas también ofrecen un amplio abanico de soluciones para la utilización efectiva de niveles de temperatura más bajos. El ciclo de Kalina y el Ciclo Orgánico de Rankine (ORC) son apropiados para la producción de electricidad a niveles más bajos de temperatura, que van de los 120°C a los 200°C. La utilización de estos sistemas puede generar un aumento considerable de las reservas de energía de alta entalpía.

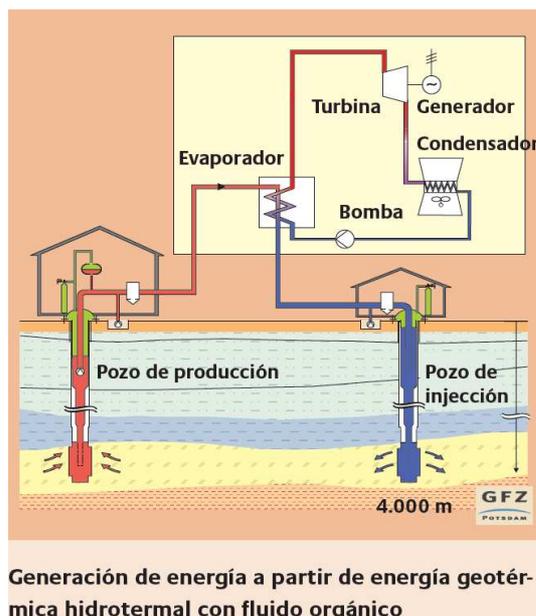


Figura 5.8.1.3.b Generación de Energía Geotérmica



5.8.2. Calor y energía geotérmicos

5.8.2.1. Energía geotérmica a poca profundidad

La energía geotérmica a poca profundidad es especialmente apropiada para la calefacción y la refrigeración de edificios. Esta energía se obtiene de los estratos más superficiales a profundidades de hasta 400 metros. Diversos sistemas, como los colectores de calor geotérmico, las sondas de calor geotérmico, unidades de acumulación de energía y otras unidades de hormigón, se emplean para aprovechar las temperaturas medias que se encuentran en la corteza de la tierra y que oscilan entre los 7°C y los 12°C en los primeros 100 a 150 metros por debajo de la superficie. Cuando lo que se necesita es calefacción, las bombas de calor se utilizan para incrementar estos niveles bajos de temperaturas hasta la temperatura deseada en el edificio. Esto se consigue extrayendo el calor del suelo mediante un proceso cíclico. Sin embargo, variando la bomba de calor, las temperaturas constantes que se localizan bajo el suelo también pueden ser empleadas para refrigerar el interior de los edificios. Si el suelo no tiene la capacidad de suministrar una refrigeración adecuada, las bombas de calor pueden accionarse a la inversa para suministrar la refrigeración necesaria.

Los colectores de calor geotérmico se colocan normalmente de manera horizontal a una profundidad de 80 a 160 cm y están sujetos a las condiciones meteorológicas que hay en la superficie. Para poder almacenar el calor del suelo, una sustancia necesaria para la transferencia de calor circula por los tubos del colector.

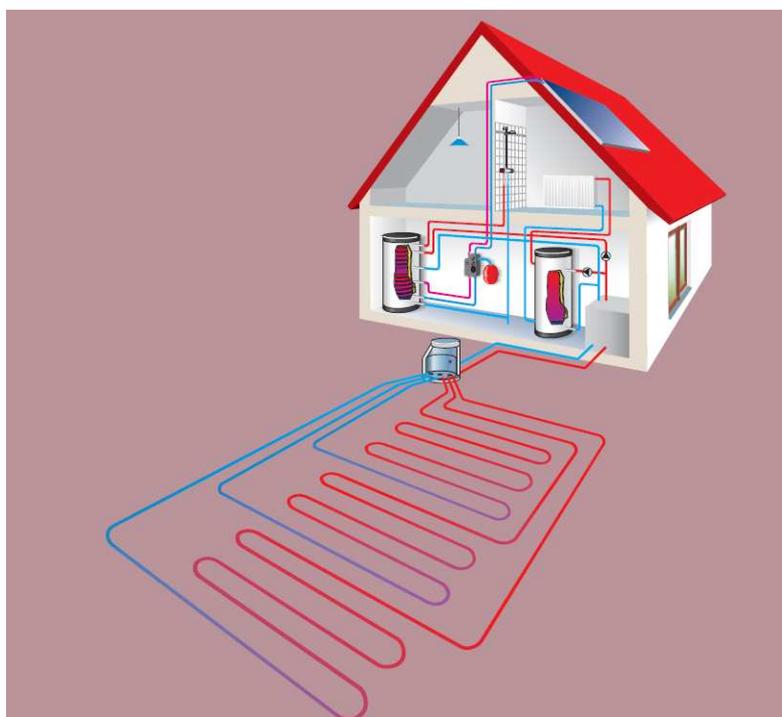


Figura 5.8.2.1.a Energía Geotérmica a poca profundidad



El aire también puede ser una fuente para las bombas de calor, ya que el aire está disponible por todas partes y durante todo el tiempo y se puede acceder a él de manera barata. Sin embargo, una de las desventajas que presenta es que el aire es más frío justo en los momentos en los que la demanda de calor es más fuerte, es decir, en invierno, lo que reduce el rendimiento de la bomba de calor. La llamada temperatura 'de empuje' de la bomba de calor empleada para las sondas puede mantenerse relativamente constante a lo largo del año y la cantidad de energía empleada es baja. La energía se recoge en primer lugar de los alrededores, y la temperatura media viene determinada por la radiación solar anual.

Las sondas geotérmicas son las centrales geotérmicas más utilizadas en el norte y en el centro de Europa. Se instalan a profundidades de entre 50 y 400 metros y utilizan la energía geotérmica a poca profundidad. Necesitan poco espacio y aprovechan un nivel de temperatura constante. Las tuberías de plástico están integradas en los circuitos y están conectadas al sistema de calefacción y refrigeración de los edificios. Una sustancia para la transmisión de calor circula por las tuberías, absorbiendo el calor de la tierra situada alrededor y transfiriéndolo a las bombas de calor.

Los pilares de energía, unidades de hormigón profundas, paredes de diafragma u otras estructuras estáticas subterráneas se equipan con tuberías de plástico a través de las cuales circula agua, sustancia capaz de absorber energía para la calefacción o refrigeración geotérmica. El agua fría que circula por las columnas de hormigón se calienta gracias al calor geotérmico. Con la conexión a una bomba de calor, el agua caliente suministra calor al edificio. En verano, el sistema descrito aquí puede emplearse para la refrigeración del edificio.

5.8.2.2. Perspectivas:

La energía geotérmica se está convirtiendo en un tema muy importante en las discusiones políticas relacionadas con el futuro suministro de energía. El aumento de los costes de los combustibles fósiles, la disponibilidad y fiabilidad de la energía geotérmica, junto a una flexible gama de aplicaciones como la calefacción, la refrigeración y la generación de electricidad, conlleva a que se instalen un número cada vez mayor de centrales geotérmicas en todo el mundo. Tan solo en el sector de la calefacción, se espera un incremento anual de la capacidad instalada de un 20% a un 30%.





6. CONCLUSIÓN

A lo largo de este proyecto se han presentado diferentes metodologías y tecnologías que hacen que la construcción sustentable sea una realidad alcanzable. Ya sea por medio de la utilización de las diferentes alternativas para el ahorro de energía y agua o por medio de la utilización de alguno de los posibles métodos de generación de energía sustentable.

En una primera instancia se ha logrado presentar una alternativa para la construcción de viviendas populares. La misma prevé la utilización de pumicita, piedra volcánica, como sustituto de los áridos en la conformación del hormigón. Esta alternativa tiene varias ventajas frente al hormigón tradicional, pero principalmente con este método se obtiene un índice de transferencia térmica aproximadamente de 3 a 4 veces menor al que se obtiene con el hormigón tradicional. Esta ventaja se vuelve muy significativa, ya que de acuerdo con lo que se ha demostrado en otros capítulos, el buen aislamiento térmico es uno de los métodos que involucran el mejor ahorro energético. Concretamente en este caso se pueden obtener ahorros energéticos frente a otros métodos de construcción del orden del 33% al 235%. Sumado esto a que los costos de construcción en dólares son 40% menor a los de la construcción tradicional.

En cuanto al impacto ambiental del hormigón se han presentado diferentes alternativas para reducir el mismo. Una de las principales involucra la durabilidad del hormigón como material. Ya que debido a los procesos de construcción actuales esta durabilidad se ha visto reducida significativamente, haciendo que las construcciones deban ser reconstruidas en un plazo más corto de tiempo, con el impacto ambiental que esta reconstrucción conlleva. Asimismo se ha logrado demostrar que la producción de hormigón, mediante la mezcla de cenizas con cemento Portland, es una de las mejores alternativas para la reducción del impacto ambiental del rockash (cenizas) y su respectivo riesgo para la salud de las personas.

Los métodos para el ahorro de energía tienen como objetivo lograr que las viviendas tengan un menor impacto ambiental. A su vez le permiten al usuario obtener un menor costo operativo, dado la reducción del uso de energía. Se ha intentado presentar la mayor cantidad de alternativas existentes en el mercado, presentando además sus campos de aplicación y sus principales ventajas. De esta manera se ha logrado armar una guía para que el usuario conozca las principales características de las mismas y tenga a su disposición la posibilidad de elegir, con conocimiento, alguna de ellas para una futura utilización. A su vez se ha demostrado que los principales ahorros se obtienen mediante un buen aislamiento térmico de la vivienda. Por ejemplo al mejorar el aislamiento del techo se prevé un ahorro energético del 11%, al aislamiento de



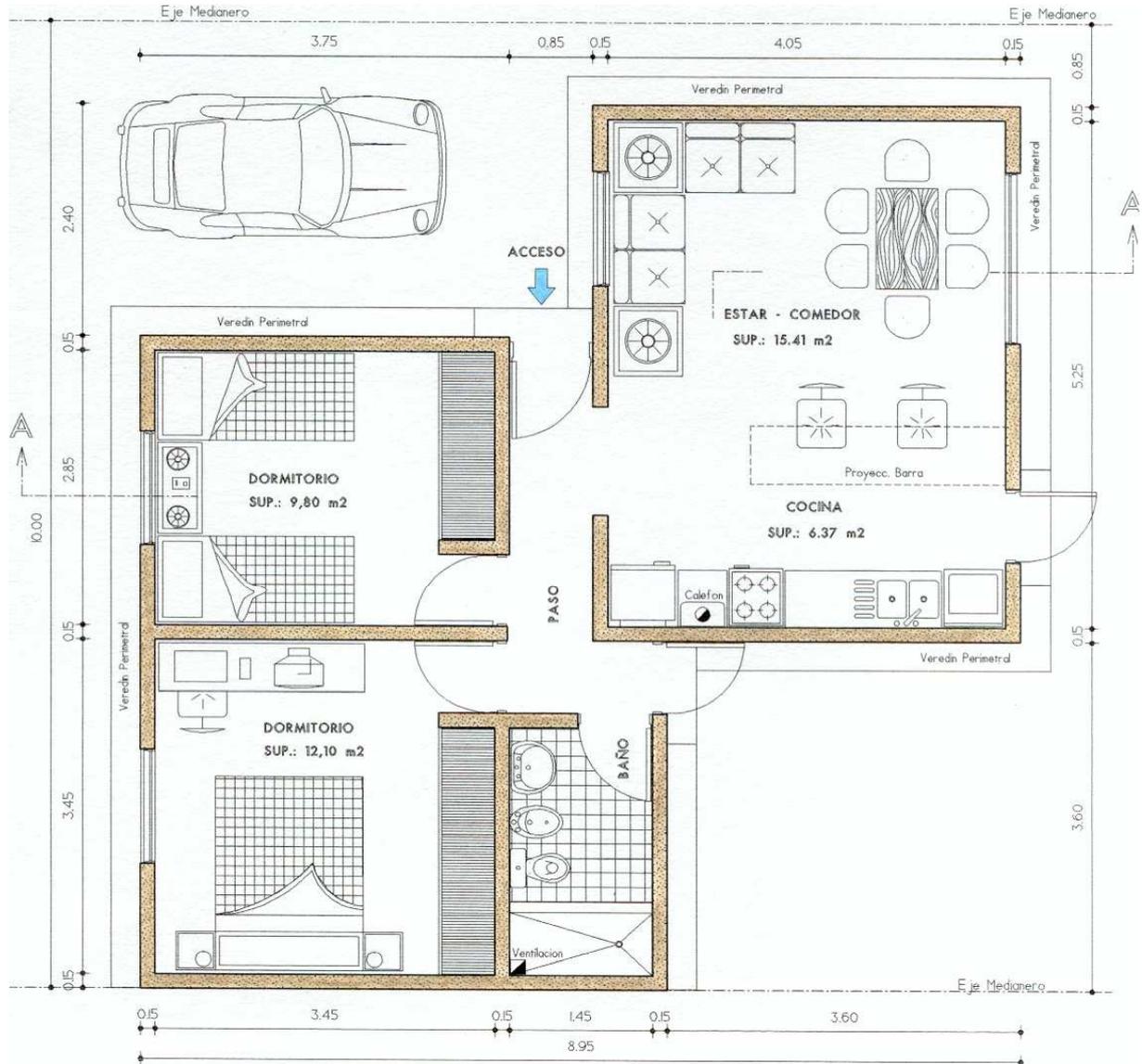
paredes le corresponde un 30%, a la modernización de la calefacción un 12% y por ejemplo a la instalación de colectores solares un 7%.

El ahorro del agua es un tema se suma importancia, si tenemos en cuenta que a pesar de que nuestro planeta es mayoritariamente agua, solo un mínimo porcentaje de la misma esta disponible para el consumo humano. Es por esta razón que la utilización del agua de lluvia y el reciclaje de las aguas grises tienen tanta importancia a la hora de reducir el consumo de agua potable. Por ejemplo la reutilización de las aguas grises tiene como consecuencia un ahorro promedio de 90.000 litros anuales para una vivienda de cuatro a cinco personas. Además se han presentado alternativas para disminuir el consumo, que no involucran grandes instalaciones ni modificaciones de la red a agua potable de la vivienda. Este es el caso de los economizadores, artefactos de fácil instalación y bajo costo que pueden hacer que el consumo anual de agua potable se vea reducido significativamente.

Por último se han presentado variadas alternativas para la producción de energía de forma sustentable. En el caso de una única vivienda la alternativa más utilizada es la fotovoltaica, pero esto no implica que las otras tecnologías no sean utilizadas en el mercado actual. Se ha demostrado que el uso de estas metodologías permite generar energía de forma sustentable e instalar artefactos que sean autosuficientes. Es por ejemplo el caso de los teléfonos públicos autosuficientes o los semáforos y demás señales viales autosuficientes. Por último se han presentados diversos ejemplos donde mediante la utilización combinada de estas tecnologías permiten abastecer de agua potable y energía a poblaciones rurales que no se encuentran conectadas a las redes públicas. Vale la pena mencionar que de construir casas autosustentables, que tengan un sobrante en la producción de energía, se lograría descentralizar las redes eléctricas. De esta manera se obtiene una reducción del costo de transporte e instalación de las redes eléctricas centralizadas.

7. ANEXOS

7.1. Plano Tentativo Vivienda Diseño Proyecto Básico



PLANTA CELULA BASE VIVIENDA 2 DORMITORIOS
SUP. CUBIERTA: 57,83 m²



7.2. Porcentaje Ahorro Energía Hormigón Pómez



PORCENTAJE AHORRO ENERGIA

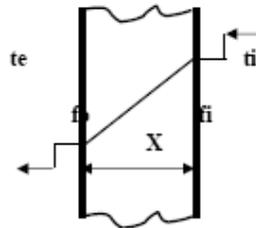


FIGURA Corte Pared

A.- Transmitancia Térmica de la Paredes:

$$U1 = \frac{1}{1/fi + X1/k1 + 1/fo} ; \quad U2 = \frac{1}{1/fi + X2/k2 + 1/fo} ; \quad U3 = \frac{1}{1/fi + X3/k3 + 1/fo}$$

En dónde:

Pared ACERART

- U1 = Coeficiente Transmisión en paredes de Roca Volcánica [kcal /m² * H * °C]
- fi = Coeficiente Práctico Transmisión superficial paramento interior = 8,05 kcal /m² * H * °C; con aire en reposo.
- fo = Coeficiente Práctico Transmisión superficial paramento exterior = 29,30 kcal /m² * H * °C; con velocidad de aire de 25 km/h.
- X1 = Espesor de pared de hormigón Roca Volcánica = 0,18 m
- k1 = Coeficiente de conductibilidad del Hormigón Roca Volcánica (Pumicita) = 0,25 kcal /m * H * °C

Pared LADRILLON O LADRILLO COMUN

- U2 = Coeficiente Transmisión de paredes de: Ladrillón o ladrillo común [kcal /m² * H * °C]
- X2 = Espesor de pared de Ladrillón = 0,18 m.
- K2 = Coeficiente de conductibilidad del Ladrillón o ladrillo común = 0,70 kcal /m * H * °C

Pared HORMIGON ARMADO NORMAL

- U3 = Coeficiente Transmisión de paredes de Hormigón armado normal [kcal /m² * H * °C]
- X3 = Espesor de pared de Hormigón Armado común = 0,18 m.
- k3 = Coeficiente de conductibilidad del Hormigón Armado común = 1,63 kcal /m * H * °C

Valores del Coeficiente de Transmitancia Térmica:

U1 =	1,15	[kcal /m ² * H * °C]	<u>Pared ACERART</u>
U2 =	2,44	[kcal /m ² * H * °C]	<u>Pared LADRILLON O LADRILLO COMUN</u>
U3 =	3.85	[kcal /m ² * H * °C]	<u>Pared HORMIGON ARMADO NORMAL</u>

Cantidad de Calor Transmitido:

- Q = U (ti - te) en invierno para calcular la calefacción.
- Q = U (te - ti) en verano para calcular la refrigeración .



En dónde:

Q = Cantidad de calor transmitida por hora.

te= Temperatura exterior . ; te= 5°C bajo cero en invierno. ; te= 40° C en el verano.
ti= Temperatura interior . ; ti= 22°C en invierno ; ti= 22°C en el verano

Por lo tanto:

$Q = U \text{ [kcal /m}^2 \cdot \text{H} \cdot \text{°C]} \times 27\text{°C}$; Cantidad de calor transmitida en invierno para paredes y tejados.

$Q = U \text{ [kcal /m}^2 \cdot \text{H} \cdot \text{°C]} \times 18\text{°C}$; Cantidad de calor transmitida en invierno para paredes y tejados.

$Q = U \text{ [kcal /m}^2 \cdot \text{H} \cdot \text{°C]} \times 22\text{°C}$; Cantidad de calor transmitida en invierno para solados.

$Q = U \text{ [kcal /m}^2 \cdot \text{H} \cdot \text{°C]} \times 22\text{°C}$; Cantidad de calor transmitida en verano para solados.

$Q = U \text{ [kcal /m}^2 \cdot \text{H} \cdot \text{°C]} \times A \text{ [m}^2\text{]} \times \Delta t \text{ [°C]}$; es la expresión general para calcular el total de calor transmitido por hora de energía tanto en paredes, tejados y solados.
En donde A, es la superficie expuesta, y Δt es el salto de temperatura entre la zona externa (te) y la zona interna (ti).

Por lo que a estas temperaturas u otras que se consideren, se deduce que la Cantidad de calor transmitida por hora tanto en invierno o verano, los valores diferenciales son en función de la Transmitancia térmica "U" para cualquiera de los tipos de materiales analizados.

Porcentaje diferencial de Ahorro de energía con paredes ACERART:

- a) Respecto a la pared de LADRILLON o LADRILLO COMUN = 112%
b) Respecto a la pared de HORMIGON ARMADO NORMAL = 235%

B.- Transmitancia Térmica de Solados:

$$U4 = \frac{1}{1/fi+X4/k4} ; U5 = \frac{1}{1/fi+X5/k5} ; U6 = \frac{1}{1/fi+X6/k6}$$

En dónde:

Solados ACERART

- U4 = Coeficiente Transmisión en solados de Roca Volcánica [kcal /m² * H * °C]
fi = Coeficiente Práctico Transmisión superficial paramento interior = 8,05 kcal /m² * H * °C; con aire en reposo.
fo = Coeficiente Práctico Transmisión superficial paramento exterior = 0,0 kcal /m² * H * °C; en contacto con tierra.
X4 = Espesor de pared de hormigón Roca Volcánica = 0,12 m
k4 = Coeficiente de conductibilidad del Hormigón Roca Volcánica (Pumicita) = 0,25 kcal /m * H * °C

Solados LADRILLON O LADRILLO COMUN

- U5 = Coeficiente Transmisión de paredes de: Ladrillón o ladrillo común [kcal /m² * H * °C]
X5 = Espesor de pared de Ladrillón = 0,12 m
K5 = Coeficiente de conductibilidad del Ladrillón o ladrillo común = 0,70 kcal /m * H * °C

Solados HORMIGON ARMADO NORMAL

- U6 = Coeficiente Transmisión de paredes de Hormigón armado normal [kcal /m² * H * °C]
X6 = Espesor de pared de Hormigón Armado común = 0,12 m.
k6 = Coeficiente de conductibilidad del Hormigón Armado común = 1,63 kcal /m * H * °C



Valores del Coeficiente de Transmitancia Térmica:

U4 =	1,66	[kcal /m ² * H * °C]	<u>Solados ACERART</u>
U5 =	3,44	[kcal /m ² * H * °C]	<u>Solados de LADRILLON O LADRILLO COMUN</u>
U5 =	5	[kcal /m ² * H * °C]	<u>Solados de HORMIGON ARMADO NORMAL</u>

Porcentaje diferencial de Ahorro de energía con Solados ACERART:

a)	Respecto al Solado de LADRILLON o LADRILLO COMUN	=	107%
b)	Respecto al Solado de HORMIGON ARMADO NORMAL	=	201%

C.- Transmitancia Térmica en Techados:

$$U7 = \frac{1}{1/fi + X7/k7 + 1/fo} \quad ; \quad U8 = \frac{1}{1/fi + X8.1/k8.1 + X8.2/k8.2 + X8.3/k8.3 + 1/fo}$$

$$U'8 = \frac{1}{1/fi + X8.1/k8.1 + X8.2/k8.2 + X8.3/k8.3 + X8.4/k8.4 + 1/fo} \quad ; \quad U9 = \frac{1}{1/fi + X9/k9 + 1/fo}$$

En dónde:

Techados ACERART

- U7 = Coeficiente Transmisión en paredes de Roca Volcánica [kcal /m² * H * °C]
- fi = Coeficiente Práctico Transmisión superficial paramento interior = 8,05 kcal /m² * H * °C; con aire en reposo.
- fo = Coeficiente Práctico Transmisión superficial paramento exterior = 29,30 kcal /m² * H * °C; con velocidad de aire de 25 km/h.
- X7 = Espesor de pared de hormigón Roca Volcánica = 0,15 m
- k7 = Coeficiente de conductibilidad del Hormigón Roca Volcánica (Pumicita) = 0,25 kcal /m * H * °C

Techados de TEJAS CERÁMICAS

- U8 = Coeficiente Transmisión en Techados de Tejas Cerámica sin cámara de aire [kcal /m² * H * °C]
- U'8 = Coeficiente Transmisión en Techados de Tejas Cerámica con cámara de aire [kcal /m² * H * °C]
- X8.1 = Espesor de Solados de Tejas Cerámicas = 0,035 m.
- K8.1 = Coeficiente de conductibilidad de Tejas Cerámicas = 0,40 kcal /m * H * °C
- X8.2 = Espesor de Solados con lana de vidrio = 0,05 m.
- K8.2 = Coeficiente de conductibilidad de la Lana de Vidrio = 0,7032 kcal /m * H * °C
- X8.3 = Espesor de Solados con madera pino insigne = 0,025 m.
- K8.3 = Coeficiente de conductibilidad de pino insigne = 0,098 kcal /m * H * °C
- X8.4 = Espesor en Solados con cámara de aire = 0,05 m.
- K8.4 = Coeficiente de conductibilidad del aire quieto a 0°C = 0,021 kcal /m * H * °C

Techados HORMIGON ARMADO NORMAL

- U9 = Coeficiente Transmisión de paredes de Hornigón armado normal [kcal /m² * H * °C]
- X9 = Espesor de pared de Hornigón Armado común = 0,15 m.
- k9 = Coeficiente de conductibilidad del Hornigón Armado común = 1,63 kcal /m * H * °C



Valores del Coeficiente de Transmitancia Térmica:

U7 =	1,33	[kcal /m ² * H * °C]	<u>Techados ACERART</u>
U8 =	1,77	[kcal /m ² * H * °C]	<u>Techados Tejas Cerámicas sin cámara de aire*</u>
U8 =	0,34	[kcal /m ² * H * °C]	<u>Techados Tejas Cerámicas con cámara de aire</u>
U9 =	4,17	[kcal /m ² * H * °C]	<u>Techados HORMIGON ARMADO NORMAL</u>

* El tejado cerámico sin cámara de aire es el más frecuente utilizado, por ello se lo considera como comparativo en el ahorro de energía.

Porcentaje diferencial de Ahorro de energía con Techados ACERART:

a)	Respecto al Techado de TEJAS CERAMICAS SIN CAMARA DE AII	33%
b)	Respecto a Techados de HORMIGON ARMADO NORMAL	= 213%

CONCLUSION:

En cualquiera de los casos es evidente que cuando se utiliza Roca Volcánica (Pumicita) se logra un considerable ahorro de cualquier energía tanto en invierno como en verano, según corresponda. Siendo este ahorro de energía entre el 33% y el 235%.

NOTA:

1.- Los valores f_i como f_o , que son los coeficientes prácticos superficiales estudiados son para la estación de invierno. Estos valores en la estación de verano son:

f_i = Coeficiente Práctico Transmisión superficial paramento interior = 5,85 kcal /m² * H * °C; con aire en reposo.
 f_o = Coeficiente Práctico Transmisión superficial paramento exterior = 19,50 kcal /m² * H * °C; con velocidad de aire de 15 km/h.

2.-La metodología de cálculo para determinar la Transmitancia U en verano considerando estos valores de f_i y f_o respectivamente, es la misma que para el invierno, que es cuando existen mayores pérdidas de calor (Q), de ahí su única consideración para el análisis del cálculo.

3.- La superficie de cálculo de la cantidad de pérdida de calor Q, es la misma para cualquiera de los materiales considerados en esta evaluación. Por lo que la expresión $Q=U \cdot A \cdot \Delta t$, en donde A representa la superficie de: paredes, techados, o solados para cualquiera de los cálculos es la misma superficie de consideración, siendo la variable, la Transmitancia Térmica "U" de cada material que se analice, para un " Δt " de temperatura y una superficie "A" ambas constantes.

4.- Los coeficientes de conductibilidad térmica de la Roca Volcánica (Pumicita), dependen de la dosificación de cemento variando éste entre 0,06 y 0,15 [kcal /m² * H * °C], para los efectos del cálculo de la pérdida de la Cantidad de calor "Q" se ha considerado el coeficiente de conductibilidad K en un valor de 0,25 [kcal /m² * H * °C] (valor del hormigón pomez en Chile), por lo que en la ponderación sería mejor si tomamos otros valores también permitidos.



7.3. Casa E de BASF

Construir
Materiales, diseño y arquitectura

También en electrónica
LG Electronic aplicó el modelo que se basa en la sustitución de sustancias perjudiciales para el ambiente, el mejoramiento de la eficiencia energética mediante el reciclado y la disminución del uso de recursos. Este es un compromiso en el cual se preserva el cuidado de la salud y el bienestar de las personas.



El ahorro energético, clave

La Casa de la Eficiencia Energética está en la planta de producción de BASF en Tortuguitas. Es un proyecto de Pablo Azqueta y la dirección de obra de Germán Spinelli, supervisada por Horacio Raiano. La superficie total es de 200 m² construida en dos plantas con un formato para una familia tipo. Cuenta con living comedor, toilette, cocina, un salón de usos múltiples o quinchó, galería y dos dormitorios con un baño completo en la planta alta. La obra culminó en mayo último.

Para la construcción de la Casa E, la primera Casa de la Eficiencia Energética de BASF en América del Sur, se aplicaron diversas soluciones e innovaciones, que contribuyen a reducir el consumo de energía en climatización y emisión de CO₂.

BASF presenta soluciones tecnológicas de avanzada como plásticos celulares, poliuretanos, químicos, pinturas decorativas y pigmentos especiales de última generación agrupados en tres pilares de construcción sustentable: eficiencia energética, materiales de alta performance, diseño y decoración.

El sistema de construcción principal consta de una platea de fundación y mampostería cerámica estructural; paredes, losas y entrepisos ejecutados con sistema Exterior Insulation and Finish Systems (EIFS), que consiste en placas de poliestireno expandido Neopor sobre construcción tradicional y sistema Insulated Concrete Formwork (ICF) de ladrillos autoportantes de poliestireno expandido Neopor en el salón de usos múltiples. Debido a estas soluciones y el eficiente aislamiento térmico obtenido se puede lograr un ahorro de aproximadamente el

70% de la energía necesaria para su funcionamiento. "A través de este proyecto ponemos a disposición de la industria la más alta tecnología en materiales de alta performance, eficiencia energética y productos para el diseño y la decoración. Nuestro compromiso es crear química para ofrecer soluciones innovadoras y económicamente viables para la construcción del futuro, contribuyendo a la sustentabilidad", explica Diego López Casanello, presidente de BASF Argentina. Las tecnologías aplicadas en la Casa E de BASF permiten a constructoras, desarrollistas y arquitectos analizar diferentes maneras de proyectar edificios o casas sustentables a costos competitivos con respecto a la construcción tradicional. Son soluciones que garantizan edificaciones resistentes

y eficientes en el consumo de energía diario.

"BASF es un muy buen socio para la industria de la construcción ya que buscamos desarrollar soluciones integrales junto a nuestros partners. Queremos ser catalizadores del cambio hacia una nueva cultura constructiva más sustentable", destaca López Casanello.

Materiales utilizados
Los techos se impermeabilizaron con membrana líquida poliuretánica. Los tirantes estructurales son laminados de madera forestada. El revestimiento interior es de placas de yeso Knauf montadas sobre estructura de acero galvanizado liviana o simplemente adheridas con masillas especiales. Cuentan con un aislamiento térmico superior invertido de espuma rígida de poliuretano proyectado y capa drenante en canto rodado so-



bre membrana geotextil. Las paredes del edificio principal cuentan con aislamiento térmico exterior EIFS con placas de EPS poliestireno expandido de última generación.

La terminación de los pisos, al igual que los del edificio principal, son pisos arquitectónicos BASF de base poliuretánica. El entrepiso está resuelto con losas de viguetas pretenidas y bloques de EPS, y el contrapiso es de hormigón alivianado con perlas de EPS aditivadas.

Las paredes exteriores del salón de usos múltiples se construyeron con ICF. Se trata de bloques premoldeados del Grupo Estisol, de poliestireno expandido de última generación, rellenos de hormigón armado, que brindan mampostería, estructura y aislación térmica tres en uno.

Leandro Murciego

Lo nuevo, para sumar

Control solar

Se basa en el uso racional de la energía y el diseño sustentable. Leval promueve nuevas soluciones para control solar desarrolladas por Hunter Douglas con materiales reciclables de alto rendimiento y la protección del medio ambiente.

Recuperación de agua

El sistema de Rehau Solect capta en forma eficiente la radiación para calentar agua, merced a lo que se logra un ahorro importante del consumo total de gas. El método de recupero de agua de lluvia Raurain permite filtrar y almacenar el agua para usarla en tareas domésticas. El intercambiador geotérmico aire-tierra Awadukt Termo aprovecha la temperatura del subsuelo para climatizar la casa.

Griferías

De diseño minimalista y de alta tecnología, FV aportó las griferías. En la cocina se instaló FV Línea Temple, que cuenta con boquilla aireadora con lo cual reduce notablemente el consumo de agua. En los baños se colocó la Línea Mera, donde dentro de la flor de la ducha existe un restrictor de caudal.

Pintura

El interior se pintó con Casablanca de BASF. Estas pinturas son de base agua con mínimo contenido de solvente, amigables con el medio ambiente y libres de olor.

Sanitarios

La línea Marina de sanitarios Ferrum instaló los sanitarios con la nueva función del sistema de mochilas de doble descarga, que permite el ahorro de agua.



8. GLOSARIO

WDVS: Wärmedämmverbundsystem (SATE: Sistema de Aislamiento Térmico Exterior)

EPS: Poliestireno Expandido

CFC: Clorofluorocarbonos o Clorofluorocarbonados (denominados también CFC)

HCFC: Hidroclorofluorocarbonos

EnEV: Die Energieeinsparverordnung (La Ley de Conservación de Energía)

BMVBS: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Ministerio Federal de Transporte, Construcción y Desarrollo Urbano)

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)





9. BIBLIOGRAFÍA

- García López, Esperanza, 1998, *Técnicas ecológicas de construcción no tradicionales*
www.azc.uam.mx/cyad/procesos/website/grupos/tde/NewFiles/ecologico.html,
Página vigente al 14/01/2011.
- Negocios Empresa, 19 de Marzo de 2009, *Negocio de construcciones ecológicas*,
www.negocioempresa.com/negocio-de-construcciones-ecologicas.html, Página
vigente al 14/01/2011.
- Ecototality S.L, *Materiales de construcción ecológicos*,
www.casasecologicas.net/vivirencasasana/index.php?index=14, Página vigente al
14/01/2011.
- Adriana, 29 de Octubre de 2009, *Construcciones ecológicas*,
www.medioambiente.net/construcciones-ecologicas/, Página vigente al 14/01/2011.
- Univision.com, 28 de Junio de 2010, *Las viviendas pueden producir energía*,
<http://casa.univision.com/casa-ecologica/construccion-ecologica/article/2010-06-28/casas-solares-las-viviendas-pueden>, Página vigente al 14/01/2011.
- Federal Ministry of Economics and Technology, *The Initiative*,
<http://www.encyclopedia-germany.info/EIE/Navigation/EN/the-initiative.html>,
Página vigente al 14/01/2011.
- Deutsche Energie-Agentur GMBH (dena), Silber Druck oHG, M. 2010. *Energías Renovables “Made in Germany”*. 34 Páginas.
- Ing. Filiberto Delgado, M. 2008, *Manual Sistemas Constructivos*. 140 Páginas.
- Federal Ministry of Economics and Technology, *Technologies*,
<http://www.encyclopedia-germany.info/EIE/Navigation/EN/technologies.html>,
Página vigente al 14/01/2011.
- Raimondi, Santiago, 2008, *Construcción Ecológica y Sostenible en el Diseño de Viviendas*, Tesis de Grado ITBA.
- AHK Cámara Argentino Alemana, *Medio Ambiente y Energías Renovables*,
http://www.ahkargentina.com/argentina/departamentos/departamento.asp?id_departamento=237&cdCAMARA=14, Página vigente al 14/01/2011.



- Vegas, Rodrigo Herrera, 4 de Diciembre de 2010, *Viento en popa para nuevos parques eólicos en Argentina*, http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=1330504, Página vigente al 14/01/2011.
- Energías Renovables, 25 de Marzo de 2010, *¿Es posible construir una casa energéticamente autosuficiente?*, <http://www.renovables-energia.com/2010/03/%C2%BFes-posible-construir-una-casa-energeticamente-autosuficiente/>, Página vigente al 14/01/2011.
- Gambier, Mariana, 17 de Julio de 2010, *La casa del siglo XXI*, http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=1285054, Página vigente al 14/01/2011.
- Soliclima, *Reciclaje y tratamiento de aguas*, http://www.soliclima.com/reciclaje_aguas.html, Página vigente al 14/01/2011.
- Ideas de Negocios, *Fabricante de viviendas o casas ecológicas que ahorren energía y agua*, <http://ideasdenegocios.com.ar/viviendas-casas-ecologicas.htm>, Página vigente al 14/01/2011.
- Salmson, *Soluciones Ecológicas*, http://www.salmson.com.ar/soluciones_ecologicas.php, Página vigente al 14/01/2011.
- Pocidalo, Stéphane, 23 de Julio de 2007, *El boom de las casas ecológicas*, <http://www.eco2site.com/arquit/boom.asp>, Página vigente al 14/01/2011.
- Energías Renovables, *Hacer tu hogar autosuficiente energéticamente*, http://www.energiasrenovables.es/hogar_casa/coeficiencia/hogar_autosuficiente.html, Página vigente al 14/01/2011.
- de Miguel, Ignacio, 22 de Julio de 2008, *Casas autosuficientes*, <http://www.biocarburante.com/casas-autosuficientes/>, Página vigente al 14/01/2011.
- Acerart, 2009, *Sistema Constructivo se obtiene combinando hormigón de roca volcánica y acero*, <http://acerart.com/>, Página vigente al 14/01/2011.
- Cámara Argentina de Construcción, <http://www.camarco.org.ar/default.aspx>, Página vigente al 14/01/2011.
- Instituto de Viviendas de la Ciudad, http://www.buenosaires.gov.ar/areas/planeamiento_obras/vivienda/, Página vigente al 14/01/2011.



- Consejo Nacional de la Vivienda, <http://www.cnvivienda.org.ar>, Página vigente al 14/01/2011.
- Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Viviendas, <http://www.vivienda.gov.ar/>, Página vigente al 14/01/2011.
- Energy Efficiency and Renewable Energy, *Ahorro de Energía*, <http://www.energysavers.gov/consejos/>, Página vigente al 14/01/2011.
- En Buenas Manos, *Sistemas economizadores de agua*, <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=446>, Página vigente al 14/01/2011.
- Sursolar, <http://www.sursolar.com.ar/>, Página vigente al 14/01/2011.
- Fernández & Carella, 1981, *Conservación de Energía en Viviendas y Edificios*, http://www.arquinstal.com.ar/eficiencia/ure_esso/ure.html, Página vigente al 14/01/2011.
- Wikipedia, *La Enciclopedia Libre*, <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>, Página vigente al 14/01/2011.