



# **UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

---

## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

### **"INTEGRACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE PARA FRACCIONAMIENTOS"**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL  
PRESENTA:

**BENJAMÍN MURGUÍA MARTÍNEZ**

**DIRECTOR DE TESIS: M.A. RAMIRO SILVA OROZCO**

MORELIA, MICHUACÁN, MÉXICO. FEBRERO DE 2010



## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por darme todo lo que tengo, principalmente la vida; también agradecer a mis padres Carmen Martínez Zaragoza y José Murguía Ortiz por darme su apoyo durante todo éste tiempo que ocupé para estudiar, enseñándome los principios y valores morales que construyeron la persona que actualmente soy, así como su amor, compañía, generosidad y responsabilidad que demostraron siempre por mi, además de sus esfuerzos, sacrificios, desvelos y preocupaciones que no fueron pocos; por todo ello, muchas gracias, los Amo, que Dios los bendiga y los guarde por siempre.

Igualmente quiero agradecer a mis hermanos: Yunuen, Carmen, José Antonio y Adalyd, los cuales estuvieron siempre acompañándome en éste largo caminar y que ahora concluyo, apoyándome con su tiempo, dinero y esfuerzo, especialmente en la etapa de la Universidad, a mis hermanos les digo también que los quiero mucho, gracias por su apoyo, que este logro es de todos, que Dios los bendiga.

A mi novia Leonor que la conocí en la facultad y que también fue pieza clave para que pudiera terminar con esta etapa de mi vida, porque desde que somos novios siempre a estado a mi lado luchando para lograr nuestros objetivos y éste es uno de ellos, a ella le digo que la amo y que siempre va a ser, como lo a sido hasta ahora, mi amiga, mi confidente, mi pareja y mi amor, gracias por todo hermosa, principalmente por tu amor, que Dios te bendiga mi vida.

Asimismo quiero agradecer a mis amigos Ma. Cristina, Guillermina, Berenice, Arturo, José Guadalupe, Cristóbal Omar, Carlos Alberto y Carlos Eduardo, con quienes compartimos grandes cosas dentro y fuera de la universidad, a ellos les digo gracias por todo su apoyo que se que es sincero, su tiempo que es muy valioso para mí, sus consejos que siempre los tomo en cuenta, pero sobre todo gracias por su amistad desinteresada y limpia, que Dios los bendiga.





De la misma forma, le agradezco a mi casa de estudios, la “Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo ***Cuna de Héroes, Crisol de Pensadores***”, por permitirme ser parte de ella y recibir los conocimientos impartidos de manera eficiente y responsable de parte de sus catedráticos para formarme como Ingeniero Civil, de la cual siempre me sentiré orgullosamente nicolaíta.

Finalmente, quiero agradecer a todas aquellas personas que de alguna u otra forma me ayudaron a salir adelante en este camino que no termina aquí, pero que quiero agradecerles de todo corazón lo que han hecho por mi; a mi asesor de tesis el M. A. Ramiro Silva Orozco por sus consejos y recomendaciones que fueron muy valiosas para terminar dicha investigación; y a la humanidad entera por ser parte de ella y a quien serviré como Ingeniero Civil, gracias por todo, que Dios los bendiga.





# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, los seres humanos nos hemos preocupado de protegernos de los peligros a los que cotidianamente estábamos expuestos, tanto de animales salvajes como de fenómenos naturales tales como: la lluvia, el fuego, el aire, la nieve, los rayos del sol, las torbellinos, tornados, tsunamis, sismos... entre muchos otros, y para lograrlo acudimos a diferentes tipos de construcciones como chozas, cabañas, pirámides, iglús, casas habitación, condominios, fraccionamientos, residencias, edificios y cualquier clase de construcción que realizara la tarea de salvaguardar la integridad física del ser humano, no importaba el material ni técnica para su construcción.

En la actualidad, la necesidad de construir para proteger ha disminuido bastante, pero desafortunadamente vemos con tristeza que esta necesidad no se ha terminado en varios lugares del mundo y en pleno siglo XXI existen comunidades enteras de la sociedad que viven sin una construcción que cubra tal necesidad para sobrevivir.

En base a la imperiosa necesidad de seguir construyendo para proteger y resguardarnos de la naturaleza, la naturaleza misma nos ofrece todos los elementos y herramientas necesarios para satisfacer la demanda de construcciones, que permitan al mismo tiempo relacionarnos íntegramente con cada uno de los insumos obtenidos, sin alterar o dañar al medio ambiente, desarrollando una construcción sustentable en beneficio de la sociedad y de la naturaleza, misma que reditúe en mayores beneficios y menos costos para ambos, durante un largo tiempo.

Es por eso que surge la necesidad de proponer la construcción de fraccionamientos sustentables dentro de nuestro país, tomando en cuenta que es vital que en éste tiempo se desarrollen técnicas necesarias para la implementación y difusión de procesos constructivos que integren al medio ambiente, como lo hacen en países desarrollados de Europa, Asia, y algunos otros como Dubai,





Filipinas, Holanda, por mencionar a algunos. Todos ellos han basado su desarrollo sustentable en las recientes convenciones que tocaron temas como el calentamiento global, gases de invernadero, deforestación y sobreexplotación de mantos acuíferos, entre muchos otros temas, acciones todas ellas provocadas por el ser humano y que afectan muy seriamente a nuestro entorno, al planeta en que vivimos y por consiguiente a nosotros mismos. Estas convenciones van enfocadas hacia un mismo fin, salvar al planeta en que vivimos y salvarnos a nosotros mismos.

La idea es, y por eso es que surge mi tema de tesis, aplicar los conocimientos adquiridos que se nos dotan en la universidad, dándole una visión medioambiental no convencional, es decir, empleando procesos constructivos de integración ambiental que deriven en obtener fraccionamientos sustentables que cuenten con los servicios básicos necesarios para sobrevivir, desde un ladrillo ecológico hasta una planta propia de tratamiento de aguas residuales o una planta generadora de su propia energía y combustible para cocinar. Utilizando la Ingeniería Civil desde un punto de vista “natural” por así llamarlo, estaremos generando fraccionamientos no solo sustentables, sino una mejor calidad de vida para los ciudadanos, misma que repercutirá en beneficio del mundo entero.

Y de esta forma, la misión que tenemos como personas y como Ingenieros Civiles no debe acotarse en proyectar y ejecutar obras sin responsabilidad ambiental, sino que contribuya además a mejorar nuestro entorno social y refleje diversidad e ingenio, capaces de integrarnos de forma armónica al medio ambiente, y nos lleve a mejorar y superar día a día las metas alcanzadas, para construir esperanzas a las generaciones venideras, bienestar a las generaciones presentes y regocijo a las generaciones pasadas.





## CAPÍTULO II

### ANTECEDENTES

El cambio climático es un tema de prioridad nacional. En cualquier agenda política de cualquier nación es el mayor reto al que se enfrentan hoy en día. Los impactos visibles en todos los planos urgen la toma de medidas preventivas para evitar un futuro con escenarios aún peores. Esto está afectando a las economías nacionales y, por supuesto, a la calidad de vida de los habitantes del mundo entero.

El revertir el cambio climático es el reto más difícil de la crisis ambiental global que pone de manifiesto los límites del modelo de desarrollo tecno-económico dominante, el cual se ha basado en el uso intensivo de los combustibles fósiles, en la explotación desmedida de los recursos naturales y en patrones de consumo humano no sustentables.

El problema surgió desde la revolución industrial, pero se ha desarrollado de forma más acentuada desde mitad del siglo anterior. Esto, debido a la existencia de modelos productivos que han dejado de lado los costos y los impactos ambientales. De seguir con esta inercia tendremos como consecuencia incrementos en la temperatura de entre 1.8 y 4 grados al final de este siglo, así como incrementos de enfermedades que se transmiten por factores dependientes de la temperatura como el dengue, el cólera, la malaria entre otros.

A nivel internacional, los foros que abordan este tema vienen desarrollando desde principios de la década de los noventa la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto a finales de la misma década. El objetivo de estas iniciativas es lograr el control de las emisiones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a niveles que impidan interferencias peligrosas en el sistema climático, y en un plazo suficiente que permita que los ecosistemas se adapten naturalmente a esta serie de cambios en el clima para asegurar de esta manera la producción de alimentos y el





desarrollo económico sostenible. Esta iniciativa cuenta con aproximadamente 42 países adheridos, entre los que se encuentra México.

En el contexto nacional, el 28 de enero de 1988 se publicó la ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente que tuvo su última actualización el 5 de julio del 2007. El primer artículo de esta ley, refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente de la nación. Se buscó definir las políticas ambientales que convergieran en el mejor aprovechamiento de los recursos naturales del país, así como el aprovechamiento sustentable de manera tal que exista compatibilidad entre los beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas. La ley señala la importancia que hay en que los diferentes actores públicos y privados se coordinen en favor de encontrar las soluciones óptimas que redunden en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de una zona geográfica determinada.

El origen de un proyecto sustentable se halla en el convencimiento de que el modelo de desarrollo imperante no puede continuar y es urgente proponer otras alternativas. Este modelo de desarrollo inadecuado se basa en el incremento permanente del producto interno bruto de los diversos países del planeta y en la concentración de la riqueza en manos de pocos países, empresas e individuos. Dejando fuera cualquier aspecto político, este modelo irremediablemente implica la sobreexplotación de los recursos no renovables, el deterioro de la naturaleza, la pérdida de la biodiversidad, la injusta distribución de la riqueza, la ampliación de la brecha existente entre los que tienen y los que carecen y, en última instancia, la muerte de la civilización tal y como la conocemos.

A todos niveles (Organización de las Naciones Unidas, instituciones internacionales, gobiernos de cada país, organizaciones no gubernamentales, sector privado, sector académico y nivel individual) se reconoce la necesidad de establecer un nuevo modelo de desarrollo que urge implantar: “*el desarrollo sustentable*”. En el modelo sustentable el cuidado de los recursos naturales, sobre todo los no renovables, es prioritario. Hay innumerables formas y maneras de





establecer acciones específicas que confluyan en el desarrollo sustentable, por lo que es preciso investigar y explorar numerosas opciones. La filosofía de diseño de las viviendas autónomas, por poner un ejemplo de construcción sustentable, se resume en los siguientes puntos:

- El mejor diseño no tiene por qué ser el más caro.
- Usar materiales del propio lugar (piedra, grava, arena y algo de madera).
- La construcción es de alta calidad y bajo costo.
- Aprovechar los recursos energéticos locales (sol, río, leña, viento y biomasa).
- Hacer un uso máximo de la luz natural en todas las habitaciones.
- La limpieza y el mantenimiento, por diseño, resultan muy fáciles.
- Incluir digestores aeróbicos para aguas blancas y negras para no generar aguas residuales que contaminen cuerpos de aguas y suelo.
- La basura se separa en: combustible, compostable y reciclable.

Por eso es tan importante retomar y reactivar de manera urgente los modelos de desarrollo sustentables que se han empezado a difundir y recrear de manera cíclica en algunos Estados de la República, como el Instituto de Vivienda del Estado de Aguascalientes (IVEA) que está impulsando la construcción de “Natura Vivencia Ecológica”, el primer fraccionamiento habitacional y comercial sustentable, o los edificios sustentables en México:

- Centro de Investigación en Energía de la UNAM.
- Instituto Nacional de Salud.
- Museo de Sitio Xochicalco.
- Centro Campestre Asturiano.
- Club de los Pumas.
- Biblioteca de la UAM-A.
- Museos de la Ruta Zapata.





Tomar medidas preventivas, correctivas, restrictivas y operativas en beneficio de nuestro medio ambiente nos permitirá un reordenamiento de la sociedad en el ámbito estructural, económico, político-social, visual y ergonómico que nos ayude a un mejor desarrollo integral para todos. Acciones como los sistemas de tratamiento de aguas residuales, son por esencia la herramienta fundamental utilizada para controlar la contaminación del agua, a través de ellos se mejora la calidad de las aguas residuales propiciando la posibilidad de su reúso y se protege la ecología de los cuerpos receptores y la salud pública. Mediante la utilización de materiales reciclables para la edificación de cualquier obra, hasta terminar en los interiores, se está realizando en función de minimizar el impacto ambiental que estos ocasionan. Construir estas obras puede resultar hasta 20 por ciento más caro en un principio, pero en cinco años es posible obtener ahorros de 30 por ciento en la operación de las mismas, principalmente en cuestión de energía. Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables de la CONAVI, SEMARNAT y SENER:

- Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable Ante el Cambio Climático.
- Indicadores, criterios y parámetros de la vivienda sustentable.
- Programa de subsidios para la vivienda sustentable.
- Código de Edificación de la Vivienda.
- Metodología para ser Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
- Normatividad Oficial Mexicana (NOM).

“1er. Encuentro de desarrollo urbano sustentable”, en donde participaron los secretarios de urbanismo y medio ambiente de diferentes Estados del país como: Aguascalientes, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Colima, Distrito Federal, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas. Existen también algunas iniciativas estatales para la vivienda sustentable como:

- Guanajuato: Con leyes y normas, así como programa piloto.





- Gobierno del Distrito Federal con norma para uso obligatorio de calentadores solares (Edificios de uso comercial).
- Nuevo León, Gobierno del Estado con Programa para Vivienda Bioclimática.
- Tamaulipas, Gobierno del Estado con Programa para Vivienda Sustentable.
- Querétaro: Inicia programa para la vivienda sustentable.
- Gobierno Estatal de BCS: Con programas para el ahorro de energía y uso de energías renovables en la vivienda.

También contamos con algunas formas para caminar a la sustentabilidad en la vivienda como:

- Programas de la Comisión Federal de Electricidad; aislar techos y ventanas, cambio del equipo de aire acondicionado, de iluminación incandescente y refrigeradores (más de 100,000 viviendas).
- Diseños Nuevos: Difusión, Capacitación y Normas de Eficiencia Energética (Sobre lineamientos para el diseño térmico de la envolvente de la vivienda).

Impactos de la vivienda:

- En México más de dos terceras partes de la superficie del país presenta condiciones de clima cálido (seco en el norte y húmedo en las costas).
- Aproximadamente el 20% del total del consumo de energía del país corresponde al sector relacionado con la vivienda.
- Un 90% de la energía que se consume en México, tiene su origen en la quema de recursos no renovables.

La arquitectura ecológica es aquella que programa, proyecta, realiza, utiliza, recicla y construye edificios sostenibles para el hombre y el medio ambiente. Los edificios se emplazan localmente y buscan la optimización en el uso de materiales y energía, lo que tiene grandes ventajas medio ambientales y económicas.





Por esta razón debemos de tomar en cuenta algunos proyectos de tipo arquitectónico que también tratan y comprometen su desarrollo con la naturaleza y su entorno, haciéndolos sustentables en un grado muy alto.



Fotografía No. 1 Vivienda sustentable

**A).- Torre Cuajimalpa, la torre verde de la ciudad de México [Meir Lobaton y Kristjan Donaldson].**

Meir Lobaton y Kristjan Donaldson han diseñado un edificio habitacional de 36 niveles de altura a construirse en la Ciudad de México, bajo la premisa de que se puede habitar en un departamento, sin pagar por el precio de un terreno y contando con jardín en el patio trasero.

**B).- Siete prototipos de vivienda sostenible [Luis de Garrido].**

El proyecto a cargo del Doctor Arquitecto Luis de Garrido, consiste en el diseño de 7 prototipos de vivienda visitables, que representarán la rehabilitación sostenible de viviendas ya construidas, construcción de viviendas sociales sostenibles y, la construcción de viviendas y edificios singulares modélicos, y por tanto, que puedan convertirse en un referente modélico para la promoción futura de viviendas.

**C).- Green Box, la vivienda-jardín con menor consumo energético de todo el mundo [Luis de Garrido].**

Green Box consiste en una Vivienda-Jardín modular, prefabricada, reutilizable, transportable, bioclimática, con consumo energético cero y sin





generación de residuos, diseño del arquitecto Luis de Garrido. La vivienda Green Box podría ser un referente internacional de la arquitectura sostenible, ya que cumple de forma exhaustiva con todos los indicadores de arquitectura sostenible que se han establecido.

#### **D).- La casa híbrida, el nuevo concepto de la arquitectura bioclimática [Konyk Studio].**

El auge de los vehículos híbridos es innegable, tanto que incluso los arquitectos se ven inspirados por sus formas. Así es como ha nacido la casa híbrida, que le debe tanto al Toyota Prius como a la arquitectura sostenible. El estudio neoyorquino Konyk quería crear una vivienda que fuese totalmente independiente de la red eléctrica. Esto se consigue aprovechando la energía solar gracias a unas estudiadas formas destinadas a conseguir una maximización de la exposición al sol de sus superficies y complementado con unos depósitos de biocombustible como generadores auxiliares en caso de no poder utilizar la energía solar.

#### **E).- Qué es una casa pasiva.**

Este tipo de viviendas poseen un sistema avanzado de persianas automatizadas y ventilación pasiva, ofreciendo como resultado que en verano se mantengan temperaturas frescas y en invierno cálidas.

#### **F).- La casa saludable.**

Factores sensoriales (ruidos, olores, mobiliario, color...) y extrasensoriales (calidad del aire, agentes químicos, ácaros...) son determinantes: una casa enferma puede ser foco de múltiples dolencias para sus habitantes. Cúrese en salud y pase consulta a su vivienda.





### **G).- La academia de ciencias de California.**

Con un diseño de vanguardia, el arquitecto Renzo Piano proyectó el nuevo edificio que aloja la academia de ciencias de California. Cerca de 10 años de trabajo y 500 millones de dólares se invirtieron en este edificio, obra maestra de la arquitectura sostenible, que mezcla a la perfección las vistas naturales del parque y las innovaciones técnicas propias de una arquitectura más acorde con la biodiversidad y el respeto de la naturaleza, valores cercanos a la difusión de la ciencia y el respeto por la diversidad.

Estas acciones importantes, pero insuficientes para crear una cultura por el cuidado del medio ambiente, nos comprometen a los ciudadanos y a los diferentes tipos de gobiernos a impulsar medidas más eficaces a favor de esta causa global de la sustentabilidad.



*Fotografía No. 2 Modelo futurista*





## CAPÍTULO III

### INGENIERÍA MEDIOAMBIENTAL

Desde que nos levantamos hasta que nos acostamos e incluso mientras dormimos estamos consumiendo energía. Ésta es indispensable y no sólo para las sociedades actuales. El ser humano inventó el fuego y, con la madera como combustible, cocinaba y se calentaba con él. Desde tiempos remotos ha utilizado, además de su propio esfuerzo físico, el de algunos animales domésticos para obtener esa energía. Creo la rueda que unida a la fuerza del viento y el agua, le proporcionaba energía mecánica.

Con la revolución industrial, que comenzó en el siglo XVIII en Inglaterra, y continuó en casi todo el mundo en el XIX, el modelo energético empleado hasta entonces se desmoronó y otras fuentes de energía, como el carbón, arrancaron con fuerza. En 1859, se realizó en E.E.U.U. la primera perforación petrolífera.

Se inició así la fiebre del “oro negro” que dura hasta nuestros días. En poco tiempo el carbón, los hidrocarburos y la energía nuclear desbancaron a las otras fuentes que se usaban hasta ese momento. Para ello, fue necesario un espectacular desarrollo tecnológico que va desde la máquina de vapor al reactor nuclear, pasando por el motor de explosión y el generador eléctrico.

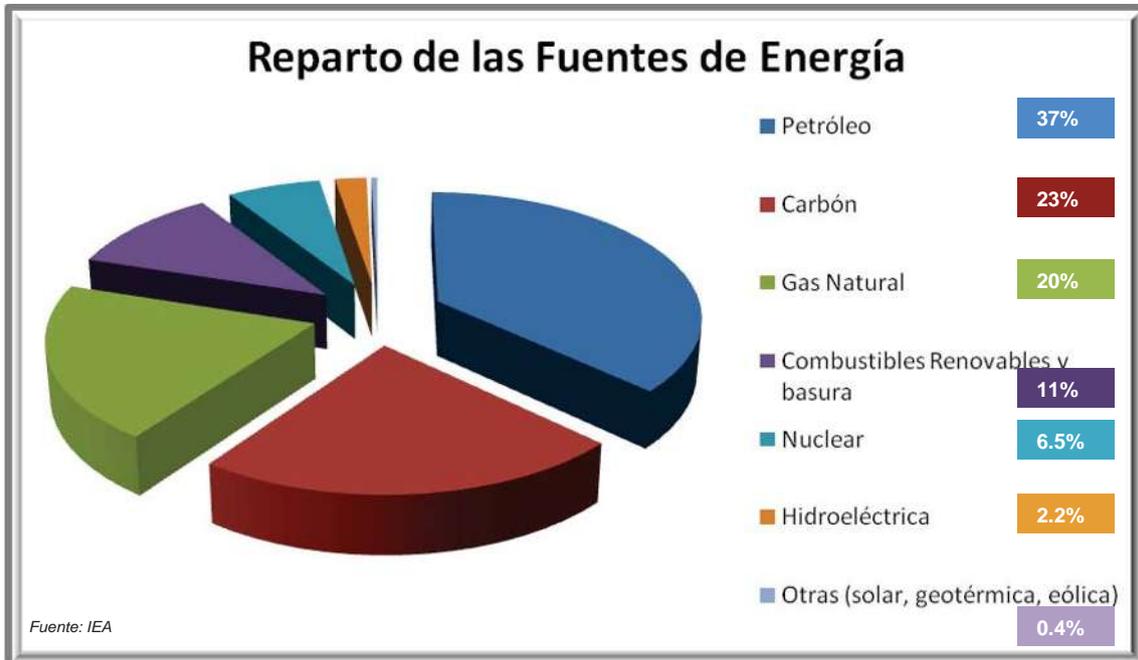
#### III.1 CONSUMIMOS MÁS.

Desde 1975 hasta 1990 los consumos de energía crecieron un 40% (un 2.4% anual). El petróleo encabeza el “Ranking”, con un 37% del total, seguido por el carbón con 23% y el gas natural 20%; es decir, el 80% de la energía que consumimos proviene de los combustibles fósiles y el 6.5%, de la nuclear. Ellos son responsables de más del 80% del dióxido de carbono que se emite cada año a la atmósfera, culpables del efecto invernadero y, por tanto del calentamiento global. La agencia internacional de la energía estima que el consumo de energía y





las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentarán para 2010 casi un 50% con respecto a los niveles de 1993.



Gráfica No. 1 Los consumibles fósiles continúan dominando el consumo energético del mundo; sólo un 13% se lo llevan las renovables.

El uso energético en los países industrializados es muy alto y en los que están en vías de desarrollo la utilización de las energías es todavía baja, aun cuando el crecimiento es rápido. Las naciones en desarrollo, cuya población representa más del 80% del total, sólo consumen un tercio de la energía del mundo.

Todavía existen 2,000 millones de personas que no tienen luz. “China y la India van a poder empezar a disfrutar de la energía – afirma Manuel de Delás, experto europeo en producción de energías renovables – pero lo van a hacer con los recursos que poseen. China va a producir energía eléctrica mediante centrales térmicas alimentadas con carbón. Ellos disponen de mucho mineral, pero de mala calidad desde el punto de vista ambiental, que, además de dióxido de carbono emitiría azufre. Millones de chinos soltando a la atmósfera grandes cantidades de esos contaminantes van a agravar el problema”.





La población de principios del siglo XXI se establece en 6,000 millones de personas. Todas ellas, en conjunto consumen alrededor de 10,000 millones de toneladas equivalentes de petróleo. Esta medida universal que significa una tonelada de petróleo con el poder calorífico teórico de 10,000 kilocalorías por kilo de petróleo, quiere decir, que cada habitante del planeta consume 1.6 toneladas equivalentes de petróleo al año. Un tercio de toda la energía del planeta se utiliza para electricidad; otro tercio como combustible (gasolina y gasóleos) y el que resta, como carburantes para otros usos como la calefacción.

Los combustibles fósiles son materias sedimentarias que sólo están en determinados lugares y desde hace años se especula sobre el problema de cuánto queda. Durante la primera crisis del petróleo, en 1973, se dijo que había para 30 años.

### **III.2 EL CO<sub>2</sub> HA AUMENTADO.**

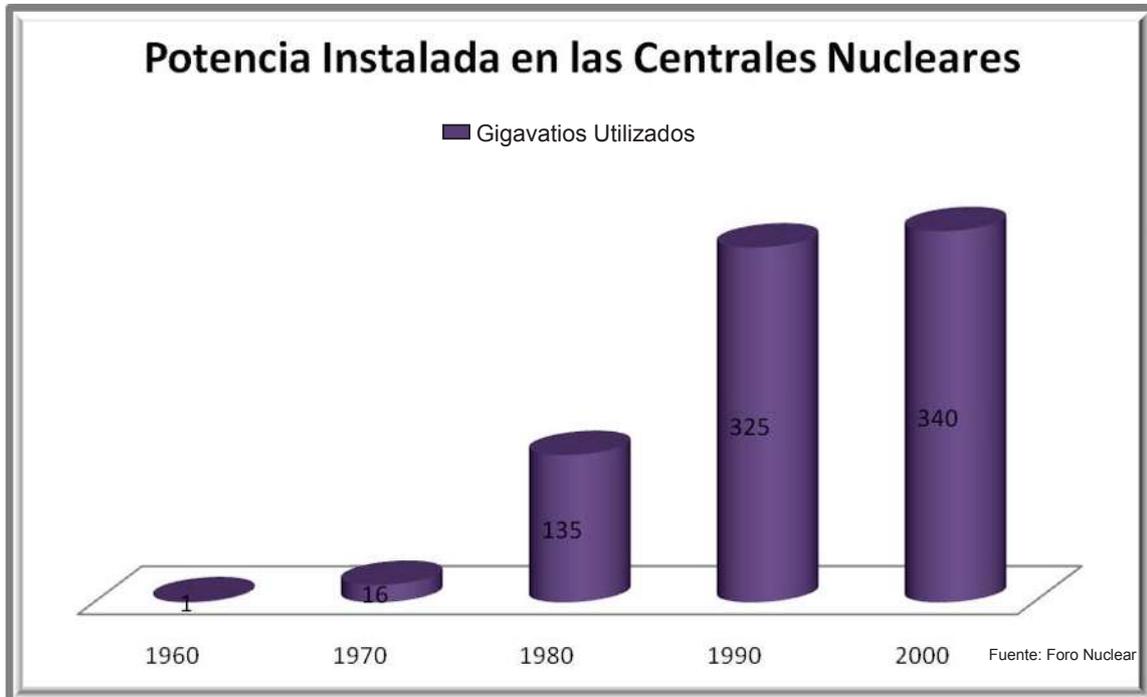
Algunos aseguran que existe petróleo y gas para 100 años; otros, que para menos. “Pero hay una cuestión importantísima que no se está tomando en cuenta, es la variable ambiental – explica José Luis García de Greenpeace -. Si queremos seguir consumiendo combustibles fósiles al ritmo actual y con ese incremento de demanda, llegaríamos a que con sólo agotar la cuarta parte de las reservas actuales sería suficiente para desencadenar un cambio climático tan catastrófico que las especies no podrían adaptarse. No hay humanidad capaz de sobrevivir en un mundo así”.

Algunos gobiernos están convencidos; sin embargo, la presión del sector petrolífero es tan fuerte que se hace difícil ponerle freno. Sea como fuere, estamos depredando las reservas de la tierra. La actividad humana es, según todos los indicios, la responsable del aumento del dióxido de carbono en la atmósfera. Si en la mitad del siglo XIX emitíamos a la atmósfera 250 partes de CO<sub>2</sub> por millón, actualmente estamos emitiendo 360. Para controlarlo se reunieron en Kioto, Japón, en 1997, 184 países que acordaron un protocolo para reducir en un 5.2% las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases para el período 2008 – 2012. No obstante, se





han vuelto a reunir en noviembre de 2000 en La Haya para ratificarlo, pero no lo han conseguido. Y mientras tanto los científicos reclaman una mayor disminución de los gases de efecto invernadero ocasionados por los combustibles fósiles.



Gráfica No. 2 En 40 años la energía nuclear ha dado el gran salto. Sin embargo, el problema de los residuos generados puede frenar ese aumento.

### III.3 ¿SON LAS ENERGÍAS RENOVABLES LA SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO?.

Hace algunos años el director de la agencia internacional de la energía, Robert Priddle, afirmaba que no había alternativa al petróleo, y que para dentro de 20 años las necesidades energéticas estarían cubiertas por combustibles fósiles.

“Eso es un suicidio”, afirmaba categórico Manuel de Delás, experto en energías renovables. El consumo intensivo de combustibles fósiles nos conduce al desastre, el problema lo hemos creado nosotros, y nosotros lo tenemos que solucionar, ¿cómo? Tomando conciencia del problema y favoreciendo, aunque nos cueste más económicamente, las políticas de ahorro y eficiencia energética.





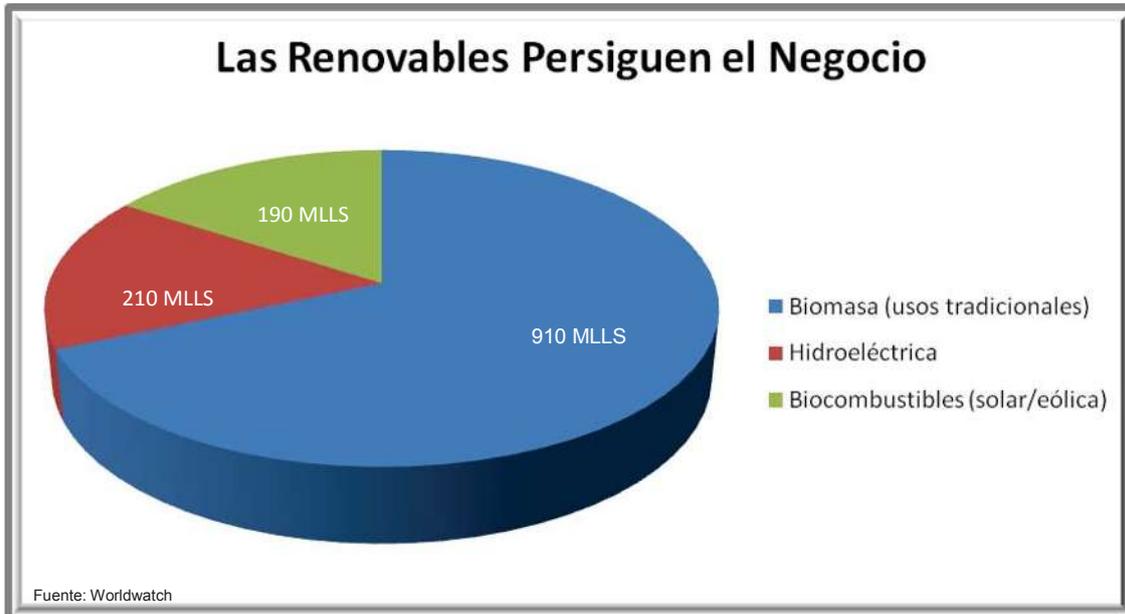
El mejor kilovatio es el que no se gasta, otra medida sería ir sustituyendo las energías fósiles por las renovables que no contaminan”.

El consumo de energías renovables es aún pequeño; sin embargo, poco a poco va tomando fuerza en el mercado. Lo que ocurre es que, mientras las petroleras lleven la voz cantante en el negocio energético, existirá el problema.

“Para que las energías limpias sean competitivas – continúa Manuel de Delás – tiene que haber, simplemente voluntad política”. Los países europeos que más han apostado por esas nuevas energías, que no lo son tanto, puesto que nacieron con el ser humano, son Alemania y Dinamarca. Otro país ejemplar, es España, ha aprobado un plan de fomento de las energías renovables cuyo objetivo es que, en el 2010, la aportación al balance energético nacional por fuentes de energía renovable sea del 12.4% frente al 6% que había en 1998 – afirma Isabel Monreal, directora general del IDEA, Instituto de Diversificación y Ahorro de la Energía de aquel país. Yo creo que las energías renovables van a jugar un papel cada vez más importante en la cesta de las tecnologías. Sin embargo, tal como estamos ahora no creo que en los próximos años vayamos a sustituir a los fósiles”.

Para el representante de Greenpeace, José Luis García, las cosas están claras. “Las energías renovables son menos monopolizables y creo que es perfectamente viable un mundo que funcione con estas energías verdes y sólo con la tecnología actual; no digamos con nuevas tecnologías”.





Gráfica No. 3 1310 Millones de toneladas equivalentes de petróleo.

Es importante reconocer que el crecimiento desmedido de la población, la utilización de energías fósiles, la sobreexplotación de los recursos naturales, pero sobretodo, la ignorancia y el desinterés sobre el tema del medio ambiente y nuestro planeta por parte de todos (autoridades y sociedad), tiene sus graves consecuencias que se reflejan en un calentamiento del planeta real con pérdidas de sembradíos, huertos, hortalizas, viveros, ganado, infecciones, virus, tensión y estrés por parte de las personas, mismos que hacen que nuestra vida se convierta en un luchar constante al triple de esfuerzo de lo que hace 50 años se hacía, teniendo así, una mala calidad de vida para todo el mundo.

En éste trabajo de investigación propongo una alternativa de solución en gran medida, al problema de contaminación que se genera en los fraccionamientos “tipo”, es decir, en los que tradicionalmente se construye de forma ordinaria, sin tomar en cuenta la sustentabilidad para un ambiente limpio y libre de contaminantes, pero que aparentando ser ambientalistas, presentan únicamente una planta de tratamiento de aguas residuales, queriendo solucionar con ello todo el problema que esto conlleva. Y de ahora en adelante nos



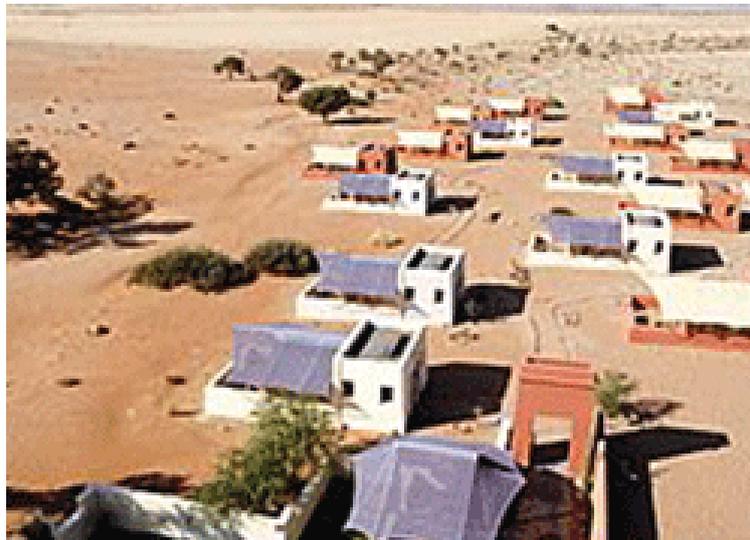


enfocaremos más al desarrollo en sí del tema en estudio que son los fraccionamientos sustentables.

Creo también y agradecería a todo aquel que leyendo éste trabajo lo mejorará en cualquier sentido, puesto que es perfectible, y así aportar un granito de ayuda para la sociedad.

### III.4 CONCRETO ECOLÓGICO.

Como es por todos conocidos, existe un grave problema de agotamiento de los mantos acuíferos en muchas ciudades de nuestro país y también alrededor del mundo, sobre todo en la franja desértica que rodea al globo.



*Fotografía No.3 Fraccionamiento al norte del país.*

De los mantos acuíferos profundos se toma un gran porcentaje del agua potable que consumimos los humanos. Los casos de la ciudad de México y Guadalajara son un ejemplo, esta extracción equivale al 75%, donde el problema de agotamiento de estos depósitos subterráneos es debido a esta sobre explotación y por el bloqueo de las áreas verdes de infiltración y recargas naturales, ocasionado por el crecimiento de las ciudades. Este círculo de consumo incontrolado de agua y el cierre de las vías de recargas naturales pueden originar en un plazo muy corto de tiempo un problema de magnitud inimaginable al no poder suministrar agua a la gente. Por esto la necesidad de un pavimento





permeable existe, y el aditivo **ECOCRETO®** para la producción de pavimentos de concreto permeable puede ser la más importante alternativa de solución.

El concreto permeable **ECOCRETO®** es el primer concreto sin finos, 100% permeable, ecológico y de alta resistencia, desarrollado para usarlo en la construcción de pavimentos y pisos de todo tipo con el objeto de que estos sean permeables, que no se deformen y permitan que el agua de lluvia se infiltre libremente al subsuelo, mediante un sencillo sistema constructivo, ayudando así a la recarga de los mantos acuíferos de las ciudades y proporcionando otras ventajas que los pavimentos comunes no tienen.



*Fotografía No. 4 Ecocreto utilizado como pavimento en fraccionamientos.*

#### **III.4.1 Características principales.**

Se trata de un material muy similar al concreto hidráulico común pero fabricado sin arena, la cual es sustituida por el aditivo **ECOCRETO®** que aumenta mucho su resistencia al fraguar. El resultado de la mezcla es un producto muy manejable, semilíquido, con revenimiento cero, fácil de usar y colar, de muy alta resistencia a la compresión (más de 250 Kg/cm<sup>2</sup> en promedio) y muy buena resistencia a la flexión (más de 40 Kg/cm<sup>2</sup> en promedio), de aspecto muy poroso





y agradable, logrando dejar una superficie plana, muy cómoda para transitar en ella.



Fotografía No. 5 Ecocreto utilizado en vialidades

Entre las ventajas principales de su uso se encuentran las siguientes:

- Todas las superficies hechas con ECOCRETO® son 100% permeables.
- Los charcos desaparecen de inmediato, ya que el material puede contener agua en su interior mientras ésta se infiltra en el subsuelo, lo cual permite reducir o incluso eliminar los drenajes pluviales.
- Elimina el “acuaplano” de las llantas de los autos.
- No es más caro que otros pavimentos de concreto y compite con el asfalto.
- Es compatible con otros materiales usados para pavimentos con el fin de que se logren superficies permeables al combinarlo con estos pisos.
- No requiere de mano de obra especializada, ni de maquinaria sofisticada para su instalación.
- La superficie es antiderrapante, pero plana y menos ruidosa que en otros pavimentos.
- Adquiere sus características de resistencia en 72 horas.
- Se puede hacer en varios colores y con distintos tipos de piedra.





- Su base y sistema constructivo es más barato que los tradicionales, por lo que el costo final no es más caro que otros pavimentos.
- Se puede fabricar directamente en obra mediante el uso de trompos o revolvedoras para concreto o se contrata la mezcla en planta de premezclado de concreto.
- Se puede instalar a mano mediante el tradicional método de colado, aplicando después una vibro compactación con placa, o se puede aplicar con una máquina finisher para pavimentos de asfalto, logrando colocar por día hasta 1,500 m<sup>2</sup> por jornal.
- Se pueden tener varias presentaciones: en base cemento (gris o blanco), o base resinas, dependiendo del tamaño del agregado y en varios colores usando colorantes para cemento, lo que permite hacer señalizaciones en los pavimentos usando el propio color del ECOCRETO® o combinaciones de acabados.
- Su uso disminuye la inversión en drenajes hasta en un 40% para el manejo de aguas pluviales.
- Es un producto no contaminante que ayuda a mejorar la ecología de las ciudades.
- Es un producto limpio en su aplicación ya que no se deja cascajo ni basura de obra.

#### III.4.2 Características técnicas.

Aditivo ECOCRETO®: Se trata de un aditivo semilíquido, patentado, no explosivo, no inflamable, no venenoso, especial para la mezcla y fabricación de concretos permeables. También se puede usar como un aditivo para aumentar la resistencia a la compresión y a la flexión en concretos hidráulicos.





Fotografía No. 6 Proceso constructivo de calle con Ecocreto.

No lo afectan agentes externos como: hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos, solventes clorados, metil isobutil cetona, acetato de etilo, isoforona, alcoholes, aceites vegetales, aceites minerales. Es resistente a los rayos UV, a la salinidad y a los álcalis.

### Ventajas.

Tipo de pavimento	Asfalto	Concreto hidráulico	Concreto estampado	Ecocreto®
Base y sub-base	100%	100%	100%	<b>65%</b>
Excavación	100%	100%	100%	<b>60%</b>
Riego de Impregnación	100%	100%	100%	<b>0%</b>
Riego de liga	100%	100%	100%	<b>0%</b>
Cimbra	0%	100%	100%	<b>100%</b>
Acero de refuerzo	0%	100%	100%	<b>0%</b>
Carpeta	47%	90%	100%	<b>62%</b>
Riego de sello	100%	0%	0%	<b>0%</b>
Moldes	0%	0%	100%	<b>0%</b>
Drenaje pluvial	100%	100%	100%	<b>0%</b>
Total	58%	98%	100%	<b>53%</b>

Tabla No.1 Comparación del Ecocreto con otros concretos



**Propiedades físicas y mecánicas.**

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
Proporción de Mezclado	4 a 5% en volumen de aditivo sobre peso de cemento por mezclar
Viscosidad	1500s, 2000cp
Densidad	1.5 - 1.6
Resistencia a la Compresión	108 a 300 kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días.
Resistencia a la Flexión	30 a 60 kg/cm <sup>2</sup>
Peso Volumétrico	1600 a 1800 kg/m <sup>3</sup>
Permeabilidad	1
Absorción	20.5%
Cantidad de agua en 1m <sup>2</sup> saturado	Espesor de 6cm / 13.75lts
	Espesor de 8cm / 18.00lts

Tabla No. 2 Propiedades físicas y mecánicas del Ecocreto.

**Costos.**

Tipo de pavimento	Asfalto	Concreto hidráulico	Concreto estampado	Ecocreto®
Tiempo de ejecución	60%	100%	115%	<b>60%</b>
Tiempo para uso	1 día	15 días	15 días	<b>1 día</b>
Tiempo de vida	2 años	20 años	20 años	<b>20 años</b>
Re-encarpetado	Cada año	Cada 5 años	Cada 3 años	<b>De 10 a 20 años</b>
Estético	No	No	Si	<b>Si</b>
Acústico	Si	No	No	<b>Si</b>

Tabla No. 3 Comparación de costos del Ecocreto con otros concretos

Aunque el proceso de instalación puede variar debido a las características propias de cada terreno u obra se puede generalizar el método siguiente:

1.-Se abre la caja y se compacta la superficie excavada o el terreno en donde se va a instalar al 90% proctor. En algunos casos hay que aplicar un geo-textil al terreno ya nivelado para mejorar su resistencia a la tensión.





- 2.- Se excavan pozos de absorción de 1.00 x 1.00 x 1.50 m. (aproximadamente 1 por cada 50 m<sup>2</sup> de superficie), dependiendo del número de pozos requeridos por la permeabilidad del terreno.
- 3.- En caso de tener uniones con pavimentos tradicionales, se aplica algún material en película que impida el paso del agua infiltrada para proteger las bases de los pavimentos ya existentes.
- 4.- En caso de ser necesario, se cuelan primero los contenedores de la base. Estos pueden ser las guarniciones o las banquetas.
- 5.- Se aplica y nivela una base de grava o granzón limpios sin arena, compactados mecánicamente al 80% proctor.
- 6.- Se cuela la carpeta de ECOCRETO®, del espesor indicado por el proyecto.
- 7.- Se aplica una vibro compactación mediante placa vibratoria.
- 8.- Se cubre la carpeta por tres días con una película plástica para el curado y protección de la superficie del material.
- 9.- Se cortan juntas de dilatación con disco a 2.5 cm. de profundidad.
- 10.- Una vez seca la carpeta se aplica con aspersor una mano de pintura de impregnación para dar el color final deseado.

Se pueden fácilmente fabricar pisos de pavimento permeable ECOCRETO® usando el cemento y la piedra de la zona donde se realiza la obra, considerando que sólo se deberá hacer un sencillo análisis de laboratorio de los materiales que se utilizarán para poder determinar la formulación de la mezcla a usarse.

De igual manera se pueden colar guarniciones, muros de contención, banquetas, andenes de carga pesada, etc.





### III.4.3 Presentaciones de los diferentes tipos de ecocreto.

#### A).- Base resinas.

En esta presentación la piedra o agregado se ve en su color natural con un acabado tipo barniz. Este material es recomendado para pisos decorativos y residenciales donde no va a estar sometido a un tráfico muy pesado, incluso se puede usar en interiores.

#### B).- Base cemento.

En donde se usan distintos tamaños de agregados pétreos de granulometría variable y cemento como adhesivo. Este material es mucho más resistente, fácil de usar y económico para ser usado en obras grandes, como calles, banquetas, andadores, muros de contención, guarniciones, etc. También se puede utilizar cemento blanco para obtener un aspecto diferente en los pisos terminados, contando con las características de ECOCRETO®.

Ecocreto Internacional es una empresa mexicana que se involucra en los proyectos de sus clientes, con el fin de realizar obras exitosas en cualquier lugar donde sea posible utilizar un material permeable.

Los pavimentos de concreto permeable hechos con aditivo ECOCRETO® son el resultado de la mezcla de granzón, cualquier tipo de cemento para construcción, agua y el aditivo ECOCRETO® que forman una pasta similar al concreto hidráulico, tan maleable y resistente como este, pero que al secar dejará una superficie plana continua, muy porosa, con una gran resistencia a la compresión y a la flexión, de muy agradable aspecto y del color elegido, que dejará pasar el agua de lluvia libremente y de inmediato al subsuelo, siendo esto último su objetivo principal, la recarga del sub suelo, de los acuíferos profundos de las ciudades a través de sus pavimentos y el rehúso de la misma dentro del complejo construido.





Fotografía No.7 Vista aérea de calles con Ecocreto.



Fotografía No. 8 Avenida construida con Ecocreto

Se trata de tecnología de punta netamente mexicana, desarrollada en México por técnicos mexicanos con materiales y mano de obra nacional, que hoy se exporta al extranjero con mucho éxito y que ha logrado el reconocimiento de las autoridades e institutos de investigación de muy alto nivel.



Fotografía No. 9 Andador hecho con Ecocreto.



Fotografía No. 10 Andador hecho con Ecocreto.

El aditivo ECOCRETO® y el concreto permeable son además materiales "verdes", sanos ecológicamente ya que no contaminan el medio ambiente ni en su fabricación ni en su colocación. El pavimento permeable demolido es reciclable,





fácil de hacer con los agregados pétreos de la zona en donde se va a utilizar y un medio de recuperación de los acuíferos de las ciudades que lo apliquen, logrando también desaparecer los charcos y baches de las calles, haciendo éstas más seguras, silenciosas y con menos problemas de tránsito.

### III.4.4 Aplicaciones del ecocreto en diversas obras y fraccionamientos.

#### A).- Uso de ecocreto en pavimentos.



Fotografía No. 11 Pavimento de fraccionamiento hecho a base de ecocreto.

#### B).- Aplicación de ecocreto en estacionamientos.



Fotografía No. 12 Avenida y estacionamientos hechos a base de ecocreto.





### C).- Uso de ecocreto en franjas.



Fotografía No.13 Franjas laterales de calles, hechas con ecocreto.

### D).- Aplicación de ecocreto en andadores.



Fotografía No. 14 Andadores hechos a base de ecocreto.





**E).- Uso de ecocreto en patios de viviendas.**



*Fotografía No. 15* Patio de una vivienda hecha a base de ecocreto.

**F).- Fuentes decorativas y colectores, hechos a base de ecocreto.**



*Fotografía No. 16* Fuente de glorieta central hecha a base de ecocreto.





### G).- Aplicaciones de ecocreto en la ciudad de Veracruz.



Fotografía 17 Calle de fraccionamiento hecha con ecocreto.



Fotografía 18 Glorieta hecha con ecocreto.

### H).- Aplicaciones de ecocreto en fontana residencial en el Estado de México.



Fotografía No. 19 Calle de fraccionamiento hecha con ecocreto.



Fotografía No. 20 Calle hecha con ecocreto.

### I).- Aplicaciones de ecocreto en residencial cazadores en el Estado de México.



Fotografía No.21 Calle de fraccionamiento hecha con ecocreto.



Fotografía No.22 Acceso principal hecho con ecocreto.





### J).- Uso de ecocreto en comercial hotelera Guci en el Estado de México.



Fotografía No. 23 Calle y estacionamiento principal hechos a base de ecocreto.



Fotografía No. 24 Entrada principal hecha a base de ecocreto.

### K).- Aplicación de ecocreto en el parque de los venados en el D. F.



Fotografía No. 25 Glorieta hecha a base de ecocreto.



Fotografía No. 26 Andadores hechos a base de ecocreto.

### L).- Uso de ecocreto en la volkswagen Tultitlan.



Fotografía No. 27 Acceso principal hecho a base de ecocreto.



Fotografía No. 28 Estacionamiento hecho a base de ecocreto.





### M).- Aplicación de ecocreto en el fraccionamiento de Soyalo Chiapas.



Fotografía No. 29 Avenida principal hecha con ecocreto.



Fotografía No. 30 Glorieta hecha con ecocreto.

### N).- Aplicación de ecocreto en la plaza galerías de Guadalajara.



Fotografía No. 31 Fuente de la plaza hecha con ecocreto.



Fotografía No. 32 Fuente de la plaza hecha con ecocreto.

## III.5 CALENTADORES SOLARES.

Es curioso, por lo poco frecuente del caso, que los mismos principios físicos involucrados en un problema nos den una alternativa de solución. Veamos: se dice que el clima de nuestro planeta está elevando su temperatura ya que hemos aumentado la concentración de bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en la atmósfera por la quema principalmente de combustibles fósiles (hidrocarburos, carbón mineral, etc.) Y que es el  $\text{CO}_2$  el que produce el llamado efecto invernadero.

Para entender el fenómeno, consideremos como es un invernadero. Consiste en una construcción cerrada destinada al cultivo de plantas y por lo tanto con techos y paredes transparentes, (vidrio o plástico). En ellos, al igual que en los automóviles cerrados, se alcanzan temperaturas más elevadas que en el exterior cuando les da la luz solar. El calentamiento se debe a que la luz que penetra por





los vidrios se convierte en radiación infrarroja (RIR) cuando choca con las superficies del interior, especialmente si estas son negras. Esta RIR emitida por las superficies calientes, no puede salir del invernadero porque el vidrio es una trampa donde sólo entra, pero casi no sale energía y la consecuencia es el calentamiento excesivo del interior.

El CO<sub>2</sub> en la atmósfera hace el papel del vidrio, dejando pasar todas las longitudes de onda de la luz solar, excepto la infrarroja. La concentración de 0.03% de CO<sub>2</sub> que la atmósfera ha tenido durante miles de años ha permitido un equilibrio entre entrada, permanencia y salida de energía en la tierra, de tal modo que habíamos gozado de un clima estable. Venus, con 90% de CO<sub>2</sub> alcanza temperaturas para derretir plomo durante el día y vientos de 300 km/h.



*Fotografía No. 33* Día soleado en la ciudad de México.

Si se ha comprendido el papel del CO<sub>2</sub> atmosférico, no se necesita ser un genio para intuir los problemas que su aumento producirá sobre la vida en el planeta: huracanes, tornados más violentos, sequías más pronunciadas, aceleración de la desertificación, escasez de alimento, hambre, muerte y deterioro ambiental.

En el comienzo dijimos que hay una alternativa de solución basada en los mismos principios físicos del problema. La solución obvia es no producir CO<sub>2</sub>, pero la forma de vida que nos hemos creado no lo permite. Podemos disminuir su producción usando otras alternativas de energías limpias, como el sol o el viento.





Como individuos y sociedad podemos contribuir a disminuir el CO<sub>2</sub> calentando nuestra agua de baño usando la energía solar.



Fotografía No. 34 Calentamiento de la tierra.

### Calentador solar.



Fotografía No. 35 Calentador solar.

#### A).- ¿Qué es un calentador solar de agua?.

Es un sistema que calienta agua sólo con la energía proveniente del sol y sin consumir gas o electricidad.



**B).- ¿Cómo es?.**

Un calentador solar de agua consta principalmente de tres partes: El colector solar plano, que se encarga de capturar la energía del sol y transferirla al agua; el termo tanque, donde se almacena el agua caliente; y el sistema de tuberías por donde el agua circula. En las ciudades donde se alcanzan temperaturas muy bajas durante las noches, los calentadores deben estar provistos de un dispositivo que evite el congelamiento del agua al interior del colector solar plano.

**C).- ¿Cómo funciona?.**

El funcionamiento de un calentador solar de agua es muy sencillo: El colector solar plano se instala normalmente en el techo de la casa y orientado de tal manera que quede expuesto a la radiación del sol todo el día. Para lograr la mayor captación de la radiación solar, el colector solar plano se coloca con cierta inclinación, la cual depende de la localización de la ciudad donde sea instalado. El colector solar plano está formado por aletas captadoras conectadas a tubos por donde circula el agua, lo cual permite capturar el calor proveniente de los rayos y transferirlo al agua que circula en su interior.

Pero ¿cómo circula el agua por todo el sistema? Esto se logra mediante el efecto denominado “termosifónico”, que provoca la diferencia de temperaturas, que como se sabe, el agua caliente es más ligera que la fría y, por lo tanto, tiende a subir.

Esto sucede entre el colector solar plano y el termo tanque, con lo cual se establece una circulación natural, sin necesidad de ningún equipo de bombeo.

Y ¿cómo hacemos para mantener el agua caliente? Precisamente, esa es la función del “termo tanque”, el cual está forrado con un aislante térmico para evitar que se pierda el calor ganado.



**D).- ¿Para qué nos sirve?.**

Para nuestro aseo personal y algunos quehaceres domésticos, requerimos agua caliente. Para ello, normalmente utilizamos un calentador, que conocemos como “boiler” y que funciona con gas, o en algunos casos se utiliza leña.

Entonces, si instalamos en nuestra casa un calentador solar de agua del tamaño adecuado, en épocas de mucho calor y en lugares donde hay mucho sol, todo el año servirá, no sólo para bañarnos, sino para cubrir todas las necesidades de agua caliente. Incluso en los días muy nublados, el “boiler” servirá para calentar parcialmente el agua que requerimos para el aseo personal.

**E).- ¿Cómo se instala?.**

El calentador solar de agua y el “boiler” se instalan “en serie”, es decir, uno después del otro, por lo que el “boiler” respalda al sistema solar y siempre habrá agua caliente.

**F).- ¿Cuánto dura?.**

Un buen calentador solar de agua puede durar funcionando hasta 15 ó 20 años, es decir, varios años más que un “boiler”.

**G).- ¿Cuáles son los beneficios?.**

Los beneficios del uso de los calentadores solares de agua los podemos clasificar en dos: económicos y ambientales.

Económicos: Con la instalación de un sistema adecuado a nuestras necesidades, podemos satisfacer la mayor parte de los requerimientos de agua caliente de nuestra casa, sin tener que pagar combustible, pues utilizar así el sol no nos cuesta. Aunque el costo inicial de un calentador solar de agua es mayor que el de un “boiler”, con los ahorros que se obtienen por dejar de consumir gas, podemos recuperar nuestra inversión en un plazo razonable.





Ambientales: El uso de los calentadores solares permite mejorar en forma importante nuestro entorno ambiental. ¿Cómo? Los problemas de la contaminación en las zonas urbanas no sólo son provocados por los combustibles utilizados en el transporte y en la industria, sino también por el uso de gas (Licuado de Petróleo) LP en millones de hogares, lo cual contribuye en conjunto al deterioro de la calidad del aire y la emisión de gases de efecto invernadero.

#### **H).- ¿Cómo seleccionar un equipo?.**

La selección de un equipo solar depende básicamente de los siguientes factores:

Primero: Número de personas y hábitos de uso del agua en el hogar. Estos datos son básicos, ya que de ellos depende, en gran medida, el tamaño del equipo solar requerido.

Segundo: Otros usos del agua caliente, como son el lavado de ropa y de trastes. Si se quiere suministrar agua caliente para estos servicios, es importante considerar sus consumos.

#### **I).- Recomendaciones para el uso eficiente del calentador.**

Para el mejor uso y operación del calentador solar de agua, tome en cuenta estas recomendaciones:

- Durante el baño, trate de usar la menor cantidad de agua posible, para lograr el máximo aprovechamiento de la que está almacenada en el termo tanque.
- De preferencia, báñese usted y su familia en la tarde o noche, que es cuando se tiene la mayor temperatura del agua en el termo tanque.
- Limpie periódicamente la cubierta del colector solar, para eliminar la suciedad que disminuye la eficiencia del equipo





### J).- ¿Se usan los calentadores solares en México?.

El calentamiento de agua con energía solar es una tecnología muy probada y usada en el mundo. Países de Europa y Norteamérica, cuya ubicación con respecto al sol es menos favorable que la de México, utilizan calentadores solares de agua con mucha mayor intensidad que nosotros. Por ejemplo, en Alemania, sólo durante 1998 se instalaron 470,000 m<sup>2</sup>, mientras que en México hasta el año 2000, se tenían instalados apenas un total de 373,000 m<sup>2</sup> de calentadores solares de agua.

Por todas estas razones, a usted le conviene instalar un calentador solar de agua en su casa: ahorrará gas y, por ende, dinero. Además contribuirá a mejorar el aire que todos respiramos.

### III.6 CAPTADOR DE AGUA PLUVIAL.

Existen varios tamaños dependiendo de las necesidades. Está formado por tanque cilíndrico con la parte inferior semiesférica coronada por una especie de “vela” que permite aumentar la superficie de captación. Esta vela es plegable para que pueda ser recogida en caso de viento o nieve. Además su funcionamiento es sencillo, pues no cuenta con ningún mecanismo. La gravedad se encarga de proporcionar la presión de agua para el riego.

Ya tienes otra opción para comenzar a aprovechar el agua de lluvia en tu jardín, pero esta vez con un bonito diseño que se aleja de los típicos colectores más parecidos a cubos de basura.

Al igual que los sistemas para aprovechar la energía solar, cada vez vamos viendo más sistemas y productos para aprovechar y reducir el consumo de agua en los hogares. Quizás los más desconocidos sean los sistemas de aprovechamiento de las aguas pluviales.





Fotografía No. 36 Captador de agua de lluvia, de una vivienda.

Los más complejos, pero también los más útiles, son los sistemas que distribuyen el agua de lluvia por la casa. Básicamente consisten en un depósito enterrado donde se recoge el agua de lluvia previamente filtrada y desde la que se distribuye el agua por toda la casa por conducciones separadas de las de agua potable. El agua de lluvia puede ser usada para usos que no requieran de agua potable, como regar el jardín, limpieza del hogar, lavadoras, etc. En caso de que se hayan agotado las reservas de aguas pluviales, el sistema automáticamente sirve por esos conductos agua potable de la red municipal; de esta manera no se tiene que preocupar de que no llegue agua.

Pero también se puede optar por sistemas más sencillos para aprovechar el agua de la lluvia. Por ejemplo, Graf y Solumed también comercializan depósitos de exterior que se conectan a la canaleta colectora de aguas pluviales del tejado, estos no tienen conexiones con la red de agua del hogar, sino simplemente tiene un grifo y un filtro opcional. Otra opción para almacenar aguas pluviales sin obra es la instalación similar de depósitos-bolsas flexibles, que permiten mayores capacidades de almacenamiento con muy poco mantenimiento, como el de Solumed.





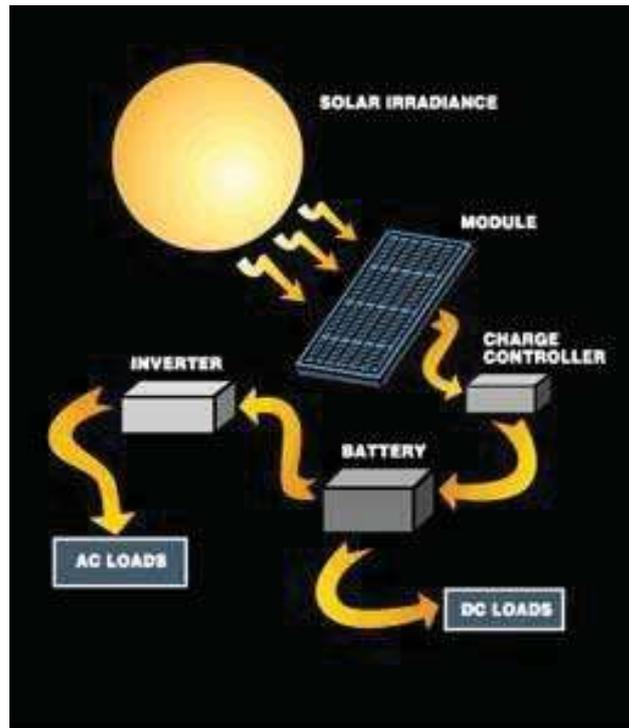
Fotografía No. 37 Depósito tipo bolsa.

### III.7 ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Las foto celdas convierten la luz del sol en energía eléctrica, esta es conducida a través de un alambre hacia las baterías donde es almacenada hasta que se necesita, en el camino hacia las baterías la corriente pasa a través de un controlador, el cual corta el flujo de corriente cuando las baterías están completamente cargadas.

Para algunos aparatos la electricidad puede ser usada directamente de las baterías. Ha esta corriente se le llama "corriente directa" o "DC" y puede encender aparatos como las luces de los automóviles, radios, televisiones portátiles, luces intermitentes, etc. Para poder operar la mayoría de los aparatos que encontramos en una casa es necesaria la "corriente alterna" o "AC". Esta la podemos producir utilizando un invertidor, el cual transforma la corriente directa "DC" en corriente alterna "AC".





Esquema No. 1 Proceso de transformación de luz solar a eléctrica.

### III.7.1 Energía solar fotovoltaica.

#### A).- Principio de funcionamiento.

La conversión fotovoltaica se basa en el efecto fotoeléctrico, es decir, en la conversión de la energía lumínica proveniente del sol en energía eléctrica. Para llevar a cabo esta conversión se utilizan unos dispositivos denominados células solares, constituidos por materiales semiconductores en los que artificialmente se ha creado un campo eléctrico constante. El material más utilizado es el Silicio. Estas células conectadas en serie o paralelo forman un panel solar encargado de suministrar la tensión y la corriente que se ajuste a la demanda.

#### B).- Aplicaciones.

En una primera gran división las instalaciones fotovoltaicas se pueden clasificar en dos grandes grupos:





- Instalaciones aisladas de la red eléctrica.
- Instalaciones conectadas a la red eléctrica.

En el primer tipo, la energía generada a partir de la conversión fotovoltaica se utiliza para cubrir pequeños consumos eléctricos en el mismo lugar donde se produce la demanda. Es el caso de aplicaciones como la electrificación de:

- Viviendas alejadas de la red eléctrica convencional, básicamente electrificación rural.
- Servicios y alumbrado público: iluminación pública mediante farolas autónomas de parques, calles, monumentos, paradas de autobuses, refugios de montaña, alumbrado de vallas publicitarias, etc. Con la alimentación fotovoltaica de luminarias se evita la realización de zanjas, canalizaciones, necesidad de adquirir derechos de paso, conexión a red eléctrica.
- Aplicaciones agrícolas y de ganado: bombeo de agua, sistemas de riego, iluminación de invernaderos y granjas, suministro a sistemas de ordeño, refrigeración, depuración de aguas.
- Señalización y comunicaciones: navegación aérea (señales de altura, señalización de pistas) y marítima (faros, boyas), señalización de carreteras, vías de ferrocarril, repetidores y reemisores de radio y televisión y telefonía, cabinas telefónicas aisladas con recepción a través de satélite o de repetidores, sistemas remotos de control y medida, estaciones de tomas de datos, equipos sismológicos, estaciones meteorológicas, dispositivos de señalización y alarma.

El balizamiento es una de las aplicaciones más extendida, lo que demuestra la alta fiabilidad de estos equipos. Por su parte, en las instalaciones repetidoras, su ubicación generalmente en zonas de difícil acceso obligaban a frecuentes visitas para hacer el cambio de acumuladores y la vida media de éstos se veía limitada al trabajar con ciclos de descarga muy acentuados.





En el segundo tipo referente a las instalaciones conectadas a la red, se pueden encontrar dos casos:

- Centrales fotovoltaicas, en las que la energía eléctrica generada se entrega directamente a la red eléctrica, como en otra central convencional de generación eléctrica.
- Sistemas fotovoltaicos en edificios o industrias, conectados a la red eléctrica, en los que una parte de la energía generada se invierte en el mismo autoconsumo del edificio, mientras que la energía excedente se entrega a la red eléctrica. También es posible entregar toda la energía a la red; el usuario recibirá entonces la energía eléctrica de la red, de la misma manera que cualquier otro abonado al suministro.

### **C).- Ventajas.**

- Al no producirse ningún tipo de combustión, no se generan contaminantes atmosféricos en el punto de utilización, ni se producen efectos como la lluvia ácida, efecto invernadero por CO<sub>2</sub>, etc.
- El Silicio, elemento base para la fabricación de las células fotovoltaicas, es muy abundante, no siendo necesario explotar yacimientos de forma intensiva.
- Al ser una energía fundamentalmente de ámbito local, evita pistas, cables, postes, no se requieren grandes tendidos eléctricos, y su impacto visual es reducido. Tampoco tiene unos requerimientos de suelo necesario excesivamente grandes.
- Prácticamente se produce la energía con ausencia total de ruidos.
- Además, no precisa ningún suministro exterior (combustible) ni presencia relevante de otros tipos de recursos (agua, viento).

### **D).- Inconvenientes.**

- Impacto en el proceso de fabricación de las placas: Extracción del Silicio y fabricación de las células.





- Explotaciones conectadas a red: Necesidad de grandes extensiones de terreno e Impacto visual.

#### **E).- Barreras para su desarrollo.**

- De carácter administrativo y legislativo: Falta de normativa sobre la conexión a la red.
- De carácter inversor: Inversiones iniciales elevadas.
- De carácter tecnológico: Necesidad de nuevos desarrollos tecnológicos.
- De carácter social: Falta de información.

#### **III.7.2 Células solares.**

La conversión fotovoltaica se basa en el efecto fotoeléctrico, es decir, en la conversión de la energía lumínica proveniente del sol en energía eléctrica. Para llevar a cabo esta conversión se utilizan unos dispositivos denominados células solares, constituidos por materiales semiconductores en los que artificialmente se ha creado un campo eléctrico constante. Cuando sobre un semiconductor incide una radiación luminosa con energía suficiente para romper los enlaces de los electrones de valencia y generar pares electrón-hueco, la existencia de una unión protón-neutrón (p-n) separa dichos pares, afluyendo electrones a la zona n y huecos a la zona p, creando en resumen una corriente eléctrica que atraviesa la unión desde la zona n a la p, y que puede ser entregada a un circuito exterior saliendo por la zona p y entrando por la n. De esta manera, cuando se expone una célula solar a la luz del sol se hace posible la circulación de electrones y la aparición de corriente eléctrica entre las dos caras de la célula.

#### **A).- Fabricación.**

A partir de las rocas ricas en cuarzo, por ejemplo cuarcita se obtiene silicio de alta pureza (de alrededor del 99%) y se funde. Una vez fundido se inicia la cristalización, resultando, si el tiempo es suficiente, lingotes de silicio cristalino el





proceso de corte es muy importante ya que puede suponer pérdidas de hasta el 50% de material.

Tras el proceso de corte se procede al decapado, que consiste en eliminar las irregularidades y defectos debidos al corte, así como los restos de polvo o virutas que pudiera haber. Una vez limpia se le realiza un tratamiento antirreflectante para obtener una superficie que absorba más eficientemente la radiación solar. Formación de la unión p-n mediante la deposición de varios materiales (boro y fósforo generalmente), y su integración en la estructura de silicio cristalino. Finalmente provee a la célula de contactos eléctricos adecuados.

## **B) Tipos.**

**Silicio Monocristalino:** material de silicio caracterizado por una disposición ordenada y periódica de átomo, de forma que solo tiene una orientación cristalina, es decir, todos los átomos están dispuestos simétricamente, sc-Si (single crystal). Presentan un color azulado oscuro y con un cierto brillo metálico. Alcanzan rendimientos de hasta el 17%.

**Silicio policristalino:** silicio depositado sobre otro sustrato, como una capa de 10-30 micrómetros y tamaño de grano entre 1 micrómetro y 1 mm. Las direcciones de alineación van cambiando cada cierto tiempo durante el proceso de deposición. Alcanzan rendimientos de hasta el 12%.

**Silicio amorfo:** compuesto hidrogenado de silicio, no cristalino, depositado sobre otra sustancia con un espesor del orden de 1 micrómetro. No existe estructura cristalina ordenada, y el silicio se ha depositado sobre un soporte transparente en forma de una capa fina. Presentan un color marrón y gris oscuro. Las células de silicio amorfo (no cristalino) parecen tener unas perspectivas de futuro muy esperanzadoras. Esta tecnología permite disponer de células de muy delgado espesor y fabricación más simple y barata, aunque con eficiencia del 6-8%. Su principal campo de aplicación en la actualidad se encuentra en la alimentación de relojes, calculadoras, etc. Son muy adecuadas para confección de





módulos semitransparentes empleados en algunas instalaciones integradas en edificios.

### **C).- Módulos fotovoltaicos.**

Conjunto completo, ambientalmente protegido, de células interconectadas. En general las células tienen potencias nominales próximas a 1 watt de potencia, lo que quiere decir que con una radiación de  $1,000 \text{ w/m}^2$  proporcionan valores de tensión de unos 0,5 volts y una corriente de unos dos amperios. Para obtener potencias utilizables para aparatos de mediana potencia, hay que unir un cierto número de células con la finalidad de obtener la tensión y la corriente requeridas. Para tener más tensión hay que conectar varias células en serie. Conectando 36 (dimensiones normales, 7.6 cm. de diámetro) se obtienen 18 volts., tensión suficiente para hacer funcionar equipos a 12 volts., incluso con iluminaciones mucho menores de  $1 \text{ kw/m}^2$ . La unidad básica de las instalaciones fotovoltaicas es, pues, la placa fotovoltaica, que contiene entre 20 y 40 células solares; estas placas se conectan entre sí en serie y/o paralelo para obtener el voltaje deseado (12 volts. – 14 volts., etc.). Estas células interconectadas y montadas entre dos láminas de vidrio que las protegen de la intemperie constituyen lo que se denomina un módulo fotovoltaico.

### **III.7.3 Instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red.**

#### **A).- Componentes de la instalación.**

Subsistema de generación - Generador Fotovoltaico: Grupo de paneles fotovoltaicos interconectados para el aprovechamiento de la radiación solar del lugar.

Subsistema de acumulación: Regulador de carga y grupo de baterías. El regulador de carga se encarga, principalmente, de evitar la descarga profunda de las baterías o la sobrecarga de las mismas, alargando de esta forma su vida útil. Las baterías acumulan la energía producida por el sistema de generación para





que la vivienda disponga de suministro en los momentos en que ninguno de los generadores de la instalación está produciendo energía por falta de sol. Y también en los momentos en que la demanda energética de la misma es superior a la generada en esos instantes por los paneles fotovoltaicos.

Subsistema de acomodación de energía a las cargas: Convertidor de corriente continua (CC-CC) o seguidor de potencia. Cuando no todos los receptores de continua tienen la misma tensión nominal. Convertidor de corriente alterna (CC-CA). Dado que la vivienda dispone de equipos a alimentar con corriente alterna (CA), sí que será preciso incluir en el sistema un convertidor CC-CA.

### **B).- Generador fotovoltaico.**

Se conocen popularmente como paneles solares o placas solares. Son los encargados de transformar la energía del sol en energía eléctrica. Su orientación ideal es hacia el sur geográfico y con una inclinación equivalente a la latitud del lugar donde se vaya a realizar la instalación.

### **C).- El Regulador de Carga.**

Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobre descargas profundas. El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga.

Los reguladores actuales introducen microcontroladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que permiten conocer cual ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado. Para ello, consideran los valores de tensión, temperatura, intensidad de carga y





descarga, y capacidad del acumulador. Existen dos tipos de reguladores de carga, los lineales y los conmutados.

#### **D).- Inversor.**

La mayoría de los electrodomésticos convencionales necesitan para funcionar corriente alterna a 220 volts. y 50 hertz de frecuencia. Puesto que los paneles como las baterías trabajan siempre en CC, es necesaria la presencia de un inversor que transforme la corriente continua en alterna. Las principales características vienen determinadas por la tensión de entrada del inversor, que se debe adaptar a la del generador, la potencia máxima que puede proporcionar la forma de onda en la salida (sinusoidal pura o modificada, etc.), la frecuencia de trabajo y la eficiencia, próximas al 85%.

#### **E).- Baterías.**

La función prioritaria de las baterías es la de acumular la energía que se produce para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de mal tiempo. Otra importante función de las baterías es la de proveer una intensidad de corriente superior a la que el generador fotovoltaico puede entregar. Tal es el caso de un motor, que en el momento del arranque puede demandar una corriente de 4 a 6 veces su corriente nominal durante unos pocos segundos.

Las baterías de plomo-ácido se aplican ampliamente en los sistemas de generación fotovoltaicos. Dentro de la categoría plomo-ácido, las de plomo-antimonio, plomo-selenio y plomo-calcio son las más comunes. La unidad de construcción básica de una batería es la celda de 2 volts. Dentro de la celda, la tensión real de la batería depende de su estado de carga, si está cargando, descargando o en circuito abierto. Se puede hacer una clasificación de las baterías en base a su capacidad de almacenamiento de energía (medido en amperios-hora a la tensión nominal) y a su ciclo de vida (numero de veces en que la batería puede ser descargada y cargada a fondo antes de que se agote su vida útil). La cantidad de energía que es capaz de almacenar una batería depende de





su capacidad, que se mide en amperios-hora. Por ejemplo, suponiendo una descarga total de una batería de 100 A-hra., puede suministrar un amperio durante 100 hrs. ó 2 amperios durante 50 hrs., ó 5 amperios durante 20 hrs. El número de días que la batería puede mantener el consumo de la instalación (autonomía) dependerá de su capacidad; cuantos más amperios-hora pueda almacenar, mayor número de días.

#### **F).- Igualación.**

Esta respuesta del regulador permite la realización automática de cargas de igualación de los acumuladores tras un período de tiempo en el que el estado de carga ha sido bajo, reduciendo al máximo el gaseo en caso contrario.

#### **G).- Carga profunda.**

Tras la igualación, el sistema de regulación permite la entrada de corriente de carga a los acumuladores sin interrupción hasta alcanzar el punto de tensión final de carga. Alcanzado dicho punto el sistema de regulación interrumpe la carga y el sistema de control pasa a la segunda fase, la flotación. Cuando se alcanza la tensión final de carga, la batería ha alcanzado un nivel de carga próximo al 90% de su capacidad, en la siguiente fase se completará la carga.

#### **H).- Carga final y flotación.**

La carga final del acumulador se realiza estableciendo una zona de actuación del sistema de regulación dentro de lo que denominamos “Banda de Flotación Dinámica”. La BFD es un rango de tensión cuyos valores, máximo y mínimo se fijan entre la tensión final de carga y la tensión nominal +10% aproximadamente. Una vez alcanzado el valor de voltaje de plena carga de la batería, el regulador inyecta una corriente pequeña para mantenerla a plena carga, esto es, inyecta la corriente de flotación. Esta corriente se encarga por tanto de mantener la batería a plena carga y cuando no se consume energía se emplea en compensar la auto descarga de las baterías.





### **I).- Desconexión del consumo por baja tensión de batería.**

La desconexión de la salida de consumo por baja tensión de batería indica una situación de descarga del acumulador próxima al 70% de su capacidad nominal. Si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de tensión de maniobra de desconexión de consumo durante más de un tiempo establecido, se desconecta el consumo. Esto es para evitar que una sobrecarga puntual de corta duración desactive el consumo. La tensión de desconexión del consumo es la tensión de la batería a partir de la cual se desconectan las cargas de consumo.

### **J).- Alarma por baja tensión de batería.**

La alarma por baja tensión de batería indica una situación de descarga considerable. A partir de este nivel de descarga las condiciones del acumulador comienzan a ser comprometidas desde el punto de vista de la descarga y del mantenimiento de la tensión de salida frente a intensidades elevadas. Esta alarma está en función del valor de la tensión de desconexión de consumo (siempre se encontrará 0.05 volts/elemento por encima). En el regulador, si la tensión de la batería disminuye por debajo del valor de la alarma durante más de 10 seg. Aproximadamente, se desconecta el consumo. El regulador entra entonces en la fase de igualación y el consumo no se restaurará hasta que la batería no alcance media carga. Además, incluye una señal acústica para señalar la batería baja.

### **K).- Generalidades de los reguladores de carga.**

Regulador de carga: Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobre descargas. El regulador podrá no incluir alguna de estas funciones si existe otro componente del sistema encargado de realizarlas.

Voltaje de desconexión de las cargas de consumo: Voltaje de la batería por debajo del cual se interrumpe el suministro de electricidad a las cargas de consumo.





Voltaje final de carga: Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico.

#### **L).- Particularidades sobre los reguladores de carga.**

Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobre descargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente

Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida. La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1%.
- La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.
- La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de 4 m-volts/°C a 5 m-volts/°C por vaso, y estar en el intervalo de  $\pm 1\%$  del valor especificado. Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación. Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como por ejemplo, el estado de carga del acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección equivalente del acumulador contra sobrecargas y sobre descargas.
- Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.





- El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima de la corriente en la línea del generador a un 25 % superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico y de la corriente en la línea de consumo un 25 % superior a la corriente máxima de la carga de consumo.
- El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando con cualquier carga, en estas condiciones el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.
- Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0.5 volts. para 12 volts de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kw., y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kw., incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador-acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador. Si las caídas de tensión son superiores, por ejemplo, si el regulador incorpora un diodo de bloqueo, se justificará el motivo en la memoria de solicitud.
- Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3% del consumo diario de energía.
- Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobre descarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión –reconexión.
- El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información: tensión nominal (Volts.), corriente máxima (Amperios), fabricante (nombre o logotipo) y número de serie, polaridad de terminales y conexiones.





### III.8 BIODIGESTORES GENERADORES DE GAS METANO Y FERTILIZANTE.

#### A).- Biogás.

Término que se aplica a la mezcla de gases que se obtienen a partir de la descomposición en un ambiente anaerobio (sin oxígeno) de los residuos orgánicos, como la composta, el estiércol animal, o la combinación de ambos productos y desechos de los vegetales.

#### B).- El proceso dentro del depósito.

En este proceso realizado por bacterias, se libera una mezcla de gases (55 a 70%) formada por: metano, dióxido de carbono, hidrógeno, nitrógeno y ácido sulfúrico. La producción de biogás, además de aprovechar materia considerada como desperdicio, origina como subproducto un fertilizante de calidad excelente.

El biogás tiene mucha importancia en los países en desarrollo, y en los industrializados está aumentando la atención por este combustible. Los desechos están compuestos de proteínas, grasas y carbohidratos que se transforman en compuestos solubles, ácidos grasos y aminoácidos, donde las bacterias los transforman en ácidos orgánicos simples como el ácido acético y propiónico.

El depósito puede ser escavado en el suelo, de 1.5 m. de profundidad por 1.5 m. de ancho y de 5 a 7 m. de largo, cubierto de plástico en la parte superior, con una cavidad para el depósito del gas, el cual es llevado con manguera de poliducto hasta una mecha de hierro, en donde ocurre su combustión.

El estiércol, los desechos vegetales y animales, son utilizados como fertilizante, el humus (materia orgánica en descomposición), los lirios acuáticos, la pulpa de café, la paja de arroz, los desechos de frutas, entre otros desechos producen gas metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), liberan muchos nutrientes importantes en el suelo a los 20 ó 30 días de iniciado el proceso. Entre los factores de producción de gas en el biodigestor, se pueden mencionar, la temperatura, que debe estar entre 20 a 33 °C, el pH y la relación sólido líquido que debe de ser de 1





parte de estiércol y 1.5 a 3 de agua, la cual no debe contener detergentes o antibióticos.

### **C).- El gas.**

Los gases se expanden libremente hasta llenar el recipiente que los contiene, y su densidad es mucho menor que la de los líquidos y sólidos. Es un combustible económico y renovable; como en algunas regiones de los países europeos, en donde se usa principalmente para cocinar alimentos y en algunos países se utiliza en vehículos de motor, para mezclar con el gas del alumbrado y para usos industriales como el metano, llamado gas de los pantanos, compuesto de carbono e hidrógeno, de fórmula  $\text{CH}_4$ , es un hidrocarburo, el primer miembro de la serie de los alcanos. Es más ligero que el aire, incoloro, inodoro e inflamable. Se encuentra en el gas natural, como en el gas de las minas de carbón y como producto de la descomposición de la materia en los pantanos. El metano puede obtenerse mediante la hidrogenación de carbono o dióxido de carbono, por la acción del agua con carburo de aluminio o también al calentar etanoato de sodio con álcali.

### **III.8.1 Organismos dentro del biodigestor.**

Las bacterias son muy pequeñas, entre 1 y 10 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) de longitud, y son muy variables en cuanto al modo de obtener la energía y el alimento. Están en casi todos los ambientes: en el aire, el suelo y el agua. Algunas se encuentran en muchos alimentos y otras viven en simbiosis con plantas, animales y otros seres vivos

### **A).- Descomposición.**

Es la división de un compuesto en sus componentes más simples por medio de una reacción química. En química, un agente común de descomposición es el calor, que puede descomponer tanto los compuestos inorgánicos como los orgánicos.





La descomposición también puede producirse por:

- Acción química.
- Catálisis.
- Enzimas.
- La luz

El término descomposición se aplica también al fenómeno de desintegración biológica o putrefacción causado por los microorganismos. La fermentación, por ejemplo, es causada por la acción de las enzimas

### **B).- Subproductos.**

Fertilizante: sustancia o mezcla química natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal. Las plantas no necesitan compuestos complejos. Sólo exigen una docena de elementos químicos, que deben presentarse en una forma que la planta pueda absorber. Dentro de esta limitación, el nitrógeno, por ejemplo, puede administrarse con igual eficacia en forma de urea, nitratos, compuestos de amonio o amoníaco puro. Los suelos vírgenes suelen contener cantidades adecuadas de todos los elementos necesarios para la correcta nutrición de las plantas. La aplicación de fertilizantes adecuados estimula el crecimiento sostenible de las plantas. Entre los nutrientes necesarios, el aire y el agua aportan hidrógeno, oxígeno y carbono en cantidades inagotables.

Casi todos los suelos encierran abundancia de azufre, calcio, hierro y otros nutrientes esenciales. El calcio suele añadirse al suelo, pero su función primordial es reducir la acidez, no actuar como fertilizante en sentido estricto. El nitrógeno se halla presente en la atmósfera en cantidades enormes, pero las plantas no pueden utilizarlo de esta forma, ciertas bacterias proporcionan a las plantas de la familia de las leguminosas el nitrógeno necesario, que toman del aire y lo transforman mediante una serie de reacciones llamadas de fijación de nitrógeno.





Los tres elementos que deben contener casi todos los fertilizantes son nitrógeno, fósforo y potasio. En ocasiones es preciso añadir a éstos, pequeñas cantidades de algunos otros, entre ellos boro, cobre y manganeso. Desde la antigüedad se usaban muchos fertilizantes que contienen uno o varios elementos valiosos para el suelo. Así, el estiércol y el guano contienen nitrógeno, los huesos contienen pequeñas cantidades de nitrógeno y son ricos en fósforo, las cenizas de madera encierran cantidades apreciables de potasio esencial para la agricultura moderna, el abuso de los fertilizantes puede ser nocivo para las plantas, los cultivos y el suelo. Además, la lixiviación de los nutrientes puede causar contaminación del agua y alteraciones como la eutrofización o desarrollo excesivo de la vegetación

### **C).- Beneficio ecológico.**

El uso favorece a no cortar árboles para cocinar, ahorra tiempo en acarreo de leña, en bodegas, lavado de recipientes por las usuarias al no tizar las ollas, ahorra dinero en la compra de leña, carbón, gas y derivados de petróleo y otros usos a futuro, a eliminar malos olores y moscas transmisoras y contaminantes, ahorra en la compra de fertilizantes y favorece el uso al reducir el daño en la capa de ozono a la atmósfera, más árboles, menos metano y mejor ambiente.

### **III.8.2 Biodigestores familiares de bajo costo.**

Un biodigestor es un sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno) de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar éste en biogás y fertilizante. El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas, calefacción o iluminación, y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere electricidad. El fertilizante, llamado "biol", inicialmente se ha considerado un producto secundario, pero actualmente se está tratando con la misma importancia, o mayor, que el biogás, ya que provee a las familias de un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas.





Los biodigestores familiares de bajo costo han sido desarrollados y están ampliamente implementados en países del sureste asiático, pero en América Latina, solo países como Cuba, Colombia y Brasil tienen desarrollada esta tecnología. Estos modelos de biodigestores familiares, construidos a partir de mangas de polietileno tubular, se caracterizan por su bajo costo, fácil instalación y mantenimiento, así como por requerir sólo de materiales locales para su construcción. Por ello se consideran una “tecnología apropiada”.

Las familias dedicadas a la agricultura, suelen ser propietarias de pequeñas cantidades de ganado (dos o tres vacas por ejemplo) y pueden, por tanto, aprovechar el estiércol para producir su propio combustible y un fertilizante natural mejorado. Se debe considerar que el estiércol acumulado cerca de las viviendas supone un foco de infección, olores y moscas que desaparecerán al ser introducido el estiércol diariamente en el biodigestor familiar. También es importante recordar la cantidad de enfermedades respiratorias que sufren, principalmente las mujeres, por la inhalación de humo al cocinar en espacios cerrados con leña o hierba seca. La combustión del biogás no produce humos visibles y su carga en ceniza es infinitamente menor que el humo proveniente de la quema de madera.

Son tres los límites básicos de los biodigestores: la disponibilidad de agua para hacer la mezcla con el estiércol que será introducida en el biodigestor, la cantidad de ganado que posea la familia (tres vacas son suficientes) y la apropiación de la tecnología por parte de la familia.

Este modelo de biodigestor consiste en aprovechar el polietileno tubular (de color negro en este caso) empleado en su color natural transparente en carpas solares, para disponer de una cámara de varios metros cúbicos herméticamente aislada. Este hermetismo es esencial para que se produzcan las reacciones biológicas anaeróbicas.

El polietileno tubular se amarra por sus extremos a tuberías de conducción, de unas seis pulgadas de diámetro, con tiras de liga recicladas de las cámaras de





los neumáticos de los autos. Con este sistema, calculando convenientemente la inclinación de dichas tuberías, se obtiene un tanque hermético.

Al ser flexible el polietileno tubular es necesario construir una “cuna” que lo albergue, ya sea cavando una zanja o levantando dos paredes paralelas.

Una de las tuberías servirá como entrada de materia prima (mezcla de estiércol con agua de 1:4 ó 1:3 según el tipo de estiércol). En el biodigestor se alcanza finalmente un equilibrio de nivel hidráulico, por el cual la cantidad de estiércol mezclado con agua es igual a la cantidad de fertilizante que sale por la tubería del otro extremo.

Debido a la ausencia de oxígeno en el interior de la cámara hermética, las bacterias anaerobias contenidas en el propio estiércol comienzan a digerirlo. El producto gaseoso llamado biogás, realmente tiene otros gases en su composición como son: el dióxido de carbono (20 a 40%), nitrógeno molecular (2 a 3%) y sulfhídrico (0.5 a 2%), siendo el metano el más abundante con un 60 a 80%.

La conducción de biogás hasta la cocina se hace de manera directa, manteniendo todo el sistema a la misma presión: entre 8 y 13 cm de columna de agua dependiendo la altura y el tipo de fogón.

Esta presión se alcanza incorporando a la conducción una válvula de seguridad construida a partir de una botella de refresco. Para hacerla se incluye una “tee” en la conducción, y mientras sigue la línea de gas, al tercer extremo de la tee se le conecta una tubería que se introduce en el agua contenido en la botella unos 8 a 13 cm, también se añade un reservorio, o almacén de biogás, en la conducción, permitiendo almacenar unos 2 a 3 metros cúbicos de biogás.

Estos sistemas adaptados para altiplano han de ser ubicados en “cunas” enterradas para aprovechar la inercia térmica del suelo, o bien dos paredes gruesas de adobe en caso que no se pueda cavar. Además se les encierra a los biodigestores en un invernadero de un sola agua, soportado sobre las paredes





laterales de adobe de 40 cm de grosor. Estos sistemas de adobe laterales acumularán el calor del efecto invernadero, de manera que en las noches de helada mantendrán al biodigestor, aún en funcionamiento, por su gran inercia térmica. En el caso de biodigestores de trópico o valle, el invernadero es innecesario y de hecho, hay que proteger el biodigestor de los rayos directos del sol.

Los costos en materiales de un biodigestor pueden variar de 135 dólares para el trópico a 220 dólares para el altiplano, ya que en la altura tienen mayores dimensiones y requieren de carpa solar.

### III.8.3 Producción de biogás.

Con el término biogás se designa a la mezcla de gases resultantes de la descomposición de la materia orgánica realizada por acción bacteriana en condiciones anaerobias.

Los principales componentes del biogás son: el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Aunque la composición del biogás varía de acuerdo a la biomasa utilizada, su composición aproximada se presenta a continuación (Werner et al 1989): metano,  $\text{CH}_4$  de 40 a 70% en volumen, dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$  de 30 a 60%, sulfuro de hidrógeno,  $\text{H}_2\text{S}$  de 0 a 3%, hidrógeno,  $\text{H}_2$  de 0 a 1%, el metano principal componente del biogás, es el gas que le confiere las características combustibles al mismo. El valor energético del biogás por lo tanto estará determinado por la descomposición del estiércol en forma anaeróbica, sistema que aprovecha el estiércol y orina de los bovinos y el agua usada en el aseo de los establos, procesándola y convirtiéndola en gas metano o biogás y abono líquido o bioabono.

A pequeña y mediana escala, el biogás ha sido utilizado en combustión directa en estufas simples en la cocción de alimentos, atenuando de esta manera la presión sobre los materiales dendroenergéticos (madera, leña, carbón vegetal) y/o representando un ahorro para el agricultor por no tener que comprar gas





natural comercial. Sin embargo, también puede ser utilizado para iluminación (lámparas de gas o a gasolina), para calefacción y refrigeradoras

También el biogás puede ser utilizado como combustible para motores diesel y gasolina, a partir de los cuales se puede producir energía eléctrica por medio de un generador. En el caso de los motores diesel, el biogás puede reemplazar hasta el 80% del mismo (la baja capacidad de ignición del biogás no permite reemplazar la totalidad del diesel en este tipo de motores que carecen de bujía para la combustión). Aunque en los motores a gasolina el biogás puede reemplazar la totalidad de la misma, en general en los proyectos a nivel agropecuario se le ha dado preferencia a los motores diesel considerando que se trata de un motor más resistente y que se encuentra con mayor frecuencia en el medio rural. Un metro cúbico de biogás totalmente combustionado es suficiente para

- Generar 1.25 kw/h de electricidad.
- Generar 6 horas de luz equivalente a un foco de 60 w.
- Poner a funcionar un refrigerador de 1 m<sup>3</sup> de capacidad durante 1 hora.
- Hacer funcionar una incubadora de 1 m<sup>3</sup> de capacidad durante 30 minutos.
- Hacer funcionar un motor de 1 hp durante 2 horas.

### III.8.4 Producción de abono orgánico.

En el proceso de fermentación se remueven sólo los gases generados (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) que representan del 5% al 10% del volumen total del material de carga. Se conservan en el efluente todos los nutrientes originales (N, P, K) contenidos en la materia prima, que son esenciales para las plantas. Lo anterior lo convierte en un valioso abono orgánico, prácticamente libre de olores, patógenos, y de fácil aplicación. Se ha calculado que un 1 m<sup>3</sup> de biogás utilizado para cocinar evita la deforestación de 0.335 hectáreas de bosques con un promedio de 10 años de vida de los árboles (Sasse 1989). Aunque el nivel de destrucción de patógenos variará de acuerdo a factores como temperatura y tiempo de retención, se ha





demostrado experimentalmente que alrededor del 85% de los patógenos no sobrevive el proceso de biodigestión (Hohlfeld y Sasse 1986). En condiciones de laboratorio, con temperaturas de 35 °C los coliformes fecales fueron reducidos de 50 a 70% y los hongos en 95% en 24 horas (Marchaim 1992).

#### **A).- Ventajas de su uso.**

- El efluente lleva parte de sus nutrientes en forma no disponible de inmediato para las plantas, es decir, los libera paulatinamente mediante ciertos procesos de descomposición de materia orgánica. De esta forma, la nutrición es lenta, pero continua.
- Aumenta el contenido del humus del suelo, el cual mejora la estructura y la textura del terreno, facilita la aireación, la trata de formación de depósitos de nutrientes, y la capacidad de retención e infiltración del agua.
- Permite el ahorro de la cantidad de otros abonos convencionales sin disminución de la producción.
- Presenta incrementos de la producción, al compararla con la de suelos no abonados.

#### **B).- Formas de aplicación.**

- Efluente líquido: Presenta ventajas como la alta disponibilidad de nutrientes y la buena absorción por parte de las plantas, puede aplicarse inmediatamente sale del biodigestor, o almacenarse en tanques tapados por un periodo no mayor a 4 semanas, para evitar grandes pérdidas de nitrógeno. o Efluente compostado: Otra manera de manejar el efluente es agregándole material verde (desechos de forraje de establo) y compostándolo, este método produce pérdidas de nitrógeno del 30% al 70%, pero tiene la ventaja de que el producto final es compacto, en forma de tierra negra, lo que facilita el transporte y aplicación.
- Efluente seco: El resultado del secado es una pérdida casi total del nitrógeno orgánico (cerca del 90%), lo que equivale al 5 % del nitrógeno





total. Las producciones observadas en cultivos al utilizar el efluente seco son las mismas que al usar estiércol seco o estiércol almacenado, este procedimiento se recomienda cuando se vayan a fertilizar grandes áreas, o la distancia a cultivos sea larga y difícil.

### C).- Dosis de aplicación.

- La dosis del efluente o bioabono que debe aplicarse en cualquier forma se determina en términos de la cantidad del nutriente equivalente que se necesite, la cual dependerá del tipo de suelo y cultivo; conviene, por tanto efectuar el análisis del efluente para establecer sus propiedades nutritivas.

A continuación se presentan los contenidos promedio de elementos nutritivos en efluentes de biodigestores con diferentes materias primas:

CLASE DE ESTIÉRCOL	N. TOTAL %	P 205%	K 20%	CaO%	MgO%
Aguas Residuales	1.5 - 5.0	2.3 - 4.7	4.1 - 8.4	1.5 - 5.0	0.9 - 2.1
Bovino	2.6 - 6.9	0.1 - 0.3	4.2 - 7.6	1.6 - 4.0	6.0 - 1.0
Porcino	4.2 - 2.5	5.7 - 0.6	2.0 - 0.6	1.1 - 0.8	1.1 - 4.1
Aves	4.3 - 9.5	2.8 - 8.1	5.1 - 2.1	5.3 - 7.3	1.3 - 1.1

Tabla No. 4 Elementos nutritivos en diferentes clases de estiércol.

## III.9 PLANTAS DE TRATAMIENTO.

En los procesos de tratamiento de agua residual, vamos a presentar los diferentes procesos de acuerdo a su secuencia dentro del tren de tratamiento, agrupados de la siguiente manera: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento avanzado y desinfección.

### III.9.1.- Pretratamiento

Los colectores de aguas residuales normalmente transportan una gran cantidad de objetos heterogéneos y a veces muy voluminosos. Es por esto que antes del tratamiento propiamente dicho. El pretratamiento esta constituido por un





conjunto de procesos físicos o mecánicos y su selección dependerá esencialmente de los contaminantes del agua residual y de la importancia o del tamaño de la planta de tratamiento. Los procesos de pretratamiento pueden ser: tamizado, trituración, homogenización de caudales, remoción de arenas y remoción de grasas y aceites.

#### **A).- Tamizado.**

El tamizado esencialmente sirve para proteger la planta de tratamiento de objetos que pudieran bloquear las diferentes unidades de la instalación o dañar los equipos de bombeo. Estos tamices pueden ser tamices que permiten su limpieza de manera regular por medios mecanizados o bien rejillas que pueden ser de limpieza manual o mecanizada. Rejillas en el pretratamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales.

#### **B).- Trituración.**

La trituración tiene como objetivo desintegrar la materia orgánica que entra a las etapas siguientes de la planta de tratamiento. Triturador para plantas de tratamiento de agua residual

#### **C).- Homogenización de caudales.**

Los efluentes de agua residual normalmente presentan fluctuaciones que pueden presentarse como variaciones horarias, diarias, mensuales, etc. Estas variaciones obedecen al tipo de proceso en el cual se genera el agua residual, es decir, si es un agua residual doméstica o industrial y en tal caso dependería del tipo de industria. Para compensar estas variaciones y evitar problemas en los procesos de tratamiento es conveniente usar tanques reguladores del gasto hidráulico, los cuales a su vez ayudan a homogenizar la carga de contaminantes presentes en el agua residual.





#### **D).- Remoción de arenas.**

Esta operación tiene como objetivo eliminar gravas y arenas que han sido transportadas por el agua residual para evitar que estas se depositen posteriormente al interior de tuberías y depósitos, de evitar daño a los sistemas de bombeo y proteger contra la abrasión otros aparatos de la planta.

#### **E).- Remoción de grasas y aceites.**

Estas se buscan eliminar en la fase de pretratamiento ya que son compuestos poco solubles, por lo tanto relativamente fáciles de separar en esta etapa y que aportan una gran carga contaminante que es deseable evitar que prosiga en las etapas posteriores de tratamiento

### **III.9.2.- Tratamiento primario.**

El tratamiento primario usualmente esta constituido por técnicas físico-químicas de separación que permiten eliminar de 40 a 60% de los sólidos suspendidos. Normalmente el tratamiento primario esta constituido por un sedimentador primario que puede ser de tipo circular o rectangular. También se puede usar la flotación, el tamizado fino (con tamaño de partículas de 1 a 2 mm), el control de olores, de corrosión e incluso la utilización de procesos biológicos como tanques "imhoff" o tanques sépticos como un sistema primario de tratamiento. En lo que respecta a los procesos de flotación y tamizado ya han sido mencionados previamente. La descripción de los sistemas biológicos de tratamiento la vamos a abordar en la parte de los tratamientos secundarios, por lo tanto ahora únicamente vamos a abordar lo relativo al control de olores y de la corrosión

#### **A).- Control de olores.**

El control de olores en las plantas de tratamiento se puede realizar por muy diversos métodos de tratamiento que pueden ser de tipo físico, químico o biológico. Entre los métodos de tipo físico encontramos la adsorción con carbón





activado, la adsorción en filtros de arena, la dilución con aire libre de olor o bien los lavadores de gases. Entre los métodos de tipo químico se tiene la oxidación la precipitación químicas, el lavado de gases por medio de agentes alcalinos y la oxidación térmica y, entre los métodos biológicos se pueden considerar como removedores de olor los tanques de aireación de lodos activados y los filtros biológicos.

### **B).- Control de la corrosión.**

Los problemas de corrosión pueden estar asociados a diferentes compuestos presentes en las aguas residuales, entre ellos puede ser corrosión acida, alcalina o acomplejante, ocasionada por la aireación, por cavitación o causada por bacterias ácido-génicas, bacterias nitrificantes o formadoras de biopelículas, etc. Así pues, la corrosión se puede controlar por medio de la eliminación de los agentes causantes de la misma o por medio de la protección de los materiales usados en la planta, buscando que sean materiales poco susceptibles de ser corroídos

### **III.9.3.- Tratamientos secundarios.**

Los tratamientos biológicos constituyen mayoritariamente los tratamientos secundarios, ya que generalmente son más económicos que los tratamientos físico-químicos. Por otro lado son más eficientes en la remoción de los compuestos orgánicos solubles, los cuales constituyen una parte importante de las aguas residuales urbanas y de algunas aguas residuales industriales. Los sistemas de tratamiento biológicos consisten básicamente en la eliminación de los contaminantes presentes en el agua residual por medio de la acción de los microorganismos y principalmente las bacterias. Las bacterias se pueden desarrollar en una suspensión biológica en forma de flóculos o bien en forma de biomasa fija o biopelícula. Es importante conocer el metabolismo de los microorganismos responsables de la degradación de los contaminantes de las aguas residuales para poder comprender las reacciones por medio de las cuales los eliminan. Los microorganismos toman del ambiente las macromoléculas que





contienen los elementos necesarios para su desarrollo. La degradación de estas sustancias químicas complejas y la formación de compuestos más sencillos, se llama catabolismo. Durante el catabolismo se acumula energía en forma de ATP que posteriormente es utilizada en el anabolismo. El anabolismo es un proceso en el que los microorganismos sintetizan los componentes celulares necesarios para su crecimiento a partir de los productos intermedios generados en el catabolismo, utilizando la energía acumulada previamente. El metabolismo es el resultado colectivo de reacciones anabólicas y catabólicas (Brock y Madigan, 1993).

Los microorganismos también requieren energía, la cual pueden obtener de distintas fuentes. Los organismos fotótrofos la obtienen a partir de la luz. Los quimiótrofos a partir de reacciones de oxido-reducción. El carbono puede ser utilizado en forma de carbono orgánico (heterótrofos) o de dióxido de carbono (autótrofos). En el caso de los sistemas de tratamiento biológico principalmente se encuentran microorganismos quimioheterótrofos. Aprovechando éstas características, los sistemas de tratamiento de agua residual podrán ser utilizados para la eliminación de diferentes elementos presentes en las aguas residuales como contaminantes.

#### **A).- Eliminación del material carbonoso.**

Los microorganismos son los encargados de degradar los contaminantes de las aguas residuales. Estos contaminantes son una mezcla compleja de diversos elementos de los cuales el más abundante es el carbono, principal componente de la materia orgánica. Las aguas residuales municipales presentan generalmente materia orgánica fácilmente biodegradable. Aunque el comportamiento de un consorcio de microorganismos depende de su afinidad con la mezcla de sustratos, el consumo de sustrato es función de la cantidad de microorganismos y de la concentración de sustrato (Chaudhry y Beg, 1998). La biodegradabilidad de la materia orgánica está relacionada con el tamaño de las partículas: a menor tamaño, más rápida es su biodegradación. La actividad enzimática está directamente relacionada con el área superficial disponible que es mayor en





cuanto menores son las partículas (González-Oliveros, 2000). Las partículas más pequeñas penetran rápidamente las membranas bacterianas mientras que las de mayor tamaño requieren ser hidrolizadas antes de poder ser utilizados en el metabolismo microbiano. Es por esto, que la hidrólisis juega un papel muy importante en la degradación de la materia orgánica.

## **B).- Eliminación biológica del nitrógeno.**

El nitrógeno es considerado como uno de los principales contaminantes en las aguas residuales porque favorece la eutrofización de los cuerpos receptores de agua. Es por esto, que actualmente se busca que los sistemas de tratamiento ayuden a eliminar este tipo de compuestos. El nitrógeno se puede presentar en forma de amonio molecular, ión amonio, en compuestos orgánicos solubles, materia orgánica en suspensión o bien como nitritos y nitratos. Las etapas en la eliminación del nitrógeno son nitrificación y desnitrificación. La nitrificación consiste en la oxidación biológica del amonio hasta transformarlo en nitratos. La desnitrificación es el proceso de eliminación de nitrógeno por medio de la reducción bioquímica de los nitratos a gas nitrógeno en ausencia de oxígeno disuelto (Surampalli et al, 1997). Los géneros de las bacterias responsables de la oxidación biológica de los compuestos de nitrógeno son *Nitrosomonas* y *Nitrobacter* que son aerobias estrictas, sin embargo pueden resistir períodos relativamente largos en ausencia de oxígeno. La nitrificación puede ser afectada por la temperatura, el pH, la penetración de oxígeno en la biopelícula, la relación C/N y el TRC (Rusten y Eliassen, 1993). La temperatura de nitrificación usualmente se reporta en un intervalo de 4 a 50 °C con un óptimo de 30 a 36 °C (Barnes y Bliss, 1983). El pH óptimo es de 7.5 a 9, abajo de 7 y arriba de 9.8 la nitrificación disminuye en un 50% (Surampalli et al, 1997). Al disminuir la relación C/N se incrementa la nitrificación, sin embargo este diseño no resulta costoso para plantas de tratamiento de agua residual doméstica (Surampalli et al, 1997). La actividad de las bacterias nitrificantes puede ser inhibida por sustancias tóxicas, dependiendo de la concentración de la sustancia y del tiempo de exposición. Además de las condiciones de operación, las tasas de nitrificación van





incrementándose y se estabilizan hasta después de un año de operación de un reactor (Boller et al, 1986). Las bacterias des-nitrificantes son heterótrofas y utilizan el oxígeno de los nitratos como receptor de electrones (Helmer y Kunst, 1997). Entre ellas están los géneros *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Achromobacter* y *Bacillus* (Surampalli et al, 1997). La desnitrificación ocurre en un intervalo de temperatura de 10 a 30 °C. El intervalo óptimo de pH es de 6.5 a 8 y la desnitrificación se reduce cuando se tienen valores menores que 6 y mayores que 9. Las concentraciones de oxígeno disuelto mayor que 1 mg/l también inhiben la desnitrificación (Surampalli et al, 1997). Un parámetro clave en la desnitrificación es la relación C/N. Se deben tener relaciones con un valor mínimo de 3 g-DQO/gN-NO<sub>3</sub> para garantizar una buena desnitrificación en reactores anóxicos (Rusten et al, 1994).

### **C).- Eliminación biológica del fósforo.**

Otro de los contaminantes importantes, presentes en las aguas residuales es el fósforo. Éste se presenta en forma de orto-fosfatos, poli-fosfatos o como fósforo orgánico. Según Wang et al (1998) en los sistemas aerobio-anóxicos no se tiene un compartimento en el que se desarrollen bacterias (quimioheterótrofas) acumuladoras de fosfato porque no existen las condiciones anaerobias-aerobias necesarias para su crecimiento. Sin embargo, en los procesos biológicos de tratamiento secundario convencionales hay una remoción parcial de fósforo durante la remoción de carbono, ya que los microorganismos requieren este elemento para la síntesis de biomasa (Surampalli et al, 1997). Los microorganismos toman los fosfatos y los fosforilan, lo que disminuye el contenido de orto-fosfatos y aumenta los poli-fosfatos en el sistema en condiciones aerobias. En condiciones anóxicas el fósforo inorgánico también es convertido en poli-fosfatos con los nitratos como fuente de oxígeno (Wang et al, 1998)

Por otro lado, las plantas de tratamiento pueden ser diseñadas para la eliminación de fósforo, ya sea a través de una desfosfatación química o bien por medio de una eliminación biológica de fósforo. Para lo cual es necesario que el





agua a tratar pase primeramente por un reactor en condiciones anaerobias y posteriormente en un reactor aerobio. Una mención especial merecen los sistemas de humedales artificiales, ya que son los únicos sistemas biológicos que no se basan únicamente en la acción de las bacterias para la degradación de los contaminantes. Estos utilizan de manera complementaria algunas plantas acuáticas para la eliminación de contaminantes y pueden funcionar para la degradación de materia orgánica, de nutrientes e incluso de metales pesados, sin embargo aun no hay suficientes estudios que hayan permitido cuantificar ni las cinéticas de degradación de contaminantes ni de crecimiento para este tipo de sistemas. Los tratamientos avanzados y los procesos de desinfección deberán complementar los sistemas de tratamiento de agua residual.

<b>LA INDUSTRIA DEL TRATAMIENTO DE AGUA</b>	
<b>SITUACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN MÉXICO</b>	<b>CAUSAS PRINCIPALES</b>
17 % No operan	Necesitan Rehabilitación
80% Trabajan a 60% u 80% de su capacidad	Falta de recursos
3% Cumplen su meta	Falta de capacitación
Solo se trata el 17.5% del total de aguas residuales en México	Falta de concientización
Del agua tratada sólo el 1% se rehúsa	No hay control adecuado
	Faltan empresas que proporcionen el servicio adecuado

Tabla No. 5 Tratamiento de agua residual en México.

### III.10 ESPACIOS ERGONÓMICOS.

En los últimos años la funcionalidad se ha unido al disfrute de los momentos dedicados a uno mismo, todo se transforma para hacer de las áreas un espacio de regocijo, con una estética acogedora donde el usuario se sienta cómodo, y busque estar más tiempo del estrictamente dedicado a la salud y el bienestar.





Las empresas destacadas en el sector, ya han incorporado a sus equipos técnicos la figura del diseñador para que una vez proyectada el área, con todos sus equipos y circuitos lógicos, y garantizada la calidad tecnológica, todo el conjunto presente una imagen acorde con el entorno (ubicación del área, categoría y emplazamiento del establecimiento, tipología del usuario...), y que produzca en el usuario, una clara sensación de bienestar, calidez y también una cierta distinción acorde con la categoría del establecimiento que acoge el área.

### **A).- Una apuesta por la innovación.**

El bienestar y la relajación han pasado a ser tan importantes como la funcionalidad, no tan solo a nivel tecnológico, si no también a través de nuevas formas y propuestas estéticas.

Las nuevas tendencias tienden a las formas de líneas puras, elegancia sobria y fuerte personalidad. Tanto en las formas redondeadas como en las más lineales, se busca la armonía y la calidez. Se da importancia a los materiales con tacto agradable y tonos relajantes a la vista, y se huye de los colores vivos dentro de las instalaciones, ya que el usuario debe experimentar sensación de relajamiento; pero éstos pueden ser utilizados en los accesos o zonas de conexión, siempre que estén acordes con la decoración general del establecimiento que acoge el área.

El acero inoxidable es uno de los materiales más recurrentes, sobre todo en las piscinas lúdicas con elementos como las cascadas o cuellos de cisne, ya que se trata de un material de larga duración, fácil mantenimiento, y que da una imagen de solidez y calidad. Materiales nobles como la madera o el mármol, también se utilizan como elemento de decoración en los exteriores de las instalaciones para dar unidad al conjunto.





Fotografía No. 38 Interior de un baño acabado en mármol.

Hoy en día, la calidad de las pinturas y los alicatados, permiten actuar con revestimientos impermeables, resistentes a la humedad y a las altas temperaturas, y una amplia gama de colores que nos permiten complementar el estilo de decoración del interior y exterior de los equipos, con la decoración general del área o el centro (deportivo, hotelero, balneario...) que la acoge.

#### **B).- Buscando la iluminación más adecuada.**

La iluminación tiene una importancia fundamental, y es tratada de forma muy especial para conseguir este ambiente de relajamiento y bienestar, tan codiciados. A las condiciones lumínicas clásicas de todo espacio, que le confiere la luz natural y general, y que hay que aprovechar ya que generalmente no disponemos de una excesiva cantidad de esta luz natural, por las características de los equipos que forman el área; hay que añadir y planificar la iluminación puntual e indirecta en función de los compartimentos y niveles de la zona, el color de relajación o intimidad que se le quiera aplicar, y los condicionantes prácticos del espacio a iluminar.





Por ejemplo aplicaremos una luz nítida e intensa en aquellas zonas de tránsito para el usuario, para evitar tropiezos o accidentes, y jugaremos de forma más tenue con efectos y colores cálidos, en aquellas estancias que sirven de equipamiento, como los baños; y en las que el usuario permanece relajado, y al no transitar no tiene peligro de sufrir algún accidente por falta de iluminación

Como luz general se apuesta por los halógenos, que garantizan una calidad similar a la natural. Mejor si son focos orientables ya que permiten dirigir la luz hacia la zona que se desea resaltar. Como iluminación puntual, una buena opción es situar apliques o puntos de luz en espacios laterales para realzar el color, y todavía nos queda la opción de explotar la luz de tipo indirecto para sugerir ambientes relajantes, como por ejemplo el uso de difusores empotrados en el suelo.



Fotografía No. 39 Escaleras con iluminación de halógeno.

Es importante tener en cuenta el tema de la seguridad, y para ello utilizaremos apliques de poco voltaje y nivel de seguridad alto para zonas húmedas, igual que interruptores totalmente impermeables, en los espacios donde





el agua o el vapor se utilicen para el funcionamiento de los diferentes equipamientos del área. A pesar de los diferentes estilos y corrientes innovadoras en el mundo del diseño, siempre habrá que tener en cuenta la ubicación del área y su entorno, ya que el diseño debe estar acorde con la línea general del espacio más inmediato, y los materiales predominaran según esta ubicación. Así en zonas de montaña, la madera será un elemento fundamental, mientras que en zonas de playa tenderemos a utilizar elementos decorativos más fríos como el mármol o la piedra.

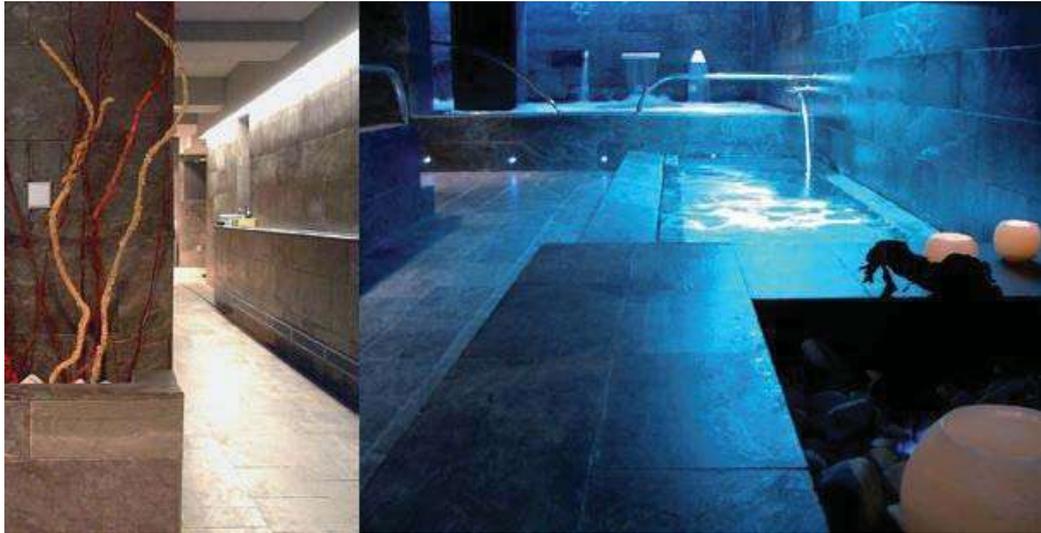
### **C).- Controlar todos los detalles.**

De todas formas, el diseño en las áreas no puede ser tratado de forma aislada ya que hablamos de instalaciones que deben soportar variaciones de temperaturas, elevadas humedades, o una presencia permanente del agua; lo que exige un importante trabajo de adaptación entre las necesidades técnicas y las de diseño y ambientación.

Por esto es aconsejable que en grandes proyectos se confíe en empresas capaces de aportar soluciones integrales y realizar la entrega de las instalaciones llave en mano. Confiando en un equipo de profesionales que proyecten las instalaciones, fabriquen los equipos, construyan el área y se hagan cargo del diseño, no se producirán sorpresas desagradables por la utilización de ciertos materiales, que luego podrían no soportar las temperaturas o humedades a las que se verán sometidos.

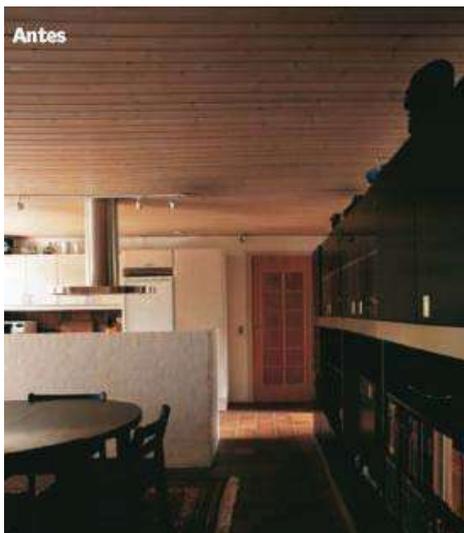
En definitiva, el diseño tiene uno de sus factores fundamentales, para conseguir mejorar las sensaciones del usuario; pero se trata de un diseño que debe ir unido a las necesidades y condicionamientos técnicos, y tratado por profesionales conocedores de este tipo de instalaciones.



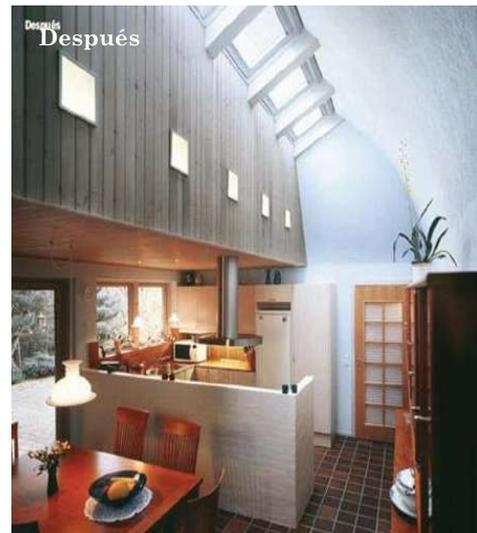


Fotografía No.40 Interior en dos vistas del mismo baño con luz normal y luz de halógeno.

Al instalar una ventana para techos, cambiará por completo el aspecto de su hogar. La luz natural llenará el ambiente y se sentirá rodeado de aire y espacio. Los hogares con abundante luz natural generan bienestar y el tener la posibilidad de ver el cielo desde la ventana de nuestra casa, llena de sensaciones positivas nuestra mente. Observemos las siguientes fotografías y veamos cómo se ha transformado un agradable pero tradicional espacio interior en un ambiente atractivo, espacioso y muy luminoso.



Fotografía No. 41 Cocina sin ventana en el techo.



Fotografía No. 42 Cocina con ventana en el techo.





Los ambientes interiores abiertos e integrados, tan comunes en la actualidad, ofrecen una agradable sensación de espacio abierto, pero por lo general, no tienen en cuenta las necesidades de luz. En este caso, las ventanas verticales no permitían el ingreso de suficiente luz natural al centro de la habitación. El ambiente cambió por completo al instalar dos ventanas en el techo.

Al abrir las ventanas del techo, el aire cálido que se concentra en la parte superior de la habitación circula libremente. De esta manera fue posible mejorar el clima interior y lograr refrescar la habitación durante los días de intenso calor.



Fotografía No. 43 Sala sin ventanas en el techo.



Fotografía No. 44 Sala con ventanas en el techo.

#### D).- Aspectos sostenibles de iluminación.

En épocas anteriores, y en casi todas las culturas, la luz se ha identificado con el saber, con el bien o con la divinidad, mientras que en la oscuridad y la sombra se ha visto el mal y la ignorancia.

En nuestra cultura la luz crea confort, mientras que la oscuridad asusta. Es innegable que el alumbrado artificial ha contribuido a una mejora en la calidad de vida y la actividad social de los seres humanos. La luz es capaz de hacer habitable, y amigable, un espacio que sin ella se percibe como territorio hostil. Pero hay que ir con cuidado: el uso masivo de la electricidad, incluso su abuso, está teniendo serias repercusiones sobre el medio ambiente, e incluso, en





ocasiones, sobre la biología de las personas. Veamos algunos factores que son precisos tener en cuenta a la hora de reflexionar sobre el tema

Según *The Lighting Hand Book* de la *Illuminating Engineering Society of North América*, el ser humano, dependiendo del ambiente lumínico de un lugar, se orienta en el espacio, siente confort visual, modifica su ambiente y estado de ánimo, puede comunicarse socialmente, establecer un juicio estético, experimentar seguridad y tener salud y bienestar. La luz condiciona nuestras vidas hasta puntos insospechados.

En la antigüedad, las personas desarrollaban sus actividades de acuerdo con la disponibilidad de luz natural, y las entradas de luz a los edificios determinaban sustancialmente sus usos y posibilidades. Las antorchas, las velas o las lámparas de aceite permitían muy precariamente realizar alguna actividad fuera de horas, pero no hacían posible la concentración ni el detalle que, en cambio, sí generaba la luz natural. La paulatina incorporación de nuevos elementos a partir de la revolución industrial determinó cambios importantes en el diseño arquitectónico de los espacios de trabajo; las “nuevas” características lumínicas permitieron mejorar la percepción visual en los interiores y, además, consiguieron hacer el espacio más habitable. Un espacio que sin luz se percibía como un territorio desfavorable, a partir de que se le proyecta luz se vuelve más cercano y amigable.

Desde la aparición de la lámpara de Thomas Alba Edison en el año 1879, el alumbrado artificial ha crecido cuantitativa y cualitativamente. La evolución de estos sistemas ha provocado cambios en la sociedad, en la configuración de sus ciudades y edificios y, sobre todo, en la calidad de vida y el bienestar de las personas. A partir de la aparición de la “bombilla eléctrica”, se introdujeron nuevos tipos de lámparas, como la de vapor de mercurio, que se introdujo en los años treinta; la lámpara fluorescente, que se presentó en 1939 en la Exposición Internacional; la lámpara de tungsteno-halógeno, que apareció en los años





cincuenta; las de halogenuros metálicos y sodio de alta presión en los sesenta, y la lámpara sin electrodos (LED) apareció en 1990.

El desarrollo experimentado por el alumbrado artificial a partir de mediados del siglo XX ha intensificado su uso hasta límites en los que su acción sobre el ser humano supera lo meramente óptico y es posible detectar su influencia en otros aspectos biológicos. Además, se ha detectado la tendencia a un uso excesivo de la luz artificial, incluso cuando no es estrictamente necesario. La oscuridad es un valor cultural negativo y la facilidad del uso de la luz artificial relega a un segundo plano el uso de la iluminación natural. En el Código Técnico de la Edificación aprobado el pasado año se habla por primera vez de la relación entre la luz natural y la luz artificial y se propone la luz natural como apoyo a la luz artificial durante las horas del día. Se hace también especial hincapié en la utilización de lámparas eficientes y que no deslumbren. Es decir, hay un esfuerzo por tratar el tema del ahorro energético y de la confortabilidad visual.

La iluminación no solamente atiende a unas necesidades visuales determinadas, sino que, sobre todo en el hogar, debe atender al confort. Lo más importante en un hogar es que la gente que vive allí se encuentre a gusto. Por ello es muy difícil establecer pautas generales de alumbrado del hogar. De todos modos, las recomendaciones de los expertos van en la línea de crear diferentes escenas de luz para cada actividad que se desee realizar. En la casa debe haber zonas bien iluminadas por seguridad, como la cocina, pero debe haber otras zonas con luz poco intensa, casi con penumbra: las llamadas zonas de tranquilidad. Un buen ejemplo sería el sofá, pensado para descansar. En el caso de que se quiera dedicar un rato a la lectura, solamente hay que crear una escena diferente y colocar un flexo o lámpara que refuerce la iluminación en la zona necesaria. Una vez más, el confort y el uso lógico de los recursos es lo más importante.

Actualmente, con la sustitución de las tradicionales bombillas incandescentes por las de bajo consumo, muchos hogares han modificado la





temperatura de su luz sin darse cuenta: donde antes había una luz cálida que creaba un rincón acogedor, ahora hay una luz más fría que no hace comfortable esa zona de la casa. El modo de solucionar este tipo de situaciones consiste en escoger la lámpara de bajo consumo que mejor se adecue a la temperatura de luz que se desea.





## CAPÍTULO IV

### INTEGRACIÓN ECOLÓGICA

#### IV.1 LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS.

Una de las principales características de nuestra sociedad es la producción y consumo de productos con una vida media muy corta. Una vez se han utilizado, se convierten en RESIDUOS, esto es, sustancias u objetos de los que se desprenda o tenga obligación de desprenderse su poseedor debido, fundamentalmente a que no tienen ningún valor económico. Un residuo “*es cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse*”.

El problema de los residuos urbanos no es nuevo, desde siempre el hombre ha generado residuos como subproductos de sus actividades, pero el crecimiento de la industrialización acorde con una economía manufacturera y el incremento del nivel adquisitivo han llevado a incrementar el volumen y la toxicidad de las basuras de forma desorbitada. Al mismo tiempo, las materias primas van disminuyendo a un ritmo muy superior a su regeneración, lo que nos conduce, necesariamente, a una carencia de estas.

En este sentido se hace necesaria una respuesta responsable por parte de las sociedades, en consonancia con un consumo razonable y unas políticas dirigidas hacia el desarrollo sostenible como única forma de equilibrar la desequilibrada balanza ecológica.

Como respuesta a esta necesidad nos encontramos con los procesos de **reciclaje y revalorización** en la naturaleza, que pueden servirnos como modelo de gestión de la materia orgánica.

A nivel de ciudadano, una de las actuaciones prioritarias en gestión de residuos es la minimización de la generación de residuos. El ciudadano como consumidor puede cambiar algunos hábitos de consumo sencillos y de ésta manera reducir los residuos que genera.





Hay dos principios que el ciudadano puede seguir para adecuar su comportamiento:

- Tratar de disminuir la cantidad de sus residuos: principio de las “tres erres” más la “e”.
- Facilitar el reciclaje de los residuos producidos: principio de la separación de origen.

### **Principio de las tres “erres” mas la “e”.**

#### **A).- Reducir.**

Disminuir la generación de residuos cambiando la manera de consumir: evitar comprar los productos “usar y tirar”, no consumir productos sobre-ensados ni sobre-empaquetados, rechazar las bolsas de plástico no indispensables, entre otras cosas.

#### **B).- Reutilizar.**

Conjunto de operaciones que permiten la reutilización de materiales, evitando su conversión en residuo mediante la puesta en valor de los productos usados para un fin igual o diferente para el que fueron diseñados sin sufrir transformación, y a través de la reintroducción en el mismo ciclo productivo. Por ejemplo reutilizar las bolsas y las botellas de plástico, los envases.

#### **C).- Reciclar.**

Conjunto de operaciones que permiten la recuperación de materias primas a partir de los residuos mediante la transformación de dichos residuos que pueden originar o bien un producto similar al que originó el residuo o bien originar un producto diferente. Estos nuevos productos se incorporan en un nuevo ciclo productivo.





#### **4.-Evitar.**

Tratar de disminuir el consumo de productos peligrosos y dañinos para la salud y el medio ambiente, y tratar de sustituirlos por otros más ecológicos. Por ejemplo utilizando detergentes sin sulfatos.

#### **IV.2 EL PRINCIPIO DE LA SEPARACIÓN EN ORIGEN.**

Derivar nuestras basuras de una forma coherente hacia rutas establecidas para su tratamiento nos ayudará a limitar al máximo todos aquellos residuos que no son valorizables.

El aprovechamiento de la materia orgánica, constituyendo este porcentaje tan importante en la totalidad de nuestros residuos, supondría resolver en gran medida el problema de las basuras.

Separar en nuestros domicilios, y en los establecimientos alimentarios (carnicería, fruterías, etc.) los deshechos y depositarlos en contenedores especialmente diseñados para recogerlos es la base para iniciar su recuperación y reciclaje.

Es prioritario, para ello, que el ciudadano adopte, no solo actitudes de consumo orientadas hacia estos principios, sino que además sea responsable de las basuras que genera.

Actualmente, una parte de los residuos orgánicos sigue eliminándose sin ningún tipo de aprovechamiento en vertederos. Hay una parte que se valoriza bien a través del reciclaje (compostaje o biometanización) o bien a través de la incineración con recuperación energética.

Compostaje: La materia orgánica es descompuesta de forma controlada imitando procesos naturales para producir abono orgánico. También este proceso tiene sus imperfecciones; permite reciclar una gran cantidad de residuos, pero el costo es alto, y la calidad del producto final no siempre es muy buena. De hecho





como la basura no está bien separada desde su origen, la composta producida puede contener sustancias tóxicas.

Incineración: Los residuos son quemados para producir energía y calor. Pero aunque esto es una forma de valorización, este proceso presenta muchas desventajas: El costo es muy alto, se producen emisiones contaminantes y sólo consiguen transformarlos en cenizas que luego tendrán que ir de nuevo a los vertederos para ser enterradas.

Una alternativa a estos procesos centralizados es el tratamiento de la materia orgánica a nivel descentralizado a través del compostaje doméstico en domicilios y comunidades. Este sistema es un complemento a la gestión municipal de los residuos orgánicos que tiene una serie de ventajas económicas y ambientales, como veremos a continuación.

### **IV.3 EL COMPOSTAJE.**

#### **A).- Definición.**

La composta es un abono orgánico (ni mineral ni químico) obtenido a partir de la descomposición aerobia de la materia orgánica. Es lo que se produce cuando los materiales de origen animal o vegetal se biodegradan por la acción de miles de microorganismos. Es un producto estable, de olor agradable y con multitud de propiedades beneficiosas para los suelos y las plantas.

El compostaje se puede definir como la técnica por la cual la materia orgánica es descompuesta de forma controlada, imitando los procesos naturales de fermentación termófila para producir humus, convirtiéndose en un producto válido para abonar nuestros suelos y plantas. Es, asimismo una forma de reciclaje. Podemos decir, por tanto, que el compostaje es el cierre artificial del ciclo de la materia orgánica.





### IV.3.1 Beneficios de la composta.

El compost, al tratarse de un abono natural mantiene la actividad biológica del suelo, y le aporta los elementos nutritivos más importantes y oligoelementos. Pero su función más importante con respecto al suelo es la reestructurante. Además, gracias a los procesos microbianos permite movilizar los oligoelementos bloqueados en el suelo y ponerlos a disposición de las plantas. Los microbios y las enzimas sirven de catalizadores para la absorción de gran parte de los elementos nutritivos. Por tanto, el uso principal del compost es el de reestructurante del suelo

Desglosando estos datos, los beneficios del uso del compost se pueden enumerar de la siguiente forma

- Efectos en la estructura del suelo: Los millones de microorganismos que viven en el compost contribuyen a formar y estabilizar la tierra. Esta materia orgánica presente en el compost capta las partículas del suelo (arena, arcilla y limo), actuando como aglomerante. Estos agregados que se han formado mantienen la estructura del suelo, para que no se los lleve el viento ni el agua.
- Estos efectos se observan en un aumento de la capacidad del suelo para retener agua, un incremento de la porosidad de suelos difíciles, una mejora en la ventilación y calentamiento de los suelos y, en definitiva, la creación de una estructura aterronada.
- Efectos sobre los nutrientes de las plantas: La materia orgánica al mineralizarse, libera una serie de elementos que permiten a los microorganismos fijar el nitrógeno del aire y descomponer los minerales liberando los nutrientes. Esto es debido a que el compost contiene una gran reserva de nutrientes que poco a poco entrega a las plantas, además al aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, evita la erosión y la desertificación.





- Efectos sobre la salud del suelo: El compost, al aumentar la actividad biótica, proporciona sustancias activas como hormonas vegetales y antibióticos, es rico en microbios y frena la acción y proliferación de microorganismos dañinos.
- Efectos sobre la calidad del suelo: Únicamente proporciona elementos orgánicos que son transformados y pasan al ciclo de la materia orgánica, evitando así el peligro que supone para el suelo y las aguas subterráneas, el uso de fertilizantes químicos.
- Estos serían los beneficios del uso del compost, a los que se les puede añadir los beneficios de realizar el proceso de compostaje, que se verán más adelante.

#### **IV.3.2 La descomposición de los residuos y el ciclo de la materia orgánica.**

Los elementos naturales siguen en la naturaleza un ciclo circular en el que nada es desaprovechado. Todos los nutrientes (oxígeno, carbono, nitrógeno, hidrógeno, fósforo, etc.), cada uno mediante su ciclo determinado, van cambiando de forma, y pasando de un tipo de elementos a otros siguiendo un ciclo cerrado, sin pérdidas.

El proceso de compostaje trata de imitar el proceso natural cerrándolo en la fase en la que queda abierto al tratar las basuras de la forma más convencional. La materia orgánica de las plantas, en la naturaleza sirve de alimento a los animales, los cuales son consumidos por otro animal (por ejemplo, el hombre). Inevitablemente todos los seres vivos producen deshechos (producto de su metabolismo, restos de sus presas, o ellos mismos al morir), que van al suelo, donde una serie de microorganismos los degradan gracias a una serie de reacciones de reducción-oxidación, que, de manera general pueden ser de fermentación o de putrefacción, dependiendo de si el proceso se produce en presencia o ausencia de oxígeno. Para que las plantas puedan asimilar bien los nutrientes, estos deben ser productos de fermentación. Este proceso, se llama humificación (conversión de la materia orgánica en humus), y es el que nosotros





imitamos mediante el compostaje. La energía, al contrario que la materia, sigue un flujo lineal escalonado, en el que va perdiendo poder a cada paso, debido a que la fuente energética principal es la luz del sol, y que se va disipando al pasar de las plantas a los animales (que las comen) y de estos a sus depredadores. La energía que va a parar al suelo en forma de restos es mínima y acabará disipándose en forma de calor (que es la forma de energía más degradada).

El ciclo de la materia orgánica en las sociedades queda interrumpido en el momento de arrojar los restos.

Estos, en vez de ir al suelo y ser degradados por los microorganismos pertinentes, han sido acumulados en vertederos o quemados en incineradoras durante mucho tiempo, y los materiales salen del ciclo para no volver.

Actualmente, una parte de estos restos orgánicos se trata en plantas de compostaje para ser devueltos al suelo, cerrando así el ciclo.

Mediante el compostaje lo que se consigue es cerrar este ciclo, llevar los desechos orgánicos producidos a un sistema ecológico capaz de prepararlos para luego poder volver a ser usados por las plantas. Esto hace que el sistema no tenga una pérdida de materia lo cual es fundamental para un desarrollo sostenible, debido a que si esa materia se pierde, tendremos que buscar otra para reemplazarla, y como ya sabemos, la materia es limitada.

#### **A).- Los ciclos de los elementos.**

Cada elemento que constituye la materia orgánica sigue una vía única de descomposición, determinada por transformaciones bioquímicas particulares. Las transformaciones que cambian los elementos a formas biológicas se denominan asimiladoras, y las que devuelven los nutrientes a formas minerales son llamadas des-asimiladoras. No todas las transformaciones de los elementos están mediadas por seres vivos, ni todas comprenden la liberación de energía utilizable. Muchas se producen en el aire, el suelo o el agua. Algunas de estas, como la





meteorización de la roca madre liberan nutrientes que pueden ser utilizados por las plantas.

La mayor parte de las transformaciones de energía se asocian con la oxidación y la reducción bioquímica del carbono, oxígeno, nitrógeno y azufre. Un átomo se oxida cuando expulsa electrones y se reduce cuando los acepta. Podemos decir que estos electrones se llevan consigo una parte de la energía que puede ser utilizada en las transformaciones biológicas. Una reacción liberadora de energía (oxidación) siempre se conjuga con una que acepta energía (reducción). La energía (en forma de electrones) se desplaza de los reactivos a los productos. Como la oxidación tiene que tener al menos tanta energía como necesita la reducción, muchas veces sobra energía que no se puede utilizar en otra reducción y se pierde en formas más degradadas, como por ejemplo el calor.

**1.- Carbono:** El ciclo del carbono es el más importante desde un punto de vista cuantitativo, y los organismos vivos desempeñan un papel muy destacado en él.

El ciclo se produce de tres maneras distintas en los ecosistemas. La primera incluye las reacciones asimiladoras y des-asimiladoras del carbono en la fotosíntesis y la respiración en presencia de oxígeno. Los organismos fotótrofos fijan, mediante la fotosíntesis, carbono procedente de  $\text{CO}_2$  atmosférico, que pasa a formar parte de los tejidos vegetales y de los microorganismos en forma de carbono orgánico. Los organismos organótrofos utilizan estos compuestos orgánicos como alimentos, y sus restos o residuos, al ser mineralizados liberan  $\text{CO}_2$ , con lo que se cierra el ciclo.

En ausencia de oxígeno, algunas bacterias pueden transformar el  $\text{CO}_2$  y el carbono orgánico en metano mediante la metano-génesis. Esto les reporta una gran cantidad de energía.

El segundo gran proceso del ciclo del carbono comprende el intercambio físico de dióxido de carbono entre la atmósfera y los océanos, los lagos y los ríos. El  $\text{CO}_2$  se disuelve fácilmente en el agua, y así se conectan los ciclos del carbono en ecosistemas acuáticos y terrestres.





La tercera clase de procesos consisten en la **disolución y precipitación** de compuestos de carbonato como sedimentos, particularmente piedra caliza y dolomita. La disolución de  $\text{CO}_2$  en el agua, produce iones de hidrógeno, carbonato y bicarbonato, que se unen fácilmente a los cationes de calcio, si estos están presentes.

**2.- Nitrógeno:** La principal fuente de nitrógeno en los ecosistemas es el nitrógeno atmosférico ( $\text{N}_2$ ). Este puede disolverse ligeramente en agua, obteniéndose a través de vías biológicas, mediante su asimilación por ciertos microorganismos en un proceso denominado fijación del nitrógeno. El nitrógeno ya reducido (orgánico), en su primera fase se “amonifica” (por ejemplo cuando se produce hidrólisis de proteínas u oxidación del carbono de los aminoácidos) dando lugar al amoníaco que todos los organismos fabrican.

**2.1).- La nitrificación** es el siguiente paso en la oxidación, primero de amoníaco a nitrito, y luego de nitrito a nitrato, transformaciones donde se libera gran cantidad de energía química. Estos pasos solo pueden ser llevados a cabo por bacterias especializadas (*Nitrosomonas*, en la primera reacción y *Nitrobacter* en la segunda). Como estos pasos son oxidaciones, se necesita la presencia de oxígeno para que actúe como aceptor de electrones. En estados anóxicos, el nitrato y el nitrito pueden actuar como aceptores de electrones y el proceso se invierte.

**2.2).- La desnitrificación** es realizada por bacterias como *Pseudomonas* desnitrificantes, o puede ocurrir, en ausencia de oxígeno de manera abiótica.

Otra reducción asimiladora del nitrógeno es llevada a cabo por bacterias como *Azotobacter* (vida libre) y *Rhizobium* (asociada simbióticamente en rizomas con plantas de la familia de las leguminosas) y también por cianobacterias. Estos organismos son capaces de sintetizar una enzima, la **nitrogenasa**, que es muy sensible al oxígeno, solo funciona bien si este está en concentraciones muy bajas.

La fijación de nitrógeno consume energía, pero no más que la que emplean las plantas para transformar el nitrato en amonio.





**3.- Fósforo:** Las plantas asimilan fósforo como iones fosfato, directamente del suelo y del agua, y los incorporan como compuestos orgánicos en forma de ésteres de fosfato. Los animales eliminan el exceso de fósforo orgánico de sus dietas excretando sales de fósforo en la orina. Las bacterias “fosfatizadoras” también convierten el fósforo orgánico presente en los detritos en iones fosfato.

A pesar del rápido funcionamiento del ciclo del fósforo y la relativa abundancia de fosfatos en el suelo y en las rocas, el fosfato es un factor limitante para el crecimiento de muchos organismos porque gran parte de los fosfatos del suelo es en forma de sales insolubles de calcio, hierro o aluminio. Es decir, la disponibilidad de fosfato depende de la continuada solubilización de depósitos de fosfato insoluble, proceso en el que los microorganismos intervienen de forma importante. Sus productos metabólicos ácidos solubilizan el fosfato del fosfato cálcico y su producción de  $H_2S$  disuelve los fosfatos férricos.

**4.- Azufre:** El azufre aparece en los aminoácidos cisteína y metionina, aunque su importancia en el ecosistema va más allá de esto. Al igual que el nitrógeno tiene muchos estados de oxidación, por eso sigue vías complejas y afecta al reciclado de otros elementos.

Bajo condiciones óxicas, el azufre, en su forma más oxidada (sulfato), se reduce a azufre orgánico. Esta reacción es compensada por su opuesta, en la que el azufre orgánico se oxida a sulfato, pasando a veces por la forma intermedia de sulfito. Esta reacción se produce cuando los animales excretan exceso de azufre orgánico y cuando los microorganismos descomponen detritos de vegetales y animales.

#### **IV.4 EL COMPOSTAJE DOMÉSTICO.**

##### **A).- Razones para hacer compostaje doméstico.**

Aparte de las ventajas que ofrece el uso de composta tanto para el suelo, como para las plantas, la realización de compostaje a nivel doméstico o familiar proporciona una serie de beneficios que se enumeran a continuación:





- Solución a la problemática de la gestión de los residuos: Los residuos orgánicos constituyen entre el 40 y 50% de los residuos urbanos. Además, hay que sumarle la cantidad de restos vegetales que se generan en parques y jardines. Su recolección y acumulación en vertederos es tremendamente costosa y a menudo produce fenómenos de contaminación (emisiones de metano a la atmósfera, infiltración de lixiviados al suelo y acuíferos). En el peor de los casos pueden ser incinerados, con lo que se emiten a la atmósfera gases altamente contaminantes.
- Al realizar compostaje doméstico se evita que una buena parte de los residuos urbanos tenga que recibir algún tipo de tratamiento (reciclaje en planta de compostaje centralizada, disposición en vertedero, incineración) externo. Por tanto, es una medida de reducción de residuos en la que se retira de la gestión municipal la fracción orgánica.

Además, los residuos orgánicos son aprovechados para producir un producto a usar en el propio jardín, entrando en un sistema de reciclaje

- Ahorro energético, económico y ambiental por un lado, el realizar compostaje doméstico permite que los costos de recolección y transporte de los residuos orgánicos a los centros de tratamiento centralizado disminuyan. Lo que se traduce en un ahorro energético en el transporte. Esto repercute en una reducción de costos en la gestión municipal de residuos. Además, se emite menos cantidad de gases de efecto invernadero por la disminución del uso de vehículos, de forma que se incide favorablemente en la calidad ambiental

Por otro lado, la elaboración de composta doméstica no requiere de grandes medios y nos proporciona un producto barato y abundante. Se evita la compra de fertilizantes orgánicos, en el mejor de los casos, o químicos que tienen el riesgo de contaminar las aguas subterráneas y perjudicar al ecosistema suelo.

- Participación activa del ciudadano con el compostaje doméstico, el propio ciudadano cierra el ciclo de la materia orgánica tal y como ocurre en la





naturaleza, donde ningunos de los restos vegetales u animales son desaprovechados, sino que vuelven a ser integrados en el propio sistema para quedar disponibles para el siguiente eslabón de la cadena.

El ciudadano se convierte en auto gestor de sus residuos generados, participando activamente en la gestión de los residuos municipales. De esta manera se hace consciente de la problemática que conlleva la gestión de los mismos y se responsabiliza de los desechos que origina, integrando en su vida cotidiana esta práctica.

### **B).- Preparación de la composta.**

Compostador y utensilios: El compostaje no es una técnica nueva, desde que la agricultura se inventó, hace cerca de 5000 años, los campesinos aseguraban la fertilidad de sus campos mediante abonos orgánicos obtenidos a partir del compostaje de los residuos animales y vegetales. Hay muchas formas distintas de hacerlo, se colocan todos los materiales en un montón y se cubren con un plástico, o bien se entierran en una fosa excavada en el suelo. Pero la forma más adecuada de hacer compostaje es mediante un recipiente cerrado por arriba pero perforado por los laterales y en contacto con el suelo por abajo, permitiendo la entrada de aire, llamado compostador. De esta manera, se dan las condiciones óptimas para el desarrollo del proceso, además de ser un sistema más limpio y fácil de manejar

Los compostadores se pueden comprar o fabricar de forma casera, hay opciones más caras y más baratas, más imaginativos y más estéticos, cada cual tiene su compostador a su medida. Una cuestión importante a la hora de elegir un modelo u otro, es el espacio que tengamos en el jardín. Es esencial que quepa bien en el jardín, que podamos trabajarlo bien y que mantengamos sus accesos y entornos limpios. La capacidad del compostador también dependerá de la cantidad de residuos orgánicos que generemos.





Cualquier contenedor de composta tiene que asegurar las siguientes condiciones:

- Proteger el montón de materiales del agua de la lluvia, a la vez que retener la humedad y el calor interno, cubriéndolo con una tapadera, alfombra vieja o plástico.
- Tener paredes perforadas por orificios para permitir la entrada de aire, pero que no sean tan grandes como para que entre el agua de lluvia.
- No debe de tener base para estar en contacto con la tierra del jardín y permitir que los organismos del suelo penetren fácilmente en el montón.

Para ello, el contenedor ha de tener las siguientes características:

### **1.- Material.**

El material más utilizado en la fabricación propia es la madera, mientras que los que encontramos en la tiendas suelen ser en su mayoría de plástico. Si nos decidimos por este último, procuraremos que sea de plástico reciclado. Otro tipo de material usado en la fabricación del compostador es el metal.

### **2.- Resistencia.**

Dado que el compostador debe aguantar los golpes de palas y picos, riegos, altas temperaturas, inclemencias del tiempo, etc., es esencial que sea firme y fuerte para que nos dure el mayor tiempo posible. Además, el material de fabricación del compostador debe presentar cierta flexibilidad ya que los materiales del montón presionan hacia el exterior.

### **3.- Peso.**

Hay que asegurarse de que no pese demasiado, por si se tiene que mover o levantar para sacar la composta una que vez que esté hecho. Por el contrario, si es demasiado ligero, puede que se vuele o sea poco resistente





#### 4.- Capacidad.

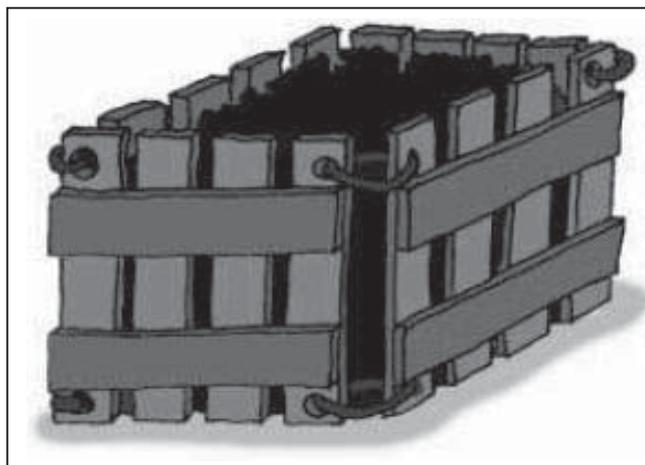
La capacidad se debe adecuar a nuestras características tanto de espacio como de cantidad de materia orgánica que tengamos a disposición. Sin embargo, cuanto mayor sea el volumen del compostador mejor será el compostaje. El volumen mínimo recomendado es 320 litros ya que es el mínimo en el que se asegura el mantenimiento del calor que se genera en la primera fase del proceso

##### IV.4.1 Compostadores de fabricación propia.

###### A).- Compostador a base de madera tipo costera.

Sólido, ligero y barato. Al ser de madera posee un aspecto que se integra perfectamente con el paisaje. Ofrece la posibilidad de reutilizar maderas tiradas en la basura o desperdicio de obra.

Los materiales necesarios para su fabricación son: desperdicios de obra, clavos, bisagras, cierres, tapaderas, alfombras viejas o plástico. Se colocan las maderas en forma de caja (sin suelo y sin techo), se unen tres de ellos con los clavos formando una estructura sólida, la cuarta madera hace de puerta, lo que se une a los demás por un lado mediante las bisagras, y en el otro se pone un pequeño cierre para poder abrirlo con facilidad; por último, se coloca encima una tapadera.



*Dibujo No. 1 Representación de un contenedor casero.*





### **B).- Compostador redondo de malla.**

Sólido, barato, ligero y fácil de construir. Los materiales necesarios para su fabricación son:

Un trozo de malla metálica o plástica, comprada en ferretería, cuerda, cartón (para aislar los materiales ya que el tamaño de luz de la malla suele ser demasiado grande), tapadera, alfombra vieja o plástico. Se coloca la malla en forma de cilindro y se unen los dos extremos con cuerdas hasta que quede firme.

Por dentro, se forra con el cartón, previamente perforado para que pueda entrar el aire y se une con la cuerda. Por último, se coloca la tapadera.

### **C).- Compostador de ladrillos.**

Sólido y resistente. Su construcción requiere un esfuerzo relativo pero su duración es muy larga. Los materiales necesarios para su fabricación son:

- Ladrillos (número suficiente para cubrir 3 paredes).
- Cemento.
- Lona de plástico.

Se colocan los ladrillos fijados con cemento en forma de U tumbada, de manera que los orificios de los ladrillos comuniquen el exterior con el interior. Por encima del montón se coloca una lona de plástico que lo proteja de las condiciones ambientales externas.

### **D).- Localización del compostador.**

Es importante elegir adecuadamente la ubicación del compostador en el jardín para que el proceso de compostaje se realice lo mejor posible.

1.- El compostador ha de colocarse sobre la tierra, nunca sobre cemento, asfalto o pavimento, para permitir a los organismos descomponedores presentes en el suelo la colonización del recipiente





**2.-** Para mantener las condiciones necesarias del proceso, el compostador debe situarse en un lugar con sombra en verano y soleado en invierno. En verano, dadas las altas temperaturas presentes, el proceso de compostaje corre el riesgo de paralizarse al perder humedad. Por ello hay que colocarlo en lugar sombreado. En invierno, las características climáticas varían de forma que bajan las temperaturas a tal punto que en período de heladas el proceso se puede detener. Por ello conviene ayudarlo colocándolo en lugar soleado. La ubicación ideal es bajo un árbol de hoja caduca o una pérgola con vegetación que pierda hoja, de forma que esté a la sombra en verano y al sol en invierno

**3.-** El lugar elegido debe permitir una manipulación y acceso al compostador fácil. Además, se recomienda que al lado del compostador haya espacio para acumular los materiales recogidos secos (esto viene muy bien para épocas en las que es difícil conseguir este tipo de material) y para realizar cómodamente las operaciones de volteo y cuidado del mismo

## **E).- Preparación de los materiales.**

### **1. Selección de materiales.**

Una vez ubicado en un lugar adecuado el compostador hay que preparar los materiales para hacer la pila. Se seleccionarán adecuadamente materiales compostables. Esto es muy importante para dotar de una buena calidad a la composta final. Además es importante conseguir materiales orgánicos variados para enriquecer la composta final.

Los materiales seleccionados se han de acumular durante el tiempo necesario hasta conseguir un volumen grande, suficiente para llenar al menos la mitad del compostador. Sin el volumen mínimo, el proceso no dará comienzo.

### **2. Triturado de materiales.**

Una vez seleccionados los materiales hay que tener en cuenta el tamaño de los mismos. No deben de sobrepasar los 10 cm de tamaño. Para ello, lo ideal, es





triturarlos con una máquina trituradora de restos vegetales. O bien, trocearlos con la ayuda de unas tijeras de podar o un hacha.

El tamaño de los materiales incide directamente en la velocidad de descomposición de los materiales. Cuanto menor sea el tamaño, la velocidad de descomposición será mayor. Además, se consigue que la labor de descomposición para los microorganismos sea menos costosa y duradera.

Si el tamaño de los materiales es demasiado grande (mayor a 10 cm de largo y 4 cm de diámetro) el proceso de compostaje puede suponer años de duración, aunque también depende de la naturaleza de los materiales; los materiales leñosos como ramas son de lenta descomposición por naturaleza.

### **3.- Disposición de los materiales.**

Mezcla de materiales según, estiércol, cantidades de materias orgánicas, clasificación de materiales por su velocidad de descomposición. La colocación de los materiales dentro del compostador debe asegurar una adecuada mezcla de los mismos.

Los pasos a seguir son los siguientes:

#### **1º Colocación de una base de material leñoso.**

Se pueden colocar tanto una capa de ramas como una base de paja. El grosor adecuado sería entre 10 – 15 cm de anchura. La función de esta base es la de facilitar la circulación de aire dentro del compostador evitando la compactación de los materiales recién introducidos. Estas ramas van a presentar un proceso de descomposición muy lento.

#### **2º Primer llenado de materiales.**

El siguiente paso es la introducción de los materiales previamente mezclados. Se trata de realizar una mezcla de materiales frescos y secos, es decir, materiales con alto contenido de humedad y materiales sin contenido de





agua. Esta mezcla ha de ir en una proporción determinada de 2:1 (dos partes de materiales frescos por una de secos).

En el primer llenado del contenedor, hay que asegurar una cantidad mínima para que el proceso se pueda iniciar. El volumen mínimo corresponde a la mitad de la compostera. El llenado óptimo sería 2/3 del volumen total.



Fotografía No. 45 Material de composta ya tratado.

#### IV.5 REHÚSO DE RESIDUOS SÓLIDOS.

La reducción o minimización de los residuos sólidos urbanos (RSU) es definida como cualquier técnica, proceso o actividad que evite, elimine o reduzca un desecho desde su fuente u origen (Williams, 1998). La clasificación (Buenrostro et al., 2001) y la minimización de los RSU se hace cada vez más necesaria en México ya que el incremento poblacional y la urbanización acelerada del país (Buenrostro et al., 2001b) han ocasionado un flujo de basura incontrolado en los municipios y provoca costos sociales y económicos crecientes asociados a su recolección, manejo y disposición final (Castillo, 1983; Castillo, 2003).





La basura es depositada al aire libre y quemada sin control, está ocasionando graves daños al medio ambiente (Buenrostro et al., 2001). Por otra parte, la demanda también creciente de los recursos naturales renovables está obligando a que estos sean utilizados de manera racional y sostenida para evitar su agotamiento. En los RSU existen numerosos subproductos que pueden ser nuevamente utilizados como materia prima. El retiro de materiales reutilizables o reciclables del flujo de la basura disminuye el volumen y la cantidad de los desperdicios que son enviados a disposición final, lo cual resulta de beneficio para el medio ambiente. Por ello, cada vez más se quiere que la minimización (reducción), el rehúso y el reciclaje sean las actividades estratégicas para la eliminación de la basura doméstica (Tonglet et al., 2004). Además, regulaciones ambientales cada vez más estrictas han aumentado el costo de operación de los rellenos sanitarios y de las plantas de incineración y han conducido a orientar la política de manejo de RSU hacia la reducción de los mismos, con el objeto de minimizar su cantidad (Williams, 1998).

A pesar de que la minimización o reducción de los RSU, es una política necesaria para el manejo sustentable de los desechos municipales, y se ha venido estableciendo en países industrializados del mundo como una estrategia prioritaria, en los países en vías de desarrollo y en particular en México, en general, no se impone en la práctica aún cuando está presente en regulaciones ambientales y recomendaciones gubernamentales (SEMARNAP, 1999; INE, 1999; SEMARNAT, 2001)

El objetivo de este trabajo es mostrar cuantitativamente que un programa de minimización de RSU en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, en Mérida (CINVESTAV- Mérida) tomado como ejemplo de la separación de residuos sólidos, puede contribuir a reducir los volúmenes de basura que se envían al sitio de deposición final y, que el programa es autofinanciable e incluso puede representar una importante fuente de ahorros.





## A).- Programa de minimización.

Los objetivos del programa de manejo de residuos en la institución fueron: reducir los volúmenes de basura, cuantificar la reducción que se alcanzaba y evaluar los costos de dichas acciones. Para alcanzar los objetivos anteriores se realizaron acciones que se pueden agrupar en tres fases.

### Fase 1.

Cuantificación de volúmenes iniciales de basura generados y los costos asociados a su eliminación.

- Identificación de las personas involucradas con el manejo de la basura en la institución.
- Realización de reuniones con el personal administrativo, de intendencia y jardinería para explicarles el objetivo y las acciones de programa de reducción de basura de la institución.
- Identificación de los procesos empleados para eliminar la basura antes de iniciar el programa, así como de los cambios que implicaba el programa.
- Ubicación de botes para separar la basura.
- Designación de un responsable ejecutivo del programa, de un coordinador administrativo y uno académico.
- Difusión del programa por medio de la página web institucional y la red electrónica interna.

### Fase 2:

- Entrenamiento en técnicas de reciclado, principalmente de orgánicos, por medio de talleres para todos los integrantes de la institución.





- Acondicionamiento del área para el composteo de orgánicos y de la bodega de cartón, periódicos y papel de oficina; compra de contenedores para los subproductos: envases de plástico (PET), vidrio y hojalata.
- Compra de molino para orgánicos e instalación eléctrica para el mismo en el área de composteo, acondicionamiento general de áreas de depósito de reciclables, etc.

### Separación de productos reciclables y reciclado de orgánicos

#### Fase 3:

- Eliminación de residuos que no era posible reciclar y evaluación de sus cantidades y volúmenes.
- Venta de los subproductos reciclables.
- Evaluación del programa y corrección de detalles para evitar problemas que surgieron como resultado de la aplicación del mismo.
- Difusión de los resultados por la red interna y mediante conferencias en otras escuelas, en el marco de las actividades del municipio de Mérida.

El personal mayormente involucrado en el manejo de la basura en la institución es el de intendencia y el de jardinería. Ellos son los encargados de mantener limpio el interior y el exterior de las instalaciones.

Con su ayuda se realizó un cuarteo (NOM- AA-15, 1985), y se usó el peso volumétrico (NOM-AA-19, 1985) para determinar la cantidad total de la basura generada. Los subproductos fueron separados y clasificados para determinar su cantidad (NOM-AA-22, 1985), determinando que la basura generada se componía de un 48 % de orgánicos (hojas de árboles, césped y residuos de cocina); seguidos de 20 % de cartón y papel; 2% de latas de aluminio; 8 % de botellas de plástico (de tereftalato de polietileno, PET) de refrescos y agua purificada; 5% de botellas y envases de vidrio y otros materiales que resultaron difíciles de clasificar, pero que en su conjunto representaron un 17 %.





En los jardines, además de residuos orgánicos, eran depositadas latas y botellas de refrescos, así como bolsas de plástico de frituras. Para evitarlo, se dispusieron botes para la basura peatonal en sitios estratégicos de las áreas verdes. Tanto en los laboratorios como en las áreas verdes los botes contenían las respectivas leyendas: vidrio y metales (botellas, frascos, latas, etc.); plásticos (botellas, bolsas, envolturas); orgánicos (papel, alimentos, madera).

Adicionalmente, a los RSU los talleres generaban viruta de madera y metal, residuos y pedazos de diferentes metales, plásticos, pinturas, lámparas quemadas, etc. Los laboratorios también generaban materiales y sustancias peligrosas diversas. Sin embargo, tanto la basura que podemos llamar de tipo industrial, de los talleres y los residuos peligrosos u de otra naturaleza, no ingresan al flujo normal de basura municipal ya que son enviados a un depósito especial, en donde son almacenados hasta una cantidad suficiente para que la empresa adecuada los transporte y sean eliminados apropiadamente, según sea el caso, de acuerdo con las diferentes normas del Instituto Nacional de Ecología. Por consiguiente, solamente los residuos municipales generados por los trabajadores fueron incluidos en el programa de separación.

Durante los meses que se reportan la basura total fue transportada por medio de bolsas de plástico y luego depositada en contenedores en un cuarto dedicado a almacenarla, en un extremo apartado, en los patios de la institución. Periódicamente, un camión recolector recogía y transportaba los residuos al relleno sanitario, el cual era el destino final de los mismos. El contenido de las bolsas de plástico fue pesado y el peso anotado, posteriormente fue vertido en contenedores de 0.65 m de diámetro y 0.90 m de altura, es decir, con un volumen igual a 0.298 m<sup>3</sup>.

Los contenedores fueron enviados periódicamente, al relleno sanitario cada vez que el depósito de la institución, estaba saturado. El volumen y peso de los residuos para el año 2000 fueron utilizados como referencia para evaluar el programa.





## **IV.5.2 Inicio del programa de separación.**

### **A).- Separación y reciclado de orgánicos.**

Después de cuantificar los diferentes subproductos de la basura, fue obvio que el mayor porcentaje estaba representado por los desechos orgánicos, como ya se mencionó. Debido a esto, los orgánicos fueron los primeros en ser separados del flujo de basura, lo cual se realizó a partir de Enero del año 2001. Todos ellos fueron composteados en celdas de estabilización durante seis semanas. La celda fue llenada con el material orgánico, a capas. Entre capa y capa se ponía inoculante, que en nuestro caso fue excremento de aves. Durante el proceso de llenado, el material orgánico era humectado lo necesario. Una vez llena la pila hasta una altura de dos metros se cubría y se dejaba reposar durante una semana. Después, era removido, a otra celda donde reposaba otra semana.

El procedimiento fue repetido durante seis semanas, al cabo de las cuales el producto era tamizado o molido finamente para ser usado en las jardineras con flores, el césped y los árboles de la institución.

### **B).- Separación de otros subproductos de la basura.**

En Mayo de 2002 se inició la separación de latas de lámina de acero (hojalata) y aluminio, botellas y recipientes de plástico de tereftalato de polietileno (PET) de diferentes colores, papel y cartón.

La generación diaria de basura y sus subproductos fue anotada, para cada edificio, en hojas de registro. De esta forma se evaluó el tipo y la cantidad de los materiales por cada área de trabajo.

## **IV.5.3 Resultados y discusión.**

### **A).- Reciclado de orgánicos.**

La producción de composta fue en promedio de 2,500 kg/año. Esta cantidad resulta muy pequeña ya que representa una producción aproximada, de tan solo 7





kg/día. Las celdas de composteo producían alrededor de 5 000 kg de producto al año pero debido a que los orgánicos no fueron molidos antes de iniciar el proceso de composteo, el producto resultaba burdo y en ocasiones con ramas, por ello había que cribarlo para separar los finos de los gruesos, éstos últimos eran regresados al proceso de composteo.

Si bien, normalmente la materia orgánica es molida antes de iniciar el proceso de composteo, este procedimiento no fue realizado en el marco de este trabajo debido a falta de personal y a la capacidad del molino con que contaba el sistema.

También se pensó que como el material consistía fundamentalmente de hojas y ramas se descompondría después de seis semanas, lo cual no resultó. Si se desea aprovechar todo el material orgánico que se genera en CINVESTAV-Mérida será necesario que en futuras etapas del proyecto se considere hacer más eficiente el proceso de composteo mediante el aumento de la infraestructura física y humana especializada.

### **B).- Separación de subproductos.**

No se pudo lograr que las personas que generan la basura sean las mismas que la separen. No fue suficiente con exhortar a los usuarios de la institución por medio de la red interna e informarles de las ventajas y logros del programa. Se hizo evidente que es necesario hacer campañas más intensas de concientización y manejo de residuos sólidos municipales, así como incluir en los reglamentos estudiantiles la obligatoriedad, de ser necesario bajo sanción, de depositar adecuadamente la basura.

La organización de campañas de educación ambiental y modificación de reglamentos internos es un proceso que no estaba contemplada en el marco de este trabajo, pero que será indispensable en el futuro.

La gran resistencia a cambiar la conducta habitual individual respecto de los desechos que se generan, dio como resultado que solamente alrededor del 5% del





total de la basura fuera separada por los usuarios. Los contenedores fueron utilizados indistintamente.

En consecuencia la basura llegaba mezclada al depósito y había que dedicar a una persona a separar manualmente los subproductos. Con ello la eficacia del programa de minimización se vio disminuida y la operación del sistema en su conjunto también fue ineficiente, toda vez que sólo una persona recibía la basura, operaba el molino de la unidad de composteo y separaba la basura. A pesar de las limitaciones de infraestructura física y humana con las que se trabajó, los datos muestran que la generación de basura de Enero de 2000 a Diciembre de 2003, pudo ser disminuida mediante la separación de los diferentes subproductos.

Durante el año 2000, en el cual no se realizaron acciones de separación, la cantidad de basura generada fue de 77,280 kg, es decir, un promedio mensual de 6,440 kg. Dicha cantidad representaba un volumen anual de 1,646 m<sup>3</sup> o mensual de 137.4 m<sup>3</sup>. Después de la separación de los orgánicos, en el año 2001, disminuyó a 40,824 kg ó 3,402 kg mensuales, es decir, la basura que fue enviada al relleno sanitario de la ciudad disminuyó un 47% en relación al año 2000, y en términos de volumen, ya eran solamente 73 m<sup>3</sup>. En los dos años siguientes también fueron retirados del flujo principal de residuos, además de los orgánicos, el vidrio, plástico, papel de oficina y el cartón, con lo cual el volumen de los desechos enviados al relleno sanitario se redujo a 32,256 kg (2,688 kg/mensual) en 2002, y 25,704 kg (2,142 kg/mensual) en 2003, representando un volumen de 57 m<sup>3</sup> y 46 m<sup>3</sup> de basura, respectivamente. En otras palabras, en 2002, en comparación al año 2000 fue enviado al relleno sanitario 58% menos basura y, en 2003 un 67% menos.

El transporte de la basura al relleno sanitario se pagaba por el volumen de un contenedor o su equivalente en una bolsa apropiada, a 10 pesos por unidad. Se observa que en el año 2000 fue pagada la cantidad de \$65,230 pesos, pero, como consecuencia de la separación, primero de orgánicos posteriormente de otros subproductos, el volumen se redujo y permitió que se pagaran solamente \$40,610; \$32,010 y \$24,690 pesos en los años 2001, 2002 y 2003,





respectivamente. Es decir que en comparación con el año 2000 los pagos se redujeron un 38%, 51% y 62 %, durante los años mencionados. Cabe hacer notar que la reducción de volumen de los rechazos se debió simplemente a la separación de los subproductos, del flujo principal de la basura y no se usó ninguna máquina compactadora, la cual podría reducir aún más los volúmenes.

#### **IV.6 RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

Para comprender la importancia que tienen los residuos sólidos hay que entenderlos como una consecuencia de las actividades humanas. Dependiendo el lugar o espacio en el cual se almacenen o depositen y del uso final o valor que se le asigne a un objeto o desecho, se tratará de subproductos reciclables, reutilizables o bien de residuos sólidos, estos se consideran como inútiles o inservibles, el término residuo sólido se aplica a todo material de desecho excepto los residuos peligrosos, los líquidos y las emisiones atmosféricas. En esta última época el término de desecho sólido se refiere a aquellos que no son considerados como residuos peligrosos.

La problemática de los residuos sólidos, empezó cuando el hombre dejó de ser nómada, estableciéndose en un lugar fijo y debido a su alta capacidad para transformar su medio, empezó a producir desechos inorgánicos, los cuales no se degradan fácilmente.

El problema, con el paso de los años y el avance en la creación de tecnología y materiales ha ido complicándose exponencialmente. Aunado a esto y más significativo aún, ha sido el aumento en la población en los últimos siglos ya que en otras épocas el terreno era mucho y la población pequeña. Ahora estos papeles se han invertido, y es por eso que el tema de residuos sólidos ha estado presente en los últimos años y cada vez adquiere mayor importancia. A veces la percepción de tecnología puede ser mal interpretada ya que muchas veces se considera que actualmente en los hogares la vida es más sencilla y se tienen menos residuos, pero a su vez, esto implica que en las plantas industriales estos se incrementen.





Los Residuos Sólidos Municipales o RSM los define el Instituto Nacional de Ecología (INE) en México como: “Los RSM o basura, son todos aquellos residuos que surgen de las actividades humanas y animales, normalmente son sólidos y se desechan como inútiles o no queridos, éstos provienen de las actividades que se desarrollan en casas-habitación, sitios y servicios públicos, demoliciones, construcciones, establecimientos comerciales y de servicios, así como residuos industriales que no se deriven de su proceso y no estén considerados como peligrosos”.

La mayoría de los RSM son generados por las actividades rutinarias de la vida diaria, en contraste con actividades especiales o inusuales. Sin embargo las actividades que se desvían de la rutina, como probar diferentes tipos de comida o una actividad al aire libre nueva, generan desechos a una tasa más alta que las actividades rutinarias. Esto se debe a que, productos comprados regularmente dentro de una rutina tienden a ser usados totalmente, mientras productos inusualmente comprados tienden a ser descartados sin uso o después de un uso parcial.

#### **A).- Eliminación de desechos y prevención.**

Hay dos métodos básicos para manejar las montañas de desperdicios sólidos que se producen en la minería, industrias de proceso, de manufactura y el uso de recursos: de eliminación de desechos y de prevención de desechos.

El primero es un procedimiento de derroche, o de mucha basura, en el que los restos sólidos se dejan donde se producen y se entierran o se queman. Es un método de salida que se basa en usar el sistema económico para impulsar la producción de desechos, y a continuación tratar de manejarlos de modo que se reduzca el daño al ambiente. La quema o el enterramiento de recursos desechados, en vez de no producirlos o de reciclarlos y reutilizarlos, impulsa a continuar produciendo más desechos, sacarlos de una parte del ambiente y colocarlos en otra. El terreno accesible para rellenos sanitarios eventualmente se acabará. Los incineradores, incluso los mejor diseñados, emiten sustancias





tóxicas a la atmósfera y dejan un residuo tóxico que se filtra a los suministros subterráneos de agua.

El segundo método, prevención de desechos, para manejar los desechos sólidos es uno de no derroche, o de poca basura, que se basa en un reciclado y rehúso mucho mayores, y en la reducción de los desperdicios. Es un método de entrada que considera a los desechos sólidos como materiales sólidos que se deben reciclar, rehusar, o no producir. Con este método, el sistema económico sirve para desalentar la producción de desechos.

El reciclaje de materiales recuperables de los residuos sólidos municipales es una alternativa de solución y reaprovechamiento, que cada vez tiene mayor aceptación en el mundo por sus ventajas económicas, sociales, ambientales y sanitarias sobre métodos convencionales más costosos, tales como la pirolisis, el relleno sanitario o la incineración.

Sin embargo, por sí solo el reciclaje, como alternativa de manejo y transformación de residuos sólidos municipales, no es capaz de solucionar el problema en más de un 50%, motivo por el cual siempre serán necesarias alternativas como los incineradores o rellenos sanitarios, los cuales habrán de ser necesarios sobre todo en los países que no cuentan con recursos económicos suficientes como para acceder a otro tipo de tecnología.

## **B).- Reciclaje.**

El reciclaje se puede definir como la acción de devolver al ciclo de consumo los materiales que ya fueron desechados, y que son aptos para elaborar otros productos.

Dentro del enfoque de aprovechamiento conservacionista y energético, se pueden clasificar las diversas formas de aprovechamiento de residuos de acuerdo con la mayor o menor recuperación de cada proceso adoptado.



**C).- Índice máximo de recuperación.**

Propiamente, se refiere a rehúso o reutilización. Se incluyen los materiales que pueden ser reutilizados sin proceso industrializado, a no ser, lavado y esterilizado. Se citan como ejemplo las botellas de refresco o de cerveza en buen estado. En este caso no hay pérdida de ningún insumo energético aplicado en las diversas etapas de la fabricación de aquel producto y además la energía gastada para utilizarlos nuevamente es mínima.

**D).- Índice medio de recuperación.**

En esta categoría se encuentra el reciclaje; es decir, la recuperación de ciertos materiales que necesitan de un proceso industrial que los transforme nuevamente en materia prima reutilizable. Como ejemplo, el papel, vidrio, plásticos y metales.

**E).- Recuperación biológica.**

Este es el caso de la descomposición aeróbica con la producción de composta o abono orgánico estabilizado, que constituye una fuente energética importante para los cultivos agrícolas, a la vez que se puede obtener un combustible gaseoso durante el proceso (metano).

Sin embargo, considerando que la generación de residuos sólidos ha rebasado la capacidad administrativa y de manejo de los sistemas de limpieza pública, es necesaria una gestión integral de los mismos, cuyo objetivo es el proteger la salud humana y el ambiente.

Como segundos objetivos se encuentran: limitar costos de recolección y disposición final, reducir la utilización de recursos naturales.

**F).- Materiales potencialmente reciclables.**

Se estima que de 10% a 20% de los residuos sólidos son actualmente reciclados en México. La eficiencia de la separación de la basura que llevan a cabo los pepenadores se estima en 6% y puede incrementarse hasta el doble con





la instalación de bandas transportadoras en los sitios de tratamiento y confinamiento de los residuos sólidos municipales en el país. Otro punto importante es el aprovechamiento de llantas que se utilizan como material combustible en los hornos de las cementeras del Valle de México.

Hay dos tipos de reciclado. El más deseado es el primario, o de ciclo cerrado, en el que un producto, se recicla para producir nuevos productos del mismo tipo. El segundo tipo de reciclado se llama secundario, o de ciclo abierto, y se tiene cuando materiales de desecho se transforman en diversos productos para los que se deben encontrar usos, esto no reduce el empleo de recursos tanto como el primer tipo de reciclado. Por ejemplo, el reciclado primario reduce el empleo de materiales vírgenes para determinado producto entre 20% y 90%, mientras que la reducción con reciclado secundario es de 0% a 25%.

### **G).- Papel y cartón.**

En su origen, el papel y el cartón provienen de los árboles que han sido talados, los cuales, mediante procesos mecánicos y químicos, se convierten primero en pulpa de celulosa y después en papel y cartón.

Durante todo este proceso se consume energía eléctrica, agua, productos químicos y se genera una importante cantidad de contaminantes. Diariamente se desecha una gran cantidad y variedad de artículos y envases de papel y cartón en los hogares, oficinas y escuelas. Buena parte de este papel es reciclado y reincorporado al ciclo productivo para la elaboración de papel periódico, cartón corrugado, papel bond y otros más.

Para producir una tonelada de papel se requieren: 1,845 kg de madera, 108 kg de cal, 180 kg de sulfato de sodio y 38 kg de carbonato de sodio anhidrido, 100,000 litros de agua y 30 millones de BTU de energía. Esto implica liberar contaminantes al aire, agua y generar desechos.

La cantidad de recursos que se ahorran al reciclar una tonelada de papel es de aproximadamente 17 árboles ó 2 m<sup>3</sup> de espacio en un relleno sanitario,





además de que se reduce la cantidad de agua y energía utilizada, así como los desechos contaminantes

#### **H).- Vidrio.**

Para la manufactura del vidrio se utilizan: arenas sílicas, sosa calcinada y piedra caliza. Su fabricación también puede llevarse a cabo a partir de material de desecho. Para su elaboración se requieren elevadas cantidades de energía y se produce de colores y transparente. El vidrio es uno de los materiales de mayor uso para envasar diversos productos, es impermeable e inodoro, y puede ser reutilizado muchas veces (en promedio de 20 a 25 veces) antes de romperse o ser descartado y es 100% reciclable.

El uso de vidrio reciclado reduce en un 79% el uso de materiales vírgenes, se ahorra energía y un 50% el consumo de agua, 14% de las emisiones de gases contaminantes y la vida útil de los rellenos sanitarios se incrementan significativamente. El principal problema asociado a su reciclaje, es la contaminación de la pedacería con materiales extraños (tapones, etiquetas, piedra loza, entre otros)

#### **I).- Plásticos.**

Las resinas poliméricas que dan origen a los plásticos provienen de productos derivados del petróleo o del gas natural, los cuales son fuente de energía. El caso de los plásticos es particular, ya que es un material que se ha tornado un problema debido a su difícil degradación y a que se acumula en grandes cantidades. Sus ventajas al sustituir el vidrio, al metal y al papel lo han diseminado en sitios muy remotos y su bajo costo ha motivado la generación de un volumen muy grande de desechos. La sociedad actual gira en torno al plástico. En las casas se genera 60% del total (bolsas de basura, empaques, botellas, envases, entre otros.), los comercios contribuyen con 10%, las industrias generan otro 10% y la industria transformadora con 15% y el restante 5% se genera cuando se extrae la materia prima.





En México se están reutilizando envases de PET (polietileno tereftalato) de 1.5 y 2 litros por parte de las empresas refresqueras. Su reciclaje va en aumento, aunque plantea algunos problemas para separarlos de acuerdo a las resinas con las cuales fueron elaborados.

Existen más de 50 tipos diferentes de plásticos, que se dividen en dos grandes rubros: los termoplásticos y los termo-fijos. Los termoplásticos son materiales que se funden y pueden moldearse muchas veces. Generalmente, se identifican por el número que aparece dentro del logotipo de reciclaje. Los plásticos termo-fijos son materiales que una vez moldeados difícilmente se pueden fundir para volver a utilizarse. Ejemplos de estos son: apagadores de luz, pegamentos, colchones de hule espuma y rellenos de muebles

#### **J).- Metales.**

Los metales son materiales no renovables, los cuales deben ser extraídos de la corteza terrestre. Los principales metales que se utilizan para la elaboración de envases, son el hierro y el aluminio. Cabe aclarar que para extraer estos materiales se requiere de considerables cantidades de energía y se produce contaminación al agua, aire y suelo.

Los metales son 100% reciclables pero no pueden ser reutilizados. Una vez que son eliminados se recolectan y son enviados a la fundición para ser convertidos en lingotes.

Una buena parte de estos lingotes se transforma en láminas y se vuelven a convertir en otros productos

#### **IV.7 BIOMASA.**

La biomasa es la energía más antigua del mundo. El ser humano se calentó por primera vez usando madera como combustible, esa madera es parte de la biomasa. Ésta consiste en convertir la energía solar almacenada en plantas terrestres y acuáticas, así como la que está en los residuos procedentes de la





agricultura y de animales en energía que podamos utilizar para producir calor, electricidad, combustible para el transporte y productos químicos básicos.

“Prácticamente hasta que empezó a usarse el carbón, la biomasa era la única fuente de energía”, explica Juan Carrasco, experto en energías renovables como la biomasa y uno de los especialistas en el ámbito hispánico. De la biomasa se pueden obtener dos tipos de energía; por una parte, calor y electricidad y, por otra, combustibles líquidos para el sector del transporte y también para la alimentación de motores que generan energía eléctrica. “Así se pueden obtener biocombustibles líquidos sustitutos de los productos derivados del petróleo”, continua Juan Carrasco.

Como ejemplo de éstos biocombustibles líquidos cabría destacar la planta de eco-carburantes ubicada en Cartagena, España, que produce cerca de 80,000 toneladas de etanol a partir de diversos cereales. El etanol se transporta a varias refinerías, y ahí se transforma para utilizarlo como aditivo en la gasolina sin plomo.

Lo que suele ocurrir en los países industrializados es que los residuos no tienen utilidad y se plantea el problema de qué hacer con ellos y cómo eliminarlos. Afortunadamente, las ideas que se tienen frente a esos residuos están cambiando. Puesto que estos existen y poseen un alto contenido en materia orgánica, lo mejor que puede hacerse es aprovecharlos utilizándolos como fuentes de energía.

En los países en vías de desarrollo se usa la biomasa como un método sencillo para calentarse y cocinar. Sin embargo, en las naciones más avanzadas existe toda una tecnología aplicada a ella.

Hoy la biomasa proporciona algo más del 10% de la energía mundial. “Utilizando nuevas tecnologías podemos obtener una eficiencia mayor -confirma Juan Carrasco-; esta fuente energética podría procurar el 70 ó el 80% de la energía mundial total. Se extrae, incluso, más energía de la biomasa que de la energía nuclear, pero aún se generan en países poco desarrollados. Si esas naciones pudieran adoptar las técnicas que se usan en los países avanzados, la contribución de la biomasa podría hacer disminuir la factura del petróleo”.





Dinamarca, Suecia y Austria son países muy competitivos con éste tipo de fuente. En Finlandia, por ejemplo, la energía que se obtiene de los residuos forestales y de la industria de la madera supone casi un 20% de su energía. Con los programas de fomento de energías renovables que se están poniendo en marcha, tanto en la Unión Europea, como en los Estados Unidos, se espera que la biomasa contribuya con más del 60% a ese trozo de pastel que las renovables van a arrancar de las fósiles.

Aunque la biomasa es una energía verde y segura, tiene algunos problemas que se deben solventar. “La principal dificultad radica en asegurar el acopio de materia orgánica para las centrales de biomasa que necesitan miles de toneladas de esos residuos –indica Juan Carrasco-; también hay que procurar su preparación: es decir, molerla”.

Sin embargo con la utilización de todos esos desechos se evitan males mayores. En el caso de los residuos forestales, su acopio para el empleo en esas centrales que pueden producir electricidad o calor, por ejemplo, puede evitar incendios. Éstos en ocasiones, se producen por una acumulación de estos desechos.

La ventaja de ésta fuente de energía es que representa un instrumento ventajoso para evitar el aumento de la emisión de dióxido de carbono en la atmósfera. El CO<sub>2</sub> que se desprende por la combustión de los residuos orgánicos no es otro que el que usó el ser vivo para formarse y crecer. De este modo, el balance completa un ciclo en el que no se añade dióxido de carbono, por lo que la energía resultante es limpia.

#### **IV. 8 BIODIGESTORES.**

En la actualidad, la contaminación ambiental constituye una de las preocupaciones más importante a nivel mundial. Por lo tanto, la basura, por ejemplo debe ser depositada en las afueras de la zona urbana, ya que la misma constituye un foco de infección pues atrae moscas, roedores, y otros animales, quienes aportan bacterias y con ellas enfermedades a la población, además del





mal olor que incorpora al ambiente. Los residuos orgánicos existentes en la basura, pueden ser usados como materia prima de donde extraer energía. Para ello se requiere de un biodigestor.

Un sistema generador de Biogás, es una instalación cuyo funcionamiento provee energía (Schulz H, 1996). Así los excrementos de los animales y restos orgánicos agrícolas proveen energía mediante un proceso de transformación química con ayuda del proceso de bio-conversión como técnica portadora de energía. Un uso práctico de este conocimiento, es la construcción de un sistema de biogás en zonas rurales, donde existe materia prima para ponerlo en funcionamiento. De esta manera, el conjunto de excremento animal que constituye un foco infeccioso y contribuye con mal olor al ambiente puede ser aprovechado y el resto puede usarse como abono.

#### **IV.8.1 Diseño del sistema generador de gas metano.**

La construcción de un sistema de generación de Biogás requiere como datos el número de animales con el que se cuenta, el porcentaje de consumo, la energía necesaria distribuida según el uso y la cantidad de gas que se requiere para cubrir la demanda necesaria (Schulz H, 1996).

##### **A).- Construcción de la cámara de mezcla y del colector de fermentación.**

Se considera la construcción del colector en forma horizontal, dado que posee ciertas ventajas, como por ejemplo la capacidad, el funcionamiento y el ahorro de energía mecánica al usar el mezclador. Además si esta bajo tierra, se evitan grandes pérdidas de calor en el invierno. Se utilizará como materia estiércol de vacas y cerdos provenientes de los corrales.

La cámara de mezcla contendrá un volumen de  $1.4 \text{ m}^3$ , en este lugar debe obtenerse una mezcla homogénea para luego enviarla al colector de fermentación. (Mittleitner, H, 1999). El colector de fermentación, se fijó a la temperatura óptima de  $30^\circ\text{C}$ , durante el tiempo de permanencia que es de 24 días. La capacidad del





colector se estimó en  $33 \text{ m}^3$ , más un 20% adicional, hacen un total de  $39 \text{ m}^3$  aproximadamente.

Por lo tanto, las dimensiones del contenedor serán 2 mts. de alto y 5 mts. de diámetro. El colector de concreto se construirá a 1.95 m de profundidad bajo tierra.

#### **B).- Volumen del depósito de gas.**

El volumen del depósito se considera alrededor de  $30 \text{ m}^3$  más un 15% adicional, suman aproximadamente  $35 \text{ m}^3$ . La campana del depósito de gas poseerá una altura de 2.5 mts.

#### **C).- Balance energético.**

Se desea mantener la temperatura interior de los pabellones en  $24^\circ\text{C}$ , la diferencia de temperaturas en épocas invernales es del orden de 18 a  $20^\circ\text{C}$ , tomando la máxima diferencia de temperaturas, se efectúa la estimación de la cantidad de calor necesaria para mantener climatizados tres pabellones. (Schulz H. 1996).





## CAPÍTULO V

### DESARROLLO SUSTENTABLE

La Bioconstrucción trata de relacionar de un modo armónico las aplicaciones tecnológicas, los aspectos funcionales y estéticos, y la vinculación con el entorno natural o urbano de la vivienda; con el objetivo de lograr hábitats que respondan a las necesidades humanas en condiciones saludables, sostenibles e integradoras.



*Fotografía No. 46* Vivienda en armonía con el entorno natural.

#### V.1 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN UNA EDIFICACIÓN SOSTENIBLE.

- Evaluación medioambiental.
- Orientación y aprovechamiento de las energías pasivas.
- Estética integrada en el paisaje o la arquitectura local.
- Sistemas constructivos.
- Materiales de construcción saludables.
- Confort térmico: calefacción, refrigeración y aislamiento.
- Confort acústico.





- Instalaciones: eléctrica, sanitaria, hidráulica, gas y especiales.
- Consumo mínimo energético.
- Generación mínima de residuos y reciclaje de los mismos.
- Calidad del aire.
- Estética y funcionalidad interior: color, luz, espacios y dimensiones.

Desde las características enumeradas anteriormente puede concluirse que la arquitectura bioclimática se asienta en la racionalidad, en cuanto contempla el aprovechamiento de las condiciones naturales sin menoscabo de su sostenibilidad, aplica el conocimiento científico y los avances tecnológicos en términos de ahorro energético, reciclaje y disminución de residuos, optimiza el rendimiento de sistemas constructivos tradicionales, e incluye el aspecto, tanto exterior como interior, entre los factores determinantes de la habitabilidad de una casa.

Además cabría puntualizar que, dada la distorsión de los precios de la vivienda en el entorno occidental, una casa saludable no tendría que resultar más cara en términos comparativos.

A pesar de la escasa divulgación, las construcciones bioclimáticas en nuestro país son ya una realidad reconocible, desde la promoción de vivienda vecinal, casas unifamiliares, pasando por edificios públicos o instalaciones industriales.

La conciencia ecológica no es una moda, y afecta a muchos hábitos y comportamientos de nuestra vida, entre otros, a alguno de los fundamentales como el referido al objeto de este capítulo; pues el bienestar, la paz social e incluso la supervivencia y futuro de las próximas generaciones dependen de nuestros actos presentes.





## V.2 TORRE CUAJIMALPA, LA TORRE VERDE DE LA CIUDAD DE MÉXICO (MEIR LOBATON Y KRISTJAN DONALDSON).

Meir Lobaton y Kristjan Donaldson han diseñado un edificio habitacional de 36 niveles de altura a construirse en la Ciudad de México, bajo la premisa de que se puede habitar en un departamento, sin pagar por el precio de un terreno y contando con jardín en el patio trasero.

Torre Cuajimalpa ofrece a sus habitantes un jardín en cada uno de los niveles para romper con la dicotomía entre terreno y construcción y mas importante aún, proveer un espacio atractivo y funcional a los miembros de una familia.



Fotografía No. 47 Torre Cuajimalpa, la torre verde de la ciudad de México.

El proyecto se basa en un departamento por nivel con una superficie de 400 m<sup>2</sup> y un jardín de 160 m<sup>2</sup>, rotando los departamentos en un ángulo de 90°, en los niveles superiores los jardines se localizarán en la azotea de la recámara del nivel inferior.

Al rotar los niveles, los árboles tendrán suficiente espacio para crecer y se logra un equilibrio en las fachadas dando como resultado una mezcla estructural y de naturaleza. Así se evita que un elemento, estructura o naturaleza, predomine





sobre las fachadas. En el interior los espacios están organizados para sacar provecho a los jardines.

Debido a la condición de inestabilidad sísmica que caracteriza a la ciudad de México, un sistema profundo de cizalla en paredes y vigas Vierendeel estabiliza la estructura mientras se acomodan los planes de rotación de suelo.

### **V.3 SIETE PROTOTIPOS DE VIVIENDA SOSTENIBLE (LUIS DE GARRIDO).**

El proyecto a cargo del Doctor Arquitecto Luís de Garrido, consiste en el diseño de 7 prototipos de vivienda visitables, que representarán la rehabilitación sostenible de viviendas ya construidas, construcción de viviendas sociales sostenibles y, la construcción de viviendas y edificios singulares modélicos, y por tanto, que puedan convertirse en un referente modélico para la promoción futura de viviendas.

En el Círculo de Bellas Artes de Madrid, el arquitecto Luís de Garrido presentó el Proyecto, un proyecto conjunto de la Asociación Nacional para la Vivienda del Futuro (ANAVIF), y de la Asociación Nacional para la Arquitectura Sostenible (ANAS).

Todas las viviendas del Proyecto han sido proyectadas por el Doctor Arquitecto Luís de Garrido y se desarrollarán en el período comprendido entre el año 2005 y el año 2010 con el objetivo de potenciar tres sectores concretos.

- Rehabilitación sostenible de las viviendas ya construidas.
- Construcción de viviendas sociales sostenibles.
- Construcción de viviendas y edificios singulares modélicos.

De este modo, el objetivo general del Proyecto es realizar 7 prototipos de vivienda visitables, que representen a los tres sectores anteriores, y por tanto, puedan convertirse en un referente modélico para la promoción futura de viviendas. Para ello, cada vivienda tiene una tipología y una finalidad diferentes.





De momento (año 2008) ya están en proceso de construcción 5 de estas 7 viviendas.

Los objetivos principales del Proyecto y los sub-objetivos para conseguirlos son los siguientes:

- Proponer nuevas estrategias constructivas más adecuadas para la sociedad: facilidad y rapidez de construcción, alto nivel de industrialización y alto nivel de prefabricación.
- Proponer nuevas tipologías arquitectónicas más adecuadas para la sociedad: alto nivel de reconfiguración y flexibilidad de distribución espacial, evitar decisiones gratuitas en el diseño arquitectónico y utilización de tipologías locales evolucionadas.
- Optimizar al máximo la utilización de recursos (naturales o fabricados): aprovechamiento de la radiación solar (óptimo diseño bioclimático), aprovechamiento del agua de lluvia, reciclaje de aguas grises, utilización de materiales recuperados-reutilizados y utilización de materiales locales y sencillos.
- Disminuir al máximo el consumo energético: utilización de materiales con bajo requerimiento energético, promocionar la autosuficiencia energética, promocionar un alto nivel bioclimático, eliminar o disminuir la necesidad de sistemas de aire acondicionado, promocionar sistemas de calefacción de alta eficiencia energética y promocionar sistemas de iluminación por leds.
- Potenciar al máximo la integración arquitectónica de energías renovables: energía geotérmica y energía solar (captadores térmicos).
- Disminuir al máximo las emisiones y los residuos en la construcción: nuevas estrategias compositivas con aprovechamiento total, proyecto que permita el máximo nivel de recuperación y reutilización, disminución máxima de artefactos en los edificios, correcta utilización de materiales no emisivos y alta capacidad de recuperación y reutilización de los componentes.





- Mejorar el bienestar y salud de los ocupantes: diseño singular y personalizado, utilización de materiales saludables y nuevas estrategias de ventilación natural.
- Disminuir el costo de construcción y mantenimiento.

#### **A).- Rehabilitación de vivienda igualada.**

Este tipo de vivienda está situada en la urbanización ecológica Liri Blau, localizada en el municipio de Massalfassar, Valencia. Su superficie es de 151.45 m<sup>2</sup>.

Los objetivos principales que ha perseguido la vivienda igualada han sido

- Realizar un prototipo de vivienda igualada para su promoción masiva en clima mediterráneo, en solares de dimensiones reducidas.
- Realizar un prototipo de vivienda bioclimática con alta capacidad de mantenerse fresca en climas calurosos.
- Mostrar que el sistema de calefacción más económico y eficaz de una vivienda bioclimática, y de alta eficiencia energética, es a base de acumuladores eléctricos con tarifa nocturna.
- Posibilitar un alto nivel de industrialización en su construcción, realizando en taller una buena parte de los componentes arquitectónicos.
- Experimentar con nuevos materiales.
- Proponer una vivienda con iluminación artificial enteramente con LEDS.





Fotografía No. 48 Rehabilitación de vivienda igualada.

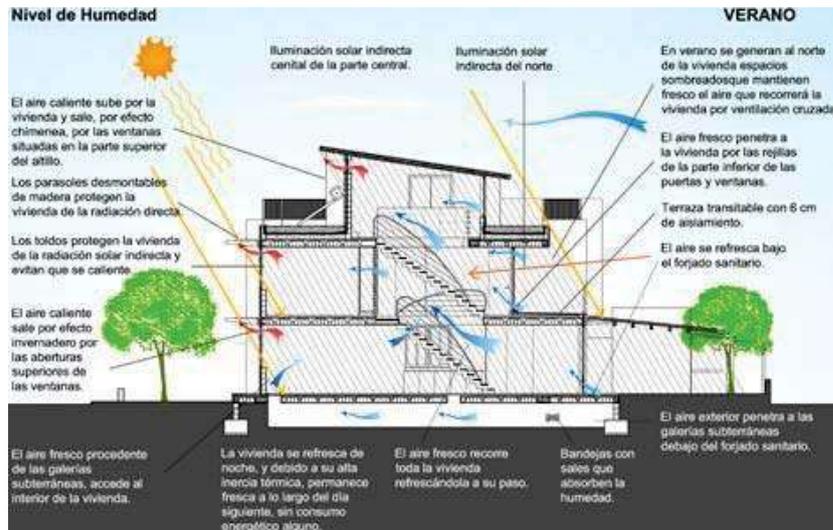
Para ello, la solución arquitectónica propuesta por el Dr. Arq. Luis de Garrido puede adaptarse a cualquier tipo de orografía del terreno, y el acceso se ubica en ambas fachadas, con el fin de adaptarse a cualquier solar. Del mismo modo, la tipología permite patios delanteros o traseros.

La vivienda se desarrolla en tres niveles. El nivel inferior es la zona de día, y los dos niveles superiores, los dormitorios. La zona de día es un espacio único que alberga cocina, sala de reuniones, comedor, y sala de estar.

La fachada sur cuenta con amplios ventanales, mientras que en la zona norte se encuentran huecos pequeños y protegidos. De este modo se propicia una verdadera ventilación cruzada, que mantiene la vivienda fresca casi todo el verano. Para cuando el calor y la humedad aumentan, se tiene un sistema de fresco arquitectónico-geotérmico.

De este modo, cerrando las protecciones solares de la zona sur, la vivienda tiende a refrescarse (en este caso, la vivienda se ilumina por medio de la radiación solar indirecta del patio central), y abriendo estas protecciones, la vivienda tiende a calentarse por efecto invernadero (debido a la radiación solar directa del sur).





Dibujo No. 2 Representación de la ventilación e iluminación en una vivienda igualada.

Las innovaciones más destacadas de la vivienda igualada son:

- Sistema de refresco geotérmico-arquitectónico, a base de galerías subterráneas que refrescan el aire de ventilación.
- Estructura abierta y flexible. Las divisiones de todos los espacios son desmontables. Las divisiones de los baños se realizan mediante paneles de vidrio desmontables.
- Iluminación por LEDS, de muy bajo consumo energético, en más del 30% de las luminarias de la vivienda.
- Sistema de domos inalámbrico, para el control integral de todos los dispositivos de la vivienda.

## B).- Rehabilitación de una vivienda en un bloque.

Sobre una superficie de 128.30 m<sup>2</sup> el Dr. Arq. Luis de Garrido tiene como objetivo realizar un ejemplo de rehabilitación sostenible de una vivienda existente situada en un bloque de viviendas en Valencia. Además, potenciará la utilización de nuevos tipos de vidrio, con el fin de mejorar las condiciones de bioclimatismo y protección solar de una vivienda existente. Todo ello incorporando un sistema de



iluminación artificial exclusivamente a base de leds y los últimos avances tecnológicos en el hogar.

La actuación consiste en eliminar la tabiquería y los acabados existentes, y sustituirlos por nuevos sistemas de paneles móviles. De este modo, la vivienda resultante puede tener dos, tres o cuatro habitaciones. Los baños se han dotado de muebles sanitarios fácilmente desmontables.



*Fotografía No. 49 Rehabilitación de una vivienda en un bloque.*

Además se han dispuesto un conjunto de proyectores de iluminación y vídeo, con el fin de proporcionar una estructura multimedia a la vivienda. Las imágenes y la iluminación se confunden con los espacios, y les proporcionan una dimensión “inmaterial” y virtual.

Las innovaciones más destacadas de la vivienda en un bloque son:

- Utilización de paneles de vidrio tipo “sándwich” en las divisiones internas de la vivienda.
- Empleo de un amplio abanico de materiales ecológicos y saludables.





- Utilización de diferentes tipos de vidrio doble, dependiendo de la orientación de las ventanas: vidrios de alto aislamiento, vidrios de alta absorción solar, vidrios de alta reflexión, vidrios con serigrafía especial, etc.
- Utilización de sistemas de iluminación indirecta a base de leds.
- Utilización de paneles de aislamiento naturales y ecológicos a base de lana de oveja y cáñamo.
- Utilización de electrodomésticos y llaves de alta eficiencia energética y bajo consumo de agua.

### **C).- Vivienda unifamiliar.**

En este proyecto se plantea la construcción en Barcelona de una vivienda unifamiliar de 361 m<sup>2</sup>.

Los objetivos más importantes que se plantean con esta vivienda son:

- Proyectar una vivienda con una estructura arquitectónica bioclimática de alta eficiencia, que responda correctamente a las condiciones climáticas extremas de la zona (5 a 40°), de forma que no necesite algún sistema mecánico de acondicionamiento, ni en invierno, ni en verano.
- Realizar un ejercicio correcto de integración arquitectónica de captadores solares, sin el habitual descenso de eficiencia de las propuestas habituales.
- Integrar una piscina a una vivienda, de tal modo que no afecte a su comportamiento bioclimático, y pueda utilizarse cómodamente todos los días del año, calentándose por medio de captadores solares térmicos. Se puede acceder al agua de la piscina directamente desde el invernadero central, sin salir al exterior del edificio, y a su vez la piscina permanece independiente de la vivienda, para no aumentar su nivel de humedad ambiental, y evitar condensaciones.





Fotografía No. 50 Vivienda unifamiliar.

En base a lo anterior, la vivienda se resuelve en tres plantas, y tiene una estructura tripartita. La zona central es un patio cubierto de dos alturas que proporciona comunicación vertical entre todas las estancias de la vivienda, y permite que se refresquen de forma natural en verano. La parte oeste es la zona de día, y la parte este alberga las recámaras, en dos niveles distintos.

La vivienda está semienterrada, y discurre, de forma escalonada, a lo largo de la pendiente de la colina en la que esta enclavada. Esta estructura escalonada permite disponer cubiertas a modo de jardines integrados en la vivienda.

Las innovaciones más destacadas de la vivienda unifamiliar son:

- Tipología arquitectónica de alta eficiencia energética. La vivienda tan solo consume un 30% de lo que consume una vivienda convencional, con la misma superficie construida.
- Captador de vientos y sistema geotérmico de refresco de aire, por medio de galerías subterráneas.
- Utilización de bloques de madera-cemento, para realizar los muros de carga del edificio. Estos bloques tienen menor peso que los bloques de





concreto convencionales, por lo que su tamaño puede ser mayor. Son más fáciles de manipular (se pueden aserrar), y tienen un mayor grado de aislamiento térmico y acústico.

- Iluminación por leds, de muy bajo consumo energético, en más del 30% de las luminarias de la vivienda.

#### **D).- Vivienda unifamiliar prefabricada.**

Este tipo de viviendas pretende realizar nuevas propuestas formales, a base de composiciones dinámicas de muros de carga de alta inercia térmica y proyectar una vivienda con alto grado de industrialización. Asimismo quiere integrar una piscina en el interior de una vivienda, sin alterar su alto nivel bioclimático.

La vivienda de 256 m<sup>2</sup> se ubica en la sierra de Madrid, en una parcela con unas atractivas vistas al norte. Por ello, es necesario que la vivienda disponga de unas grandes superficies acristaladas al norte y al sur. Por otro lado, se desea integrar dentro de la vivienda una piscina cubierta, y climatizada con energía solar.

La integración de una piscina en una vivienda bioclimática siempre es un problema, ya que se aumenta considerablemente el nivel de humedad de ésta, con los consiguientes problemas de condensaciones, el aumento de la sensación de frío en invierno, y el aumento de la sensación de calor y “bochorno” en verano.

Para resolver estos problemas, y poder integrarla en la vivienda, la piscina se ha adosado lateralmente a la misma. Queda separada por grandes cristaleras y puertas de vidrio, por lo que no aumenta la humedad del interior. Por otro lado, la piscina esta cubierta superiormente por estancias de la vivienda, lo que acaba de integrarla en el conjunto, y mejora su comportamiento bioclimático.





Fotografía No. 51 Vivienda unifamiliar prefabricada.

De este modo, la piscina puede convertirse en un invernadero, cerrando las cristalerías del norte y del sur, o en un espacio fresco, abriéndolas. Es decir, la piscina proporciona un entorno placentero, tanto en invierno, como en verano.

La estructura de la vivienda es tripartita. La zona central, un solo espacio a doble altura, es el salón-comedor-cocina de la vivienda. A este espacio están volcadas el resto de estancias de la vivienda, compartiendo su misma temperatura. En verano se cierran por completo las contraventanas exteriores del sur, y la vivienda se ilumina por medio de la radiación solar indirecta del norte (de este modo, se ilumina de forma natural, y no se calienta). En cambio, en invierno, se abren completamente las contraventanas del sur, y la vivienda se convierte en un enorme invernadero, aprovechando al máximo la radiación solar, y calentándose por sí misma.

Las innovaciones más destacadas de la vivienda unifamiliar prefabricada son:

- Estructura de una piscina bioclimática, integrada en una vivienda.
- Sistema prefabricado de estructura portante a base de muro doble (muro de carga y muro divisorio), que permite el desmontaje total de la vivienda, con





el fin de facilitar la reparación o reutilización de todos sus componentes, incluida la propia estructura

### **E).- Vivienda unifamiliar autosuficiente.**

Localizada en el municipio de Javea Alicante, con 438.90 m<sup>2</sup> quiere realizar nuevas propuestas formales, a base de composiciones dinámicas de muros de carga de alta inercia térmica. En ella se aplican nuevos sistemas arquitectónicos de fresco de aire, utilizando una estructura arquitectónica a base de un espacio central de tres alturas, y dos alas laterales de una sola altura

El objetivo es realizar una vivienda energéticamente autosuficiente, y con alta capacidad de almacenamiento y reutilización de agua, además de conseguir un diseño singular y con un alto nivel sostenible. Todo ello con alto nivel de industrialización, a pesar de su singularidad formal.



*Fotografía No. 52 Vivienda unifamiliar autosuficiente*

La vivienda está compuesta por tres cuerpos mezclados con estructura irregular. La parte central es un patio cubierto de tres alturas que se comporta en





invierno como un invernadero -que calienta a la vivienda-, y en verano como un sistema de generación de aire fresco

La vivienda se comporta de modo completamente diferente en invierno o en verano, y puede reconfigurarse con facilidad, para pasar de un estado a otro. En invierno la vivienda se convierte en un gran invernadero, obteniendo la máxima radiación solar del sur. En cambio, en verano, se cierran completamente las ventanas del sur, y la vivienda se ilumina por medio de la radiación solar indirecta del norte, y cenital del patio cubierto central.

Las innovaciones más destacadas de la vivienda autosuficiente son:

- Sistema de fresco arquitectónico, utilizando un pequeño espacio central de tres alturas. El aire fresco generado y mantenido en el sótano recorre las alas laterales del edificio, y asciende de nuevo a través de las alas laterales (de forma inversa), para salir por la parte superior de la zona central (extrayéndose por efecto chimenea).
- Sistema de des-humectación de muy bajo consumo energético. La vivienda tiene un perfecto comportamiento bioclimático, y en verano es capaz de ofrecer, mediante el sistema arquitectónico descrito, temperaturas alrededor de 24 °C. No obstante, como la humedad ambiental es elevada, es posible bajar el nivel de humedad en el interior de la vivienda mediante un sencillo sistema mecánico, y de muy bajo consumo energético. De este modo se mejora el nivel de confort de los ocupantes, sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos de aire acondicionado.

#### **F).- Vivienda con alto grado de confort.**

Ubicada en la provincia de Toledo, es una vivienda con alto grado de industrialización (casi el 100%) que nace con el objetivo de ser promocionada masivamente.

Su diseño singular está basado en composiciones dinámicas de muros de carga de alta inercia térmica, con un área de 145.20 m<sup>2</sup>.





Este tipo de viviendas pretenden también demostrar que el sistema de calefacción más económico y eficaz para una vivienda bioclimática es a base de radiadores eléctricos, con tarifa nocturna.



*Fotografía No. 53 Vivienda con alto grado de control*

La vivienda se desarrolla en tres niveles. La planta baja es la zona de día, la primera planta los dormitorios de los niños, y la última planta el sala-comedor de los padres. Un patio cubierto de tres alturas atraviesa la vivienda de arriba abajo, dotándola de comunicación vertical, y permitiendo su fresco en verano.

Las innovaciones más destacadas de éste tipo de viviendas son:

- Triple piel en los cerramientos de la fachada sur (cámara a base de paneles de concreto, contraventanas corredizas, cristaleras protegidas, toldos interiores). Esta triple piel permite regular al máximo la capacidad de protección solar de la vivienda, y la capacidad de aprovechamiento solar bioclimático.
- Sistema prefabricado de estructura portante a base de muro doble (muro de carga y muro de recubrimiento), que permite el desmontaje total de la vivienda, con el fin de facilitar la reparación o reutilización de todos sus componentes, incluida la propia estructura.



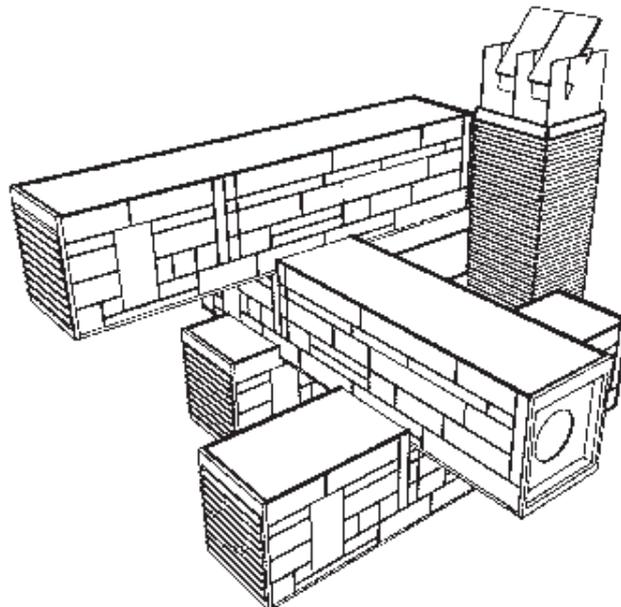


### G).- Vivienda reutilizable.

La vivienda reutilizable es una vivienda en Barcelona a base de contenedores. Su construcción se realizará a base de elementos recuperables y reutilizables, empleando tan solo materiales recuperados, reutilizados y reciclados. Será una vivienda autosuficiente, con consumo energético cero y su sistema constructivo permitirá la eliminación de los residuos.

Las soluciones constructivas permiten la reutilización absoluta de todos los componentes del edificio y muestra una unidad de vivienda flexible, reconfigurable y ampliable. En conclusión éste tipo de viviendas quieren hacer una vivienda de alta calidad y bajo costo económico

La vivienda se construye a base de 6 contenedores de puerto (de 40 pies de longitud), con una superficie total de 150 m<sup>2</sup>. El conjunto de seis contenedores se ha dispuesto de tal modo que se forma un espacio central de doble altura, a modo de patio. Toda la vivienda está volcada a este espacio central, por lo que no se pierde ninguna superficie en forma de pasillos o distribuidores. Este espacio constituye el salón de la vivienda.



*Dibujo No. 3 Bloques para la vivienda*





La planta baja de la vivienda alberga la cocina, el sala-comedor-estar, un baño y un estudio. La planta primera alberga dos dormitorios y dos baños. La planta segunda alberga un dormitorio. Los espacios se han distribuido con el fin de sacar el máximo partido a los contenedores que le dan forma, con el fin de lograr una funcionalidad adecuada y un elevado nivel de confort de sus ocupantes. La cocina tiene un diseño muy especial ya que todo su mobiliario es precisamente eso, móvil. Los diferentes electrodomésticos están incluidos en módulos independientes, de tal modo que pueden lograrse tipologías completamente diferentes en el mobiliario de la cocina, dependiendo de las necesidades concretas, y del espacio disponible. Estos módulos pueden deslizarse, y ensamblarse entre sí, simplemente por presión. Los sanitarios de los baños son también muebles (móviles) y reubicables. La bañera, los lavabos y las duchas pueden desplazarse, e incluso salir del espacio de baño.

Las innovaciones más destacadas para este tipo de vivienda son:

- Construcción realizada exclusivamente a base de materiales recuperados, materiales reciclados y residuos.
- Estructura arquitectónica y portante realizada a base de contenedores portuarios desechados.
- Vivienda autosuficiente, con un consumo energético cero.
- Estructura arquitectónica flexible, ampliable, readaptable y reubicable.
- En la construcción de la vivienda no se han generado residuos.
- Reutilizabilidad total de todos los componentes arquitectónicos. En el desmontaje no se generará ningún residuo.
- Iluminación a base de leds.
- Precio realmente muy reducido.





- Solución flexible al problema social de accesibilidad a la vivienda. (14-05-09).

#### **V.4 GREEN BOX, LA VIVIENDA-JARDÍN CON MENOR CONSUMO ENERGÉTICO DE TODO EL MUNDO (LUIS DE GARRIDO)**

Green Box consiste en una Vivienda-Jardín modular, prefabricada, reutilizable, transportable, bioclimática, con consumo energético cero y sin generación de residuos, diseño del arquitecto Luís de Garrido. La vivienda Green Box podría ser un referente internacional de la Arquitectura Sostenible, ya que cumple de forma exhaustiva con todos los indicadores de arquitectura sostenible que se han establecido.

La vivienda ha sido diseñada por el arquitecto Luís de Garrido (recientemente elegido como Arquitecto del año 2008 por la Internacional Tell Building Association ISBA, y el American Institute of Architects AIA). “La vivienda Green Box podría ser un referente internacional de la Arquitectura Sostenible, ya que cumple de forma exhaustiva con todos los indicadores de arquitectura sostenible que he establecido, siendo además el edificio que más se aproxima a mi modelo conceptual arquitectónico de Naturalezas Artificiales”, afirma Luís de Garrido.

Para ampliar información sobre el trabajo del arquitecto, Green Box, incluirá en su interior, naturalezas artificiales, una exposición multimedia de proyectos de arquitectura sostenible y vivienda social sostenible, de Luís de Garrido.

##### **A).- Green-box, buscando el máximo nivel de sostenibilidad.**

Según Luís de Garrido, Green Box cumple con los 5 pilares básicos en los que se asienta el concepto de Arquitectura Sostenible:

- Optimización de recursos y materiales.
- Disminución de residuos y emisiones al medio ambiente.
- Disminución del consumo energético y uso de energía renovable.





- Mejora de la calidad de vida y la salud humana.
- Reducción del precio de construcción y mantenimiento del edificio.

Hay que destacar que a pesar de su carácter ecológico, la vivienda es muy económica: su construcción cuesta la mitad de una vivienda convencional, por lo que puede convertirse en un modelo constructivo para un nuevo sistema social y económico.

Por otro lado, la vivienda tiene un consumo energético cero de energías convencionales, autorregulándose térmicamente debido a su diseño bioclimático y a su óptimo aprovechamiento de energía geotérmica y solar. Del mismo modo, el diseño y construcción de la vivienda se ha realizado con la finalidad de reducir al máximo su consumo energético, tanto en su proceso de construcción, como en su proceso de desmontaje.

Todos los componentes de la vivienda han sido diseñados de forma modular para ser ensamblados en seco. De este modo, y al igual que ocurre en su construcción, en su desmontaje no se generará ningún residuo, y todas sus piezas se podrán reutilizar de nuevo. En base a lo anterior, reparando o sustituyendo cada una de las piezas, la vivienda tiene un ciclo de vida infinito. Es decir, su vida útil podría ser infinita.

La estructura importante de la vivienda se ha realizado a base de paneles prefabricados de concreto armado, paneles sándwich de madera-cemento, y paneles metálicos. Todo ello con la finalidad de representar, en un mismo edificio, tres sistemas adecuados de construcción modular prefabricada (metal, madera y concreto).

No obstante, y a pesar de todas las características descritas, sin duda, el elemento más importante y singular de Green Box es la cubierta ajardinada inclinada y el jardín vertical. Ambos jardines han sido compuestos a base de especies vegetales autóctonas del mediterráneo, lo que asegura que apenas





necesiten agua (sólo de lluvia) y su belleza será permanente, sin necesidad de mantenimiento.

La cubierta-jardín inclinada permite a la vivienda integrarse en el entorno como prolongación del suelo circundante. En cambio, el jardín vertical se yergue con orgullo, convirtiéndose en el estandarte identificador de la vivienda. Este mismo jardín vertical se encuentra en el patio interior de la vivienda

## **V.5 LA CASA HÍBRIDA, EL NUEVO CONCEPTO DE LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA (KONYK STUDIO)**

El auge de los vehículos híbridos es innegable, tanto que incluso los arquitectos se ven inspirados por sus formas. Así es como ha nacido la casa híbrida, que le debe tanto al Toyota Prius como a la arquitectura sostenible. El estudio neoyorquino Konyk quería crear una vivienda que fuese totalmente independiente de la red eléctrica. Esto se consigue aprovechando la energía solar gracias a unas estudiadas formas destinadas a conseguir una maximización de la exposición al sol de sus superficies y complementado con unos depósitos de biocombustible para generadores auxiliares en caso de no poder utilizar la energía solar.

El exitoso modelo de automóvil híbrido Prius de Toyota, ha servido de inspiración a un equipo de arquitectos e ingenieros para desarrollar la casa híbrida, destinada a ser una vivienda completamente independiente de la red local eléctrica. Mediante la manipulación de su superficie para una máxima exposición solar y la utilización de un grupo de baterías ultra finas implementadas en la base de las losas, la casa híbrida convierte el sol en corriente alterna para ejecutar la totalidad de las utilidades de la casa. En el caso de días nublados o de nieve, un generador que funciona con biocombustible garantiza el suministro eléctrico continuo.

El volumen central está construido con unos paneles estructurales de aislamiento con hasta 30 centímetros de espesor, son de fácil movilidad, y su





montaje se realiza con herramientas habituales usadas en la construcción, sin tener que precisar de técnicos especializados para su ensamblaje.

**A).- Ejemplo de casa híbrida, un concepto donde se mezclan sistemas de trabajos naturales y artificiales.**

Formalmente, los volúmenes de la superficie de la estructura están inclinados para aprovechar al máximo la energía solar y la captación de aguas. El sol incide en la superficie exterior, las cuales se encuentran recubiertas por un nuevo material basado en unas membranas formadas por capas fotovoltaicas, que convierten la radiación solar en electricidad. La energía generada por ésta se almacena en unas baterías de ciclo elevado situado en la zona inferior de la casa. Durante las condiciones bajo sol, el sistema produce suficiente electricidad como para satisfacer todas las necesidades eléctricas de la casa híbrida, así como un posible superávit, almacenado el excedente en las baterías de reserva adicional, en ausencia de luz solar, las baterías se cargan en parte por un generador de biocombustible.

La parte posterior de la fachada que da sombra está recubierta con un techo frío mediante unas membranas de goma, la cual lleva el agua de la lluvia a un sistema de captación de aguas grises, para su uso en aseos, así como para el sistema de riego del jardín exterior. Además, tiene un depósito que cuenta con la función de refrigerar el aire que pasa sobre éste antes de alcanzar la entrada de la placa térmica. Un estanque con agua en el patio trasero enfría el ambiente que rodea al jardín en los meses de verano a través de la evaporación, a la vez que las partículas de polvo son eliminadas mediante la filtración del aire.





Fotografía No. 54 La casa híbrida

El aire caliente y frío son mecánicamente introducidos desde el nivel del suelo a través de un sistema de ventilación. Este sistema es alimentado por el aire fresco del exterior, que es moderado por las losas de concreto vaciado térmico que se encuentran encima de la casa. La elevada altura del interior crea un “efecto chimenea”, con el aumento del aire caliente por encima de las zonas comunes, antes de ser reacondicionado o expulsado. Las claraboyas eléctricas de ventilación del techo expulsan el aire caliente acumulado durante los meses de verano, mientras que la admisión de la luz solar calienta el espacio durante los meses de invierno. Los dormitorios están aislados de los grandes espacios de uso común, lo que permite que la calefacción y la refrigeración sean dirigidas durante la noche, reduciendo la demanda de calefacción y refrigeración en el espacio principal

**B).- En una casa híbrida se emplean diferentes técnicas ecológicas (ecotecnias) que permiten la generación y conversión de energías naturales útiles para el funcionamiento cotidiano del inmueble.**





La temperatura del agua también se regula mediante el sistema de calentamiento solar situado en el techo, con un control adicional proporcionado por un calentador eléctrico conectado al sistema fotovoltaico. La casa híbrida cuenta con un cobertizo trasero que actúa como sala de mecánica, conteniendo los transformadores eléctricos y el generador de bio-combustible. Su separación permite la segregación del ruido de la casa

## V.6 ¿QUÉ ES UNA CASA PASIVA?.

Este tipo de viviendas poseen un sistema avanzado de persianas automatizadas y ventilación pasiva, ofreciendo como resultado que en verano se mantengan temperaturas frescas y en invierno cálidas.

El término “casa pasiva” apareció recientemente como lo último en diseño verde, fusionando arquitectura e Ingeniería en un sólo enfoque. Este tipo de viviendas poseen un sistema avanzado de persianas automatizadas y ventilación pasiva, ofreciendo como resultado que en verano se mantengan temperaturas frescas y en invierno cálidas. Pero ¿cómo funciona todo en conjunto para conseguir este resultado?.

La construcción de casas pasivas se basa principalmente en la instalación de elementos que regulan la temperatura interior del edificio, sin necesidad de sistemas de energía activa, como aires acondicionados. El adecuado sellado interior es la clave, compuesto por paredes de triple espesor, aislamientos y revestimientos de doble capa de vidrio. Además, la orientación de la casa contribuye a mejorar su eficiencia, con ventanas que son cubiertas por sombras durante los meses de verano, sin embargo, son más expuestas a la luz solar durante los meses de invierno. El “corazón” de la casa es sin duda el intercambiador de calor, que aspira aire del exterior a la casa, y regula este usándolo en el interior.

Este tipo de edificaciones son increíblemente eficaces; las casas pasivas no requieren de calefacción central. Aunque las casas pasivas tienen un costo





estimado en un 15% más que la construcción de hogares convencionales, el ahorro en el gasto de energía puede llegar fácilmente a sobrepasar más del 85%.

Todo esto suena simple e irresistible, ¿verdad?. Ya se han construido unas miles de viviendas pasivas, aunque no tengan un uso extendido en los tiempos actuales, con el paso del tiempo será más frecuente ver por todo el mundo, debido a que los principios de éste método se están difundiendo rápidamente en la construcción “verde” de los últimos años.

Se recurren a sistemas de calefacción o de refrigeración después de que se puede observar que las condiciones medioambientales del exterior impiden el confort de la parte interna de la casa. Una de las medidas más importantes es, el ahorro de la energía, aislando térmicamente la casa, aunque la preservación de la energía lleva consigo un aislamiento con el medio exterior y las casas pasivas tratan de abrirse al exterior a fin de acondicionar naturalmente el lugar. Es por eso que las condiciones del clima con respecto al exterior pueden generar ventajas o desventajas al ahorro de energía.

Por ejemplo para una casa localizada en las Montañas una sugerencia es abrirla al sol a medio día y cerrarla cuando estén presentes los vientos fríos, y de igual manera para una casa en el desierto es recomendable protegerla del calor y el sol y lograr una provechosa ventilación, todo esto se puede lograr mediante el diseño pasivo. Los sistemas solares pasivos se utilizan para captar el calor que proviene de la energía solar, como por ejemplo

- La ganancia directa: es un sistema que capta la energía solar a través de superficies vidriadas.
- Invernadero adosado: consiste en la incorporación de un espacio vidriado al muro que da con el medio día.
- Techo de acumulación de calor: se utiliza mediante estanques solares que evitan que se escape el calor durante la noche.





## V.7 LA CASA SALUDABLE.

Factores sensoriales (ruidos, olores, mobiliario, color...) y extrasensoriales (calidad del aire, agentes químicos, ácaros...) son determinantes: una casa enferma puede ser foco de múltiples dolencias para sus habitantes. Cúrese en salud y pase consulta a su vivienda.

Según un estudio de la EPA (Agencia de Protección Ambiental Americana), los habitantes de los países desarrollados pasan el 80% de su tiempo encerrados en espacios interiores. Y en este reparto estadístico, la porción más importante corresponde a la vivienda, donde transcurre la mitad de nuestras vidas. En casa nos sentimos protegidos y al margen de las inclemencias del exterior, ¿pero realmente estamos sanos y salvos? No. Según los expertos en calidad ambiental interior, detrás de muchas consultas al médico se encuentran factores de índole doméstico. El mal uso del aire acondicionado, los ácaros, la escasa iluminación natural o la contaminación acústica son sólo algunos ejemplos del amplio listado de factores nocivos que pueden convivir bajo nuestro techo. Las afecciones que provocan abarcan un amplio abanico: desde problemas respiratorios hasta dermatitis, pasando por depresiones e insomnio.

El impacto de la vivienda en nuestro bienestar físico y mental no es un tema menor y cada vez hay más investigadores y organismos que estudian su incidencia y buscan soluciones. El arquitecto Iñigo Ortíz, experto en bio-construcción, señala que la salud de una casa se mide por el grado de confort que aporta desde el punto de vista sensorial y extrasensorial: "A través de los sentidos podemos evaluar aspectos como la temperatura, la humedad, los ruidos, los malos olores o la ergonomía del mobiliario. Pero hay otros capítulos como la calidad del aire o la influencia de los campos electromagnéticos que se escapan a la valoración sensitiva y que son de suma importancia. La suma del confort sensorial y el extrasensorial nos dará la medida de la salud de una vivienda"





### **A).- Empecemos por lo más evidente, la luz.**

Una iluminación artificial inadecuada puede provocar cefaleas, problemas de concentración y hasta trastornos depresivos. Por eso, Ortiz sostiene que "una casa sana debería funcionar durante las horas diurnas con luz natural, incluso en el baño y la cocina". Las mamparas transparentes o translúcidas son una buena receta para llevar claridad a los espacios interiores, aunque cuando es imposible encontrar soluciones lumínicas naturales, se puede optar por la última tecnología: las lámparas de espectro total producen una iluminación blanca y sin parpadeos que imita las características de la luz solar.

En el capítulo de confort visual, el color también importa. Mariano Bueno, experto en geobiología y autor de El gran libro de la casa sana, resalta el papel que juega la cromoterapia en el hogar: "Los colores influyen en la temperatura corporal y en nuestro estado anímico. A cada persona le afecta el color de diferente forma, pero hay ciertas generalidades. El amarillo es adecuado para los espacios de trabajo, porque genera mayor actividad cerebral; mientras que en las áreas de descanso son efectivos los malva, índigos y tonos asalmonados, muy relajantes". ¿Los colores tabú?: "Negros y grises, que roban energía y se pueden traducir en tendencias depresivas. También hay que tener cuidado con rojos y naranjas, muy excitantes y proclives a generar comportamientos compulsivos".

### **B).- Larga Vida al Verde.**

La información que llega a través de la vista, tanto de puertas adentro como desde afuera, interactúa con la salud. En este sentido, no hay nada como tener un espacio verde frente al ventanal. "Un estudio en Japón demostró que las personas que viven en casas con vistas a un parque o a un espacio agradable aumentan sus expectativas de vida en seis años", afirma Bueno. Una vivienda, en términos orteguianos, también es su entorno. Y si éste es ruidoso, a la larga se convierte en un lastre que no hay aspirina que lo remedie. "La contaminación acústica genera insomnio y una cascada de males encadenados: somnolencia matutina, cansancio, mal humor, dolor de cabeza, estrés...", enumera Mariano Bueno.





España ocupa, por detrás de Japón, el segundo lugar en el ranking mundial del ruido, y a la gran batalla contra la contaminación acústica aún le queda mucho por delante: hacen falta medidas legales y una mayor conciencia ciudadana. Así que, de momento, si a uno le ha tocado una casa ruidosa, no le queda otro remedio que un buen aislante. Éstas son las recomendaciones del arquitecto Íñigo Ortiz: "Descartado el amianto, por sus efectos cancerígenos, las opciones más interesantes pasan por la lana de roca y la fibra de vidrio para aislar tabiques, y la doble ventana en el caso de las agresiones acústicas del exterior. La moqueta, que puede funcionar como aislante de los ruidos procedentes de pisos inferiores, es, sin embargo, un mal remedio por la cantidad de ácaros que acumula en sus fibras"

### **C),- Enemigos Invisibles.**

Ácaros, polvo en suspensión, polución urbana... Están ahí aunque resulten difíciles de reconocer. Causan alergias, problemas respiratorios y dolores de cabeza. Mantenerlos a raya no es demasiado complicado. "Una buena ventilación es la mejor medicina para el hogar, aunque, eso sí, no basta con abrir un par de minutos las ventanas, hay que buscar corrientes cruzadas para que la renovación del aire sea completa", indica Ortiz. En cualquier caso, la ventilación por sí sola no es suficiente para asegurarnos una atmósfera interior limpia, sobre todo cuando entran en juego los sistemas de climatización. La calefacción y el aire acondicionado modifican la calidad del aire que respiramos. De hecho, la mayoría de los problemas de salud derivados del hogar proceden de estos sistemas. Pablo Echevarne, presidente de la Asociación Centro de Empresas de Calidad Ambiental (ACECAI), explica cómo nos afectan: "Los calefactores resecan el ambiente y provocan irritaciones de piel, garganta y problemas respiratorios; los aparatos de aire frío pueden producir letargias, irritación ocular y obstrucción nasal". La acción de un humidificador, en el caso de las calefacciones, y la limpieza regular de filtros, para los aparatos de aire acondicionado, nos ahorrarán más de una visita al médico.





#### **D).- Amenaza Química.**

Los productos de limpieza también forman parte del batallón de enemigos extrasensoriales. El olor a limpio, que por cierto es un invento de la industria de la droguería, puede ser un caballo de Troya con una amenaza química en el interior. Los vapores tóxicos que emanan estos productos se traducen en irritaciones en los ojos, dermatitis y dolores de cabeza. Además de ventilar a conciencia tras una sesión de limpieza, Pablo Echevarne recomienda que "los envases estén siempre bien tapados, que tengan la homologación CE y que se almacenen en espacios exteriores". Además, si son biodegradables, mejor. Colas, barnices y pinturas de origen sintético son elementos que, de manera silenciosa e inodora, se desprenden de una carga venenosa que va a parar a nuestros pulmones. El formaldehído, habitual en estos productos, produce alergias y puede afectar al sistema inmunitario. La solución pasa por utilizar pinturas acuosas y pegamentos ecológicos que no contengan estos agentes químicos.

El cableado y los cajetines eléctricos son otras fuentes de contaminación invisible dentro del hogar. Cuando la instalación es defectuosa puede liberar electrones hacia elementos metálicos del mobiliario (como somieres, sofás y sillas), y de ahí saltarán al cuerpo humano. "La exposición prolongada a este tipo de contaminación —señala Mariano Bueno— afecta al sistema nervioso y produce cansancio crónico, cefaleas, insomnio, tensión muscular, alergias y crisis asmáticas". Desenchufar todos los aparatos cuando no se utilicen (excepto el frigorífico) y alejar la cama de las fuentes de emisión eléctrica servirá de remedio hasta que se cambie la instalación defectuosa

#### **E).- Luces y acción.**

En otoño e invierno aumentan los casos de depresión y las crisis de ansiedad. No es ningún secreto: la luz influye en los neurotransmisores cerebrales, modifica la atención y altera la salud. Vivir bajo los focos de una iluminación artificial mal reglada provoca cansancio y sueño, por eso la luz solar debería estar presente en todas las estancias de la casa. El sol funciona como un





potente estimulante natural, aunque tampoco hay que dejarlo entrar a su antojo. La exposición directa a los rayos ultravioletas tiene efectos nocivos sobre la vista y la piel. La solución: los nuevos cristales laminados capaces de absorber hasta el 95% de las radiaciones

#### **F).- Confort engañoso y que enferma.**

Con dos libros en el mercado sobre la materia (El gran libro de la casa sana y Vivir en casa sana, ambos de la editorial Martínez Roca), Mariano Bueno es una de las voces más respetadas en salud ambiental del hogar. Su especialidad, la geobiología, estudia el impacto de los materiales de construcción y las radiaciones del entorno sobre la vivienda. La tecnología y el confort en términos burgueses, son, en boca de Bueno, factores que han hecho enfermar a nuestras casas. Ésta es su reflexión: “¿Qué sentido tiene una vivienda aislada del frío o protegida contra incendios si en su construcción se ha empleado amianto, un material altamente cancerígeno? La electrificación del hogar, las sustancias químicas, los climatizadores de temperatura... Hemos entrado en una lógica irracional donde aquello que debería aportarnos confort y seguridad, a veces, es más peligroso que los beneficios que a priori promete”.

Hasta ahora se han presentado diferentes propuestas de construcciones sustentables, mismas que enfocan su desarrollo en puntos específicos de la vivienda, sin embargo, la propuesta que se va a presentar en éste trabajo de investigación, es una propuesta que engloba el desarrollo sustentable de una manera integral, asumiendo todas y cada una de las propuestas antes mencionadas, así como los planteamientos expuestos en capítulos anteriores.

De esta forma, la obtención de diversos matices que se generan a nivel mundial tomando como base la sustentabilidad, cubriendo necesidades y prioridades, nos ofrecen las herramientas necesarias para presentar este nuevo concepto enfocado al desarrollo sustentable, tratando de construir un modelo nuevo, poco explorado, que nos lleve a pensar y concebir las viviendas de tal forma que sean una nueva generación de bioconstrucciones propias del siglo XXI





encaminadas al bienestar social, mejorando el entorno y calidad de vida de todos los Mexicanos.

Finalmente, lo importante radica en seguir aprendiendo sobre temas ambientales en medios y blogs relacionados, ya que la evolución hacia un futuro más verde no llegará mágicamente. Es un proceso que hay que recorrer con paciencia, a sabiendas de que podemos cometer errores, pero convencidos de que el interés por cambiar es el paso más importante que estamos dando.





## CAPÍTULO VI

### FRACCIONAMIENTOS SUSTENTABLES

#### VI.1 LA INGENIERÍA ECOLÓGICA: 10 PRINCIPIOS

La Ingeniería ecológica es aquella que programa, proyecta, realiza, utiliza, recicla y construye edificios sostenibles para el hombre y el medio ambiente. Los edificios se emplazan localmente y buscan la optimización en el uso de materiales y energía, lo que tiene grandes ventajas medio ambientales y económicas.

De esta Ingeniería podemos citar 10 principios básicos

##### **A).- Valorar las necesidades.**

La construcción de un edificio tiene impacto ambiental, por lo que se deben analizar y valorar las necesidades de espacio y superficie, distinguiendo entre aquellas indispensables de las optativas, y priorizándolas

##### **B).- Proyectar la obra de acuerdo al clima local.**

Se debe buscar el aprovechamiento pasivo del aporte energético solar, la optimización de la iluminación y de la ventilación natural para ahorrar energía y aprovechar las bondades del clima

##### **C).- Ahorrar energía.**

Significa obtener ahorro económico directo. Los más importantes factores para esto son la relación entre la superficie externa, el volumen y el aislamiento térmico del edificio. Ocupar poca superficie externa y un buen aislamiento producen menor pérdida de calor. También se puede ahorrar más usando sistemas de alto rendimiento y bajo consumo eléctrico para la ventilación, iluminación artificial y los electrodomésticos



**D).- Pensar en fuentes de energía renovables.**

En la proyección de un edificio, se debe valorar positivamente el uso de tecnologías que usan energías renovables (placas de energía solar, biogás, etc.). Es conveniente la producción de agua caliente sanitaria con calentadores solares, o la producción de calor ambiental con calderas de alto rendimiento y bombas de calor, la energía eléctrica con sistemas de cogeneración, paneles fotovoltaicos o generadores eólicos.

**E).- Ahorrar agua.**

El uso racional del agua consiste en la utilización de dispositivos que reducen el consumo hídrico, o que aprovechan el agua de lluvia para diversos usos (WC, ducha, lavado de ropa, riego de plantas, etc.)

**F).- Construir edificios de mayor calidad.**

Los edificios ecológicamente sostenibles tienen mayor calidad y mayor longevidad, son de fácil manutención y adaptables para los cambios de uso. Exigen menos reparaciones y al final de su ciclo de vida son fácilmente desmontables y reutilizables; sobre todo si el sistema de construcción es simple y limitado la variedad de materiales usados.

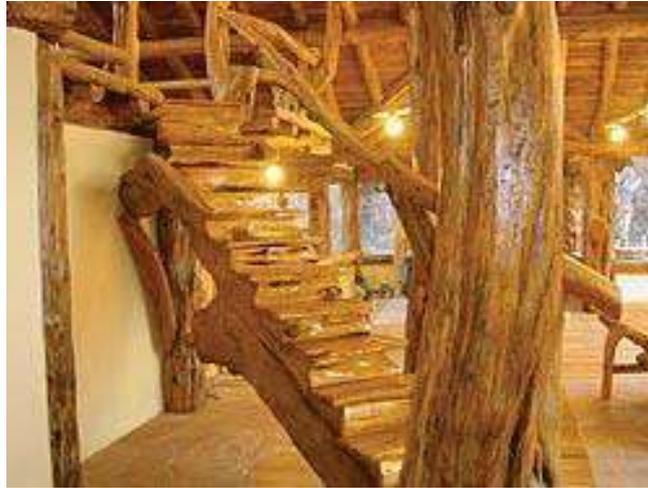
**G).- Evitar riesgos para la salud.**

Los riesgos para la salud de los trabajadores no depende sólo de la seguridad en la obra, sino también de los materiales de construcción utilizados durante la producción y levantamiento de la obra. Las grandes cantidades de solventes, polvos, fibras y otros agentes tóxicos son nocivos, incluso después de la construcción y por un largo tiempo contaminan el interior del edificio y provocan dificultades y/o enfermedades a las personas o animales que habiten el lugar.





- Utilizar materiales obtenidos de materias primas generadas localmente



Fotografía No. 55 Escalera hecha a base de material de la localidad.

El uso de materiales obtenidos de materias primas locales (abundantemente disponibles) y que usen procesos que involucren poca energía, reducen sensiblemente el impacto ambiental. El uso de materias locales redundan en menores tiempos de transporte, reduce el consumo de combustible y la contaminación ambiental

#### **A).- Utilizar materiales reciclables.**

La utilización de materiales reciclables prolonga la permanencia de las materias en el ciclo económico y ecológico, por consiguiente, reduce el consumo de materias primas y la cantidad de desechos.

#### **B).- Gestionar ecológicamente los desechos**

Para poder gestionar ecológicamente los desechos provenientes de las demoliciones o reestructuraciones - restauraciones de los edificios se debe disminuir la cantidad y la variedad, subdividiendo los desechos por categorías (plásticos, metales, cerámicas, etc.) de manera que se facilite la recuperación, el reciclaje o el rehúso de materiales de construcción





## VI.2 ENTRAN EN AUGE EDIFICIOS VERDES.

Mediante la utilización de materiales reciclables desde su edificación hasta en los interiores, el diseño de dichos inmuebles se está realizando en función de minimizar el impacto ambiental.

“Esta tendencia está siendo buscada por corporaciones extranjeras que llegan a México a buscar inmuebles para albergar sus operaciones y están buscando edificios sustentables, y esto también ha empujado a que las empresas nacionales tomen conciencia”, reconoció Jaime Jiménez, director de Trane México.

Pisos de bambú, en vez de madera, y bagazo de caña para las alfombras, en lugar de utilizar materiales sintéticos, son algunas características de los “green buldings” o “edificios verdes”, tendencia de la construcción que apenas da sus primeros pasos en México.

Mediante la utilización de materiales reciclables desde su edificación hasta en los interiores, el diseño de dichos inmuebles se está realizando en función de minimizar el impacto ambiental.

Construir estos edificios puede resultar hasta 20 por ciento más caro, pero en cinco años es posible obtener ahorros de 30 por ciento en la operación del edificio, principalmente en cuestión de energía.

“Esta tendencia comenzó en Estados Unidos hace aproximadamente 10 años, y estuvo motivada por la situación climática que exigía que los edificios fueran enfriados en verano y calentados en invierno, sin hacer desperdicios en materia de energía”, recordó Jiménez, quien por medio de aires acondicionados más eficientes ha participado de la ola verde.

El directivo agregó que más de 50 por ciento del consumo energético de un edificio de uso comercial u hotelero se refiere al consumo eléctrico por aire acondicionado.





De este modo, Arturo Pérez, gerente de Cuentas Nacionales y para Latinoamérica, afirmó que la hotelería sería de los sectores más beneficiados con construcciones sustentables, pues se encuentran en zonas donde el cuidado del ambiente ya es una prioridad.

#### **A).- Color saludable.**

Los “edificios verdes” usan materiales reciclables para minimizar el impacto ambiental.

En Estados Unidos existen al menos 40 “edificios verdes” para oficinas. Destacan el edificio de Reuters en Nueva York y el Edificio Condé Nast.

En México, algunos proyectos han adoptado ciertos estándares de “edificio verde”, como el corporativo de Ford, en Santa Fe; el edificio Punta Santa Fe y las Torres Esmeralda II y III.

### **VI.3 PROPUESTA DE FRACCIONAMIENTO SUSTENTABLE.**

Como se ha hecho mención durante éstos capítulos de la necesidad y prioridad de construir con Ingeniería Sustentable las obras que de ahora en adelante se realicen, encaminadas a contribuir al desarrollo integral sustentable en todo el mundo, se presenta la propuesta para desarrollar fraccionamientos sustentables capaces de satisfacer las necesidades de la sociedad en México.

Tomando como punto de partida los diversos temas que se han desarrollado en capítulos anteriores tales como: ecología, medio ambiente, desarrollo sustentable, métodos de ahorro de energía, energías renovables, rehúso y reciclaje de residuos sólidos, plantas de tratamiento, pavimentos ecológicos, entre otros; integraremos todos estos conceptos en la planeación y desarrollo de un fraccionamiento sustentable, adicionando además algunos otros que son básicos e importantes y que no se mencionaron a profundidad.

La vivienda tipo y el fraccionamiento en su conjunto que se van a presentar a continuación toman en cuenta diversos aspectos que mejoran y hacen posible





que éstos sean sustentables, economizando los costos en procesos de construcción a mediano plazo y reduciendo los índices de contaminación en un 90% en comparación con un vivienda y fraccionamiento convencional, ayudando de ésta forma a preservar el medio ambiente, lo cual es la finalidad de éste trabajo de investigación, además de contribuir en los procesos de construcción de una Ingeniería renovable y sustentable a nivel mundial, participando desde nuestro entorno con modelos cada vez más ecologistas que revolucionen la Ingeniería mexicana.

A continuación se describirán una por una las aportaciones sustentables que integrarán el modelo de fraccionamiento sustentable, haciendo una breve descripción de ellas con los beneficios que aportan al medio ambiente y sobretodo a las personas.

#### **A).- Celdas solares fotovoltaicas.**

Este tipo de celdas se ubicarán en la parte superior de la vivienda con las especificaciones mencionadas en el capítulo III.7 y su función será la de transformar la energía solar en energía eléctrica, capaz de cubrir el gasto total necesario de cada vivienda.

#### **De esta forma se reducen:**

- Los costos de producción de energía eléctrica convencional con todo lo que conlleva.
- Las emisiones de gas invernadero por producción de energía eléctrica.
- La devastación de comunidades indígenas, grandes áreas naturales de selva, mantos acuíferos y reservas ecológicas.

#### **Se obtienen los siguientes beneficios:**

- El costo de inversión se recupera en 5 años de uso y posteriormente ya no se tienen gastos en éste rubro.





- Se utiliza energía limpia y renovable, la cual no tiene ningún costo.
- Se mejora el medio ambiente por las reducciones de gas invernadero

### **B).- Captador de agua pluvial.**

Este sistema se utiliza en el perímetro de la vivienda captando el agua de lluvia por medio de una canaleta o colector perimetral sobre la azotea de la vivienda, para posteriormente almacenarla en un depósito que se encontrará en la zona baja del fraccionamiento, mismo que contará con un sistema hidráulico que reenvíe el agua a la vivienda para utilizarla en áreas que no requieran de agua potable como: jardines, sanitarios, lavadoras, y la sobrante enviarla a la red municipal o en su defecto, al proceso de tratamiento de agua residual en la planta de tratamiento de aguas residuales para hacerla potable y reutilizarla como tal y posteriormente regresarla después del proceso de tratamiento a las cisternas o aljibes de cada vivienda.

#### **De esta forma se reduce:**

- El costo de producción de agua potable con todo el proceso que conlleva.
- La contaminación por producción de agua potable.
- La sobreexplotación de pozos de agua profunda, agua superficial, manantiales, “ojos de agua”, mantos acuíferos, lagos, lagunas, cuencas, presas, represas, bordos, entre otros.

#### **Se obtienen los siguientes beneficios:**

- El costo de inversión se recupera a los 3 años después de su instalación, quedando solamente los costos de mantenimiento cada que se requiera.
- Se utiliza el agua de lluvia tantas veces como sea posible, sin agotar las reservas de agua dulce.
- Se mejora el medio ambiente porque no se sobreexplotan zonas de agua utilizables para generar agua potable.





### **C).- Calentadores Solares.**

El funcionamiento de un calentador solar de agua es muy sencillo: el colector solar plano se instala normalmente en el techo de la casa y orientado de tal manera que quede expuesto a la radiación del sol todo el día. Para lograr la mayor captación de la radiación solar, el colector solar plano se coloca con cierta inclinación, la cual depende de la localización de la ciudad donde sea instalado. El colector solar plano está formado por aletas captadoras conectadas a tubos por donde circula el agua, lo cual permite capturar el calor proveniente de los rayos del sol y transferirlo al agua que circula en su interior para de esta forma calentar el agua que vamos a usar, ya sea para bañarnos o lavar ropa y utensilios de cocina.

#### **De esta forma se reduce:**

- El costo de producción de gas LP (Licuado de Petróleo), para calentar agua, mismo que es de un 45% del gas que utilizamos en la casa.
- Las emisiones de gas invernadero por la combustión de gas LP.
- La sobreexplotación de energías fósiles contaminantes y que no son renovables, como el petróleo.

#### **Se obtienen los siguientes beneficios:**

- El costo de inversión se recupera en poco tiempo y posteriormente ya no es necesario realizar más gastos.
- Se utiliza una de las energías renovables limpias que tenemos como la del sol y no se contamina el medio ambiente.
- La vida útil del calentador es de por lo menos 20 años y no se utilizan energías fósiles por ese tiempo.

### **D).- Concreto Translúcido.**

El concreto translúcido es un invento mexicano, su fabricación es igual a la del concreto común, para ello se emplea cemento blanco, agregados finos,





agregados gruesos, fibras, agua y el aditivo cuya fórmula es secreta, llamado "Illum". Además, en este nuevo concreto pueden introducirse objetos, luminarias e imágenes, ya que tiene la virtud de ser translúcido hasta los dos metros de grosor, sin distorsión evidente.

Dicho concreto se puede utilizar para ser colocado en losas de azotea y muros, para aprovechar la mayor cantidad de luz natural, sin perder sus características físicas y mecánicas del concreto convencional

**De esta forma se reduce:**

- El costo de producción de energía eléctrica para uso doméstico.
- Las emisiones de gas invernadero por la producción de energía eléctrica.
- La utilización de energías fósiles para generar electricidad.

**Se obtienen los siguientes beneficios:**

- El costo de inversión se recupera en poco tiempo.
- Se utiliza concreto que facilita la transmisión de luz y de calor provenientes del sol a la vivienda.
- Se provoca que se utilicen menos energías fósiles para generar electricidad.

**E).- Espacios e Iluminación.**

Todos los espacios de la vivienda estarán diseñados para que estén ocupados al 100% y brinden un mayor servicio, especialmente las zonas de servicio como la sala, comedor, cocina, sanitarios y patio de servicio, ya que de esta forma se evita utilizar muebles, equipos, o algún otro aditamento que sean inapropiados para ofrecer un mejor servicio del espacio de la vivienda. Además de que los muros y ventanas estarán distribuidos de tal forma que la vivienda este bien ventilada e iluminada.





La vivienda estará ubicada de tal forma que la iluminación sea natural y se aproveche en las diferentes estaciones del año, para que en invierno las diferentes zonas de la vivienda se mantengan cálidas y en verano frescas

**De esta forma se reduce:**

- El costo de producción de energía eléctrica para iluminar la vivienda y mantenerla fresca con aire acondicionado o calefacción.
- Los costos por pago de energía eléctrica y las emisiones de gas invernadero por la producción de electricidad.
- La utilización de energías fósiles para generar energía eléctrica.

**Se obtienen los siguientes beneficios:**

- Se mantiene fresca o cálida según la estación del año e iluminada de una forma natural toda la vivienda.
- Se evita la utilización de energías fósiles para generar electricidad y por consiguiente se mejora la calidad del aire.
- Se evita la sobreexplotación de mantos acuíferos, áreas de reserva, zonas de cultivo, etc. para la producción de energía eléctrica

**F).- Biodigestores.**

Este sistema de tratamiento de desechos orgánicos se ubicará en la zona más abierta del fraccionamiento y expuesta al aire, debido a que en ellos se genera el gas metano que se utilizará cuando sea necesario dentro de la vivienda como combustible. El sistema e instalación, así como el funcionamiento de éste tipo de biodigestor se encuentra explicado en el capítulo III.8.

**De esta forma se reduce:**

- El costo de producción del gas LP, porque ya no se utilizaría tan constantemente.





- Las emisiones de gas invernadero al medio ambiente, por la producción y combustión del gas LP.
- La explotación de materias no renovables como el petróleo.

**Se obtienen los siguientes beneficios:**

- Se abate en un 65% el costo por uso de gas LP.
- El costo de inversión se recupera en un tiempo considerable, quedando solamente el costo por mantenimiento.
- Se regula y mantiene la tala inmoderada de árboles y la sobreexplotación de bancos de petróleo, ocasionando de esta forma un clima más equilibrado.

**G).- Planta de Tratamiento.**

La planta de tratamiento de aguas residuales se ubicará en la zona especificada para ella, preferentemente en la zona de tránsito del viento, dentro del fraccionamiento y dotará de agua tratada a todas las viviendas del mismo.

Este sistema de tratamiento de agua tratará el agua que se descarga de las viviendas y la que queda del rehúso del agua de lluvia, reutilizando de esta forma el agua tratada tantas veces como sea necesario. Las especificaciones de la planta de tratamiento se encuentran en el capítulo III.9.

**De esta forma se reduce:**

- El costo de producción de agua potable.
- La sobreexplotación de mantos acuíferos y reservas naturales.
- La erosión de grandes extensiones de terreno por falta de árboles debido a la ubicación de presas para producir agua potable.



**Se obtienen los siguientes beneficios:**

- Se administra mejor el uso de agua y se emplea para más gente.
- Se mantienen y regulan las reservas de agua dulce que tenemos.
- No se contaminan los cuerpos de agua como son: cauces, ríos, lagos, lagunas, islas, islotes, océanos, mantos acuíferos, etc.

**H).- Concreto ecológico.**

Este tipo de concreto se utilizará en todas las calles y avenidas del fraccionamiento y se adaptará un sistema de recolección de agua de lluvia principalmente, para reutilizarla en las viviendas, en puntos clave del fraccionamiento se dejará infiltrar al subsuelo para recargar los mantos acuíferos de la zona. Todas las especificaciones de éste concreto se encuentran en el capítulo III.4

**De esta forma se reduce:**

- El costo por producción de agua potable.
- La sobreexplotación de mantos acuíferos y cuerpos de agua.
- La contaminación del ambiente por la producción y conducción del agua potable a las zonas rurales y urbanas.

**Se obtienen los siguientes beneficios:**

- Se ayuda a la recarga de los mantos acuíferos de la zona.
- No se contaminan los cuerpos de agua.
- Se permite una mejor conducción en las vías de tránsito y por consiguiente se reduce el índice de accidentes automovilísticos cuando llueve.





## I).- Rehúso y separación de residuos sólidos.

En cada vivienda se contará con una serie de tres contenedores de residuos sólidos, seleccionados específicamente en: Orgánicos, Inorgánicos y Sanitarios, identificados con un color distintivo para cada uno.

Los residuos orgánicos se reciclarán para su uso en los biodigestores de cada vivienda y el fertilizante producto de los mismos se utilizará en los jardines, árboles, áreas verdes y áreas de reserva.

Los residuos inorgánicos se subdividirán en cinco grupos, los cuales una vez clasificados se recolectarán los de todo el fraccionamiento y se venderán para su reciclaje y rehúso posterior, excepto las pilas y baterías, las cuales se depositan en un lugar especial indicado por el municipio. Los grupos se clasificarán de la siguiente forma:

- 1.- Papel y cartón
- 2.- Plástico y hule
- 3.- Vidrio
- 4.- Madera
- 5.- Pilas y baterías

Los residuos sanitarios se mandarían al relleno sanitario municipal para su tratamiento especial.

### De esta forma se reduce:

- Los costos de mantenimiento y almacenaje de los rellenos sanitarios municipales.
- La contaminación del medio ambiente producido por focos de infección debido a la mezcla de residuos sólidos que se convierten en basura y





producen una gran cantidad de lixiviados, los cuales se infiltran al subsuelo contaminando los mantos acuíferos.

- Las emisiones de gas invernadero producidas por los residuos sólidos orgánicos.

#### **Se obtienen los siguientes beneficios:**

- Se reutilizan los residuos sólidos inorgánicos y no se contamina al medio ambiente.
- De los residuos sólidos orgánicos se provee a los biodigestores, para seguir produciendo más gas metano, al mismo tiempo que produce fertilizante natural que sirve como abono.
- Se obtiene una ganancia económica por la venta de los residuos sólidos inorgánicos separados.

#### **J).- Árboles Frutales.**

Dentro de las áreas verdes se utilizarán árboles frutales y en algunas zonas como andadores y jardines de las viviendas se colocarán pequeños arbustos. La intención de sembrar árboles frutales es generar una cultura de respeto por la naturaleza y al mismo tiempo, obtener una variedad de frutos para el autoconsumo de las personas que habiten en el fraccionamiento.

Para ello se contará con un diseño de control para mantener siempre en buenas condiciones a los árboles frutales, utilizando el fertilizante de los biodigestores como abono, el agua de riego de la planta de tratamiento y el colector de agua pluvial, etc.

#### **De esta forma se reduce:**

- La contaminación al aire del medio ambiente por el bióxido de carbono.
- La deforestación de la zona.





- Las sequías prolongadas por falta de árboles.

#### **Se obtienen los siguientes beneficios:**

- Se mantiene un clima templado durante un período más largo de tiempo durante el año.
- Se obtienen precipitaciones más continuas y por lo tanto se recupera constantemente el agua dentro del fraccionamiento por los medios antes mencionados.
- Se obtienen frutos de la temporada durante todo el año, sin costo alguno.

#### **K).- Área de invernadero**

Se tiene contemplada un área para colocar un invernadero que produzca una variedad de vegetales acordes a la zona de influencia donde se ubique el fraccionamiento. Tomando como base que contamos con las herramientas necesarias para mantener en buenas condiciones un invernadero, la zona dentro del fraccionamiento cumplirá con las condiciones ideales para tal efecto. Además, se podrá utilizar un sistema de riego similar al de los árboles frutales para abastecer al invernadero.

#### **De esta forma se reduce:**

- La erosión de extensiones de tierra relativamente pequeños.
- La contaminación producida por el bióxido de carbono.
- La falta de agua para recarga de mantos acuíferos.

#### **Se obtienen los siguientes beneficios:**

- Se genera mayor área cultivable y por lo tanto, se produce que existan más precipitaciones por año.
- Se obtienen vegetales de la temporada durante todo el año, sin costo alguno.





- Se mantiene un equilibrio ecológico entre lo construido y lo natural.

#### **L).- Bordo de almacenamiento.**

Este sistema de captación de agua se ubicará en la parte más baja del fraccionamiento para que de ésta forma se capten las aguas del escurrimiento por gravedad, así como el agua de lluvia, las cuales servirán para almacenarla durante los períodos de estiaje y utilizar como agua de riego.

#### **De esta forma se reduce:**

- El costo de producción de agua potable, así como el servicio de transporte y conducción de la misma.
- La destrucción de grandes extensiones de tierras agrícolas, ganaderas y de reserva ecológica.
- La contaminación por la construcción de presas de grandes tamaños.

#### **Se obtienen los siguientes beneficios:**

- Se preservan los cuerpos de agua, las áreas de reserva, los campos de agricultura y ganadería, así como comunidades enteras.
- Se cuenta con agua en el período de estiaje del año y se mantienen en buenas condiciones de agua los árboles frutales, el invernadero de vegetales, los jardines y las áreas verdes del fraccionamiento.
- Se ayuda al medio ambiente, la naturaleza y a las personas del fraccionamiento por medio del agua captada y servida para producción de alimentos.

#### **M) Lámparas Solares.**

Éstas lámparas se ubicarán de acuerdo al diseño de iluminación del fraccionamiento en las esquinas y lugares necesarios en donde se ocupen dichas lámparas, con la diferencia de que las lámparas tendrán el sistema de captación de los rayos del sol, cargando sus celdas solares durante el día, para que durante





la noche emitan la luz solar e iluminen el fraccionamiento. La ventaja de estas lámparas es que aún cuando haya días nublados las celdas solares absorben la mayor cantidad de rayos ultravioleta del sol para posteriormente funcionar normalmente y este ciclo se repite durante los días de lluvia, sin sufrir algún cambio en la iluminación por la noche.

**De esta forma se reduce:**

- El costo de producción de energía eléctrica.
- La contaminación y las emisiones de gas invernadero por la generación de energía eléctrica.
- La posibilidad de que se quede sin luz el fraccionamiento, en caso de que falle la subestación eléctrica.

**Se obtienen los siguientes beneficios:**

- Se aprovechan de mejor manera las materias primas para generar energía eléctrica.
- Siempre se contará con iluminación en las calles del fraccionamiento, independientemente de que falle o no la subestación eléctrica.
- Se economiza en gran medida el pago de impuesto por electricidad y éste ahorro se puede utilizar para realizar más obras públicas en beneficio de la sociedad.

**N).- Zona de Celdas Solares.**

En el fraccionamiento se contará con una zona en donde se ubicará la cantidad necesaria de celdas solares que capten la energía solar y se almacene para contar con energía eléctrica de reserva para cualquier situación imprevista, éste tipo de medidas aseguran que en el fraccionamiento siempre haya energía eléctrica para cualquier día y a cualquier hora.



**De esta forma se reduce:**

- El costo de producción y conducción de energía eléctrica para el fraccionamiento.
- La contaminación al ambiente por la generación de energía eléctrica.
- El pago de impuestos por el servicio de energía eléctrica.

**Se obtienen los siguientes beneficios:**

- Se contará con energía eléctrica suficiente, hasta para abastecer a otros fraccionamientos cercanos.
- No se contamina en lo absoluto al medio ambiente y por el contrario se fortalecen los lazos entre la naturaleza y el hombre, desarrollándose éste último de manera integral.
- Se aporta en el equilibrio ecológico de la zona y de ésta forma el clima y el entorno son buenos durante todo el año y no hay cambios bruscos de temperatura que afecten a todos.

**O).- Energías Limpias y Renovables**

En éste siglo que se avecina para todos los países que estamos en vías de desarrollo, se requiere que se tomen en cuenta y con mucha responsabilidad la utilización de energías limpias y renovables que la naturaleza nos proporciona, de las cuales depende en gran medida el éxito de nuestro crecimiento y fortalecimiento como país desarrollado, principalmente en el cuidado del medio ambiente, al cual nos estamos acabando.

La energía es el motor para reactivar todo la tecnología que podamos desarrollar, y que mejor si es energía limpia y renovable como lo es: la energía solar, eólica, hidráulica, térmica, y algunos combustibles como el etanol que puede sustituir a la gasolina y al diesel, todas éstas son opciones muy viables que podemos explotar perfectamente porque en nuestro país contamos con los recursos naturales para hacerlo, ¿entonces qué estamos esperando?, hagamos





un esfuerzo por cambiar la forma de pensar y pensemos en nuestros hijos y la sociedad entera, que son los que se enfrentarán en pocos años al cambio climático y sus consecuencias si no hacemos algo por remediarlo, ahora es el momento y nosotros somos los que estamos viviendo éste presente, así que de nosotros depende que siga igual o que les demos una luz de esperanza y cambio a las nuevas generaciones.

Todos estos conceptos se mezclan en uno solo y dan como resultado la **“Integración y Desarrollo Sustentable para Fraccionamientos”**, mismo que tiene tres ejes prioritarios:

- 1.- Ser un ejemplo de desarrollo urbano sustentable;
- 2.- Mejorar la calidad de vida de las personas; y
- 3.- Cambiar el pensamiento constructivo urbano convencional a sustentable.





## CAPÍTULO VII

### CONCLUSIONES

El desarrollo urbano sustentable se entiende como el proceso de evolución de los centros poblacionales y se traduce en el mejoramiento del nivel de bienestar social y se realiza de acuerdo a dos vertientes: el mejoramiento de la gestión urbanística y la planeación participativa de las obras y proyectos.

Por tal motivo, la participación en la elaboración de las normas y programas que regulen y controlen, pero que además estimulen, promuevan y hagan efectivo el desarrollo de fraccionamientos sustentables para un desarrollo urbano integral más ambiental, depende en gran medida de tres sectores: el gobierno, la iniciativa privada y la sociedad.

Para ello, podemos comenzar por analizar las **leyes, normas y reglamentos** que se encuentran actualmente en las diferentes instituciones que tienen que ver con el desarrollo urbano sustentable, como son: la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Energía (SENER), Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), Banco Nacional de Obras (BANOBRAS), Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda de los Trabajadores (INFONAVIT), Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), entre muchas otras, para que con la participación de éstos tres sectores representados por investigadores, especialistas y conocedores del tema, puedan resolver de forma integral la problemática del lento avance en el desarrollo urbano sustentable y se puntualice de manera contundente en los temas que hay que atacar para desarrollar un programa nacional de desarrollo urbano sustentable (PNDUS) que mejore las condiciones actuales en que nos encontramos y por supuesto, recuperar el terreno perdido en este tema, que no es poca cosa, y competir de manera equitativa con países desarrollados en una nueva cultura ambiental que beneficia al mundo entero.





De esta forma y para comprender de manera sencilla la propuesta de una “Integración y Desarrollo Sustentable Para Fraccionamientos” se hará una comparativa de los beneficios sociales, ambientales, políticos y económicos que se obtienen con respecto de un fraccionamiento convencional.

		FRACCIONAMIENTO CONVENCIONAL		FRACCIONAMIENTO SUSTENTABLE	
<b>SOCIAL</b>	Costo	\$300,000	5	\$600,000	2
	Servicios	BUENO	3	MUY BUENO	4
	Calidad de materiales	BUENO	3	MUY BUENO	4
	Confort	REGULAR	2	MUY BUENO	4
	Bienestar	REGULAR	2	MUY BUENO	4
	Calidad de vida	REGULAR	2	MUY BUENO	4
	<b>Subtotal</b>		<b>17</b>		<b>22</b>
<b>AMBIENTAL</b>	Reciclaje de residuos sólidos	BAJO	2	ALTO	4
	Rehúso de residuos sólidos	BAJO	2	ALTO	4
	Uso de energías renovables	MUY BAJO	1	ALTO	4
	Uso de materiales ecológicos	BAJO	2	ALTO	4
	Separación de materia orgánica	BAJO	2	ALTO	4
	Uso de energías fósiles	MUY ALTO	1	BAJO	4
	Espacios ergonómicos	BAJO	2	ALTO	4
	Cantidad de energía usada	ALTO	2	BAJO	4
	Contaminación	MUY ALTO	1	BAJO	4
	<b>Subtotal</b>		<b>15</b>		<b>36</b>
<b>POLÍTICO</b>	Disminución de la demanda de viviendas en México	BAJO	2	INTERMEDIO	3
	Disminución de pobreza	BAJO	2	INTERMEDIO	3
	Generación de empleo	BAJO	2	ALTO	4





	<b>Subtotal</b>		<b>6</b>		<b>10</b>
<b>ECONÓMICO</b>					
	<b>Total</b>		<b>38</b>		<b>68</b>
	<b>Costo-Beneficio</b>		<b>950</b>		<b>1700</b>

*Tabla comparativa de un fraccionamiento sustentable contra un fraccionamiento convencional.*

Como se puede observar en la tabla anterior, en los cuatro rubros evaluados (social, ambiental, político y económico) la propuesta que aquí se plantea de un Fraccionamiento Sustentable, supera al doble a un fraccionamiento convencional y mejora en gran medida los aspectos evaluados hasta convertirlos en una calidad de vida de primer mundo. Por eso es de suma importancia analizar a fondo dicha propuesta para perfeccionarla y que a través del conocimiento de los beneficios que se obtienen con éste tipo de fraccionamientos, hagamos a un lado la cultura de la contaminación, el desperdicio, el conformismo y exijamos más normas de calidad a las autoridades correspondientes, para que a través de la legislación competente se logren implementar el uso de todos estos factores que hacen posible la construcción de un Fraccionamiento Sustentable, y de esta forma se regule la construcción de dichos inmuebles en beneficio de todos.

La propuesta de éste trabajo de investigación, tiene como finalidad encauzar el reordenamiento de desarrollos urbanos sustentables que cuentan con los lineamientos técnicos, políticos y socio-económicos para llevarse a cabo, mismos que se tomen en cuenta como parte del PNDUS adecuando las partes que sean necesarias en beneficio siempre de las personas, únicamente hace falta la coordinación, participación y voluntad de querer hacer las cosas por parte de los tres sectores que conformamos éste “equipo de trabajo”, solamente de ésta forma, trabajando de manera coordinada podremos llevar a cabo ésta propuesta en beneficio de la sociedad mexicana y del mundo entero.





## BIBLIOGRAFÍA

1. Procesamiento de la basura urbana; Autor: Rodolfo Trejo Vázquez; Editorial: Trillas.
2. Construya su propio calentador solar; Autor: Stu Campbell; Editorial: G. Gili.
3. El Huerto biológico; Autor: Aubert; Editorial: Integral Barcelona, página 252.
4. Ingeniería Civil; Colegio de Ingenieros Civiles de México (CICM); Desarrollo urbano y vivienda sustentable para una vida da calidad, página 20.
5. Construcción y tecnología; Colegio de Ingenieros Civiles de México (CMICM); Sustentabilidad, página 40.
6. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain; Autores: Abad M., P. Noguera y S. Bure´s.
7. Ecocreto internacional, S.A. de C.V.
8. El huerto familiar ecológico; Autor: Mariano Bueno; Editorial: Integral.
9. Ingeniería ambiental; Autor: Gerard Kiely; Editorial: Mc Graw Hill.
10. Amigos de la tierra: compostaje doméstico; proyecto ezkabarte.
11. Reciclaje y compostación aeróbica Vs Reciclaje y digestión anaeróbica alta en sólidos; Autor: Asociación colombiana de ingeniería sanitaria; Editorial: Acodal, página 31.
12. Agua y termalismo.
13. Universidad de Sonora.
14. Organización de las naciones Unidas.
15. Unidos por el clima.
16. Vivienda sustentable en México; Autor: Instituto de ingeniería de la UNAM.
17. SEDESOL; SEMARNAT; SENER; CONAVI; BANOBRAS; INFONAVIT; SHF.
18. Concreto translúcido.
19. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM).
20. Bioresource Technology, página 77.
21. Landesanstalt für Landtechnik; Technische Universität München-Alemania.





22. Energía hoy; Editorial: El despertador; Estadística y análisis de la construcción, página 76.
23. Alianza flotillera; Editorial: Alianza editores; Biocombustibles, el futuro de la movilidad, página 12.
24. Muy interesante; Editorial: Televisa S.A. de C.V. Nuevas energías para el nuevo siglo XXI, página 3.
25. Apuntes de Ingeniería Ambiental; Autor: Dr. Julio Cesar Orantes Ávalos; Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

#### REFERENCIAS DE LA RED

1. [www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)
2. [www.sociedadesod.org.br](http://www.sociedadesod.org.br)
3. [www.macingeneria.cl](http://www.macingeneria.cl)
4. [www.yobiogas.com](http://www.yobiogas.com)
5. [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)
6. [www.paot.org.mx/residuos](http://www.paot.org.mx/residuos)
7. [www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)
8. [www.aqualimpia.com](http://www.aqualimpia.com)
9. [www.cecu.es](http://www.cecu.es)
10. [www.velux.com.ar](http://www.velux.com.ar)
11. [www.uia.mx/prensa](http://www.uia.mx/prensa)
12. [www.fundases.org](http://www.fundases.org)
13. [www.ciceana.org.mx](http://www.ciceana.org.mx)
14. [www.asselum.com](http://www.asselum.com)
15. [www.fundacionsustentable.org/](http://www.fundacionsustentable.org/)
16. [www.echale.com.mx](http://www.echale.com.mx)
17. <http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a014.html>
18. <http://www.energia-solar.com.mx/>
19. <http://biodigestores.org/category/biodigestores-en-el-mundo/>





## ÍNDICE

	Pág.
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II ANTECEDENTES.....	3
CAPÍTULO III INGENIERÍA MEDIOAMBIENTAL	
III.1 Consumimos más.....	11
III.2 El CO2 ha aumentado.....	13
III.3 ¿Son las energías renovables la solución a los problemas del cambio climático?.....	14
III.4 Concreto ecológico.....	17
III.5 Calentadores solares.....	31
III.6 Captador de agua pluvial.....	37
III.7 Energía fotovoltaica.....	39
III.8 Biodigestores, generadores de gas metano y fertilizante.....	52
III.9 Plantas de tratamiento.....	61
III.10 Espacios ergonómicos.....	68
CAPÍTULO IV INTEGRACIÓN ECOLÓGICA	
IV.1 La gestión de los residuos orgánicos.....	78
IV.2 El principio de la separación en origen.....	80
IV.3 El compostaje.....	81
IV.4 El compostaje doméstico.....	87
IV.5 Rehuso de residuos sólidos.....	95
IV.6 Reciclaje de residuos sólidos.....	103
IV.7 Biomasa.....	109
IV.8 Biodigestores.....	111
CAPÍTULO V DESARROLLO SUSTENTABLE	
V.1 Aspectos a tener en cuenta en una edificación sostenible.....	114
V.2 Torre Cuajimalpa, la torre verde de la Ciudad de México (Meir Lobaton y Kristjan Donaldson).....	116
V.3 Siete prototipos de vivienda sostenible (Luis de Garrido).....	117
V.4 Green Box, la vivienda-jardín con menor consumo energético de todo el mundo (Luis de Garrido).....	132
V.5 La casa híbrida, el nuevo concepto de la arquitectura bioclimática (Konyk Studio).....	134
V.6 ¿Qué es una casa pasiva?.....	137
V.7 La casa saludable.....	139





CAPÍTULO VI	FRACCIONAMIENTOS SUSTENTABLES	
VI.1	La Ingeniería ecológica: 10 principios.....	145
VI.2	Entran en auge edificios verdes.....	148
VI.3	Propuesta de fraccionamiento sustentable.....	149
CAPÍTULO VII	CONCLUSIONES.....	164
BIBLIOGRAFÍA.....		167

