



UNIVERSIDAD VILLA RICA

ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

“BIOCONSTRUCCIÓN”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

OMAR RIVERA HOLTZHEIMER

Director de Tesis

ING. JUAN SISQUELLA MORANTE

Revisor de Tesis

ING. JOSE VLADIMIRO SALAZAR SIQUEIROS

BOCA DEL RIO, VER.

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS:

A mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida y de mi formación como persona, gracias por sus consejos y por guiarme siempre por buen camino, gracias por sus regaños que me forjaron fuerte y me mantuvieron centrado en mis objetivos y mis metas.

Gracias Mamá por confiar en mí, y por procurar que siempre tuviera todo lo necesario para llegar a ser un hombre de bien, por tu cariño y tus consejos sinceros que siempre están llenos de razón.

Gracias Papá por tu firmeza y por tu dureza a la hora de tomar decisiones, gracias a ello, he alcanzado mis metas y siempre me he mantenido firme en mis decisiones.

A mi Familia que siempre están apoyándome y alentándome a salir adelante.

A mis amigos que siempre están cuando los necesito, que son los que me motivan a salir adelante, que me hacen ver la realidad de las cosas.

A mis maestros por el tiempo que me brindaron enseñándome lo necesario para convertirme en profesionalista, de cada maestro me llevo algo y estoy muy agradecido con ellos porque son una parte fundamental dentro de mi formación educativa.

A todas aquellas personas que creen en mi les doy gracias de todo corazón y quiero decirles que no los voy a defraudar que seguiré adelante hasta conseguir mis metas y ser alguien muy reconocido.

Por último y no menos importante le doy gracias a Dios, por darme vida, salud, y la oportunidad de conocer a muchas personas que han sido muy importantes en mi vida, por darme unos padres como los que tengo en estos momentos y unos amigos de lujo.

Gracias Dios

Gracias Familia

Gracias Amigos

Esto es por Mí y para Ustedes.

ÍNDICE

	Pág.
Introducción	1
Capítulo I. Metodología	
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos	4
1.4 Hipótesis	4
1.5 Tipo de Estudio	4
1.6 Alcance	5
Capítulo II. Marco Teórico	
2.1 Bioconstrucción	6
2.2 Materiales de Bioconstrucción	9
2.2.1 Materiales utilizados en la Estructura	11
2.2.1.1 Arcilla	11
2.2.1.2 Piedra	12
2.2.1.3 Adobe	13

2.2.1.4	Tapial	14
2.2.1.5	Paja y Fibras Vegetales	15
2.2.1.6	Tierra	16
2.2.1.7	Madera	17
2.2.1.8	Ladrillo Ecológico	22
2.2.1.9	Materiales Reciclados de Plástico	23
2.2.1.10	Cob	26
2.2.2	Materiales utilizados como Aislantes	30
2.2.3	Materiales para instalación eléctrica	40
2.2.4	Materiales para acabados	46
2.2.4.1	Imprimaciones	46
2.2.4.1.1	Pinturas y Barnices Naturales	48
2.2.4.2	Decoración	51
2.2.4.3	Suelos	54
2.2.5	Materiales para Fontanería	56
2.2.6	Tubería de Drenaje	60
2.3	Efectos de los Materiales sobre el Medio Ambiente	65
2.4	Criterios de Bioconstrucción	71
2.4.1	Orientación	71
2.4.2	Localización	73
2.4.3	Distribución de espacios y electrodomésticos	74
2.4.4	Gestión del agua	77
2.4.4.1	Planta de Tratamiento Sanitaria “Toha”	79
2.4.5	Gestión de la energía	81
2.4.6	Gestión de residuos generados	85
2.4.7	Gestión del aire	86
2.5	Construir con Tierra	88
2.6	Biovivienda. Casas Bajo Tierra	96
2.7	Casas Ecológicas o Bioclimáticas	100
2.8	Casas Prefabricadas	107

2.9 Construcción Sostenible	110
2.10 Aspectos a Tener en Cuenta de una Construcción Sostenible	113
2.11 Evaluación de Impacto Ambiental	114
Capítulo III. Conclusiones	116
Capítulo IV. Glosario de Términos	119
Capítulo V. Bibliografía	123

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Amasado de Arcilla	11
Figura 2. Block de Arcilla	11
Figura 3. Piedras	12
Figura 4. Piedras Apiladas	12
Figura 5. Muro de Adobe	13
Figura 6. Secado de Ladrillos de Adobe	13
Figura 7. Construcción Muro de Tapial	14
Figura 8. Muro de Tapial	14
Figura 9. Construcción con Paja	15
Figura 10. Casa de Paja	15
Figura 11. Casa de Textil Relleno de Tierra	16
Figura 12. Construcciones con Tierra	16
Figura 13. Cabaña de Madera	17
Figura 14. Estructura de Madera	17
Figura 15. Ladrillos Ecológicos	22
Figura 16. Ladrillos Ecológicos Huecos	22
Figura 17. Muros de Embases de Plástico	23
Figura 18. Casa Hecha con Embases de Plástico	23
Figura 19. Casa hecha de Cob	26
Figura 20. La construcción de Cob es una Actividad Altamente Cooperativa	27
Figura 21. Tapón de Corcho comúnmente utilizado en Vinos	32
Figura 22. Rollo de Cáñamo	32
Figura 23. Fibra Aislante de Cáñamo	32

Figura 24. Rollos de Tela de Lino	33
Figura 25. Cinta de lino	33
Figura 26. Panel de Madera Tipo Sandwich	33
Figura 27. Panel de Madera-Cemento	33
Figura 28. Celulosa	34
Figura 29. Aislante de Celulosa	34
Figura 30. Lana	34
Figura 31. Manta Armada aislante de Lana	34
Figura 32. Arlita Expandida	35
Figura 33. Tabique de Arlita	35
Figura 34. Tubería de Vidrio Celular	35
Figura 35. Vidrio Celular	35
Figura 36. Silla de Fibra de Coco	36
Figura 37. Fibra de Coco	36
Figura 38. Algodón	36
Figura 39. Algodón Prensado en rollo	36
Figura 40. Rollo de Paja	37
Figura 41. Fardo de Paja	37
Figura 42. Panel de Lana de Roca	37
Figura 43. Aplicación de Lana de Roca	37
Figura 44. Instalación de Lana de Vidrio	38
Figura 45. Rollo de Lana de Vidrio	38
Figura 46. Poliestileno Extruido	38
Figura 47. Modo de Empleo del Poliestileno	38
Figura 48. Poliuretano Proyecto en Exterior	39
Figura 49. Poliuretano Proyecto en Interior	39
Figura 50. Aceite de Linaza	48
Figura 51. Pinturas Ecológicas	49
Figura 52. Bambú	51

Figura 53. Banca hecha de Bambú	52
Figura 54. Piedra Papel	52
Figura 55. Alfombra de Lana	54
Figura 56. Alfombra de Lana con Látex	54
Figura 57. Tubos y Conectores de PVC	56
Figura 58. Tubos y Conectores de Polipropileno	56
Figura 59. Tubo de Polipropileno	57
Figura 60. Tubo de Polietileno	59
Figura 61. Tubo de Polietileno Flexible	59
Figura 62. Bolsa de Polietileno	59
Figura 63. Tubo de Concreto	60
Figura 64. Junta Hermética	60
Figura 65. Corte de Fosa Séptica	62
Figura 66. Fosa Séptica	62
Figura 67. Impacto Ambiental Sobre la Tierra	65
Figura 68. Campaña de Reciclaje	66
Figura 69. Incidencia de los Rayos Solares	71
Figura 70. Ubicación	73
Figura 71. Distribución de Espacios	74
Figura 72. Distribución de Muebles	74
Figura 73. Recolector de Agua de Lluvia	77
Figura 74. Planta de Tratamiento de Aguas	79
Figura 75. Paneles Solares	81
Figura 76. Fuentes de Aprovechamiento de Energía	81
Figura 77. Calentador Solar	82
Figura 78. Molinos Eólicos	83
Figura 79. Generador de Energía Hidráulica	83
Figura 80. Clasificación de La Basura	85
Figura 81. Recicla el Planeta	85

Figura 82. Ventilación Natural	86
Figura 83. Ventilación de Vivienda	86
Figura 84. Casa de Tierra	88
Figura 85. Pueblo de tierra. Marruecos	89
Figura 86. Muros Interiores Hechos de Tierra	92
Figura 87. Casa Bajo Tierra	96
Figura 88. Cueva	97
Figura 89. Casa en Cueva	98
Figura 90. Casa Bioclimática	100
Figura 91. Casa Ecológica	100
Figura 92. Orientación de una casa de acuerdo al Sol	103
Figura 93. Orientación de Tejado y la Fachada	103
Figura 94. Ventilación Cruzada	104
Figura 95. Logo de Reciclaje	105
Figura 96. Botellas de Plástico PET	106
Figura 97. Campaña de Reciclaje de PET	106
Figura 98. Muro de Llanta	106
Figura 99. Casa Prefabricada	107
Figura 100. Transportación de Casa Prefabricada	108

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 Tabla de Cables Afumex, (Nombre comercial, Designación Genérica, Norma de diseño, Dibujo y Aplicaciones)	42 – 45

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción tiene una gran responsabilidad, debido al gran impacto directo e indirecto que tiene sobre el medio ambiente. El crecimiento sin control de las ciudades, la producción de cemento, acero, el transporte de materiales, la climatización de los edificios y los residuos generados en su producción, ejecución y posterior uso, son agentes contaminantes, cuya magnitud y daño deterioran constantemente el medio ambiente.

La Bioconstrucción, como su nombre lo dice es un exoesqueleto vivo, que respira y reacciona a las estaciones del año y zona geográfica, aprovechando al máximo los recursos naturales locales. Reduce su impacto ambiental local y global, interactuando con la naturaleza y cuidando de las personas.

Una de sus principales metas es la eficiencia, usando energías renovables no convencionales, materiales de bajo impacto ambiental como principales componentes en su construcción y reutilización de residuos. En la naturaleza el concepto de basura no existe, todo es parte del ciclo natural de la vida, esta es una creación exclusiva de los seres humanos, propia de nuestra falta de cultura ambiental.

La Construcción Ecoeficiente, Bioconstrucción o Construcción Ecológica, no pretende ser un camino alternativo sino inclusivo. Un lugar donde convergen las técnicas ancestrales, con la información de otros países, generando un rubro interdisciplinario, dentro del cual todos tienen algo que decir y aun más importante, algo que hacer.

“No nos preocupemos más... ¡ocupémonos!”

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

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

Los materiales ecológicos en una vivienda hacen que ésta tenga más calidad. Muchos productos que podemos aplicar en bioconstrucción se han utilizado y se utilizan en proyectos de alto nivel como restauración de palacios y viviendas de lujo. Y se aplican por su alto nivel de calidad; por ejemplo, los morteros de cal y los estucos, las pinturas al silicato, los barnices naturales, etc. Además son más duraderos por lo que a la larga ahorraremos dinero.

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.

CAPITULO 1:

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

En la actualidad debido al rápido crecimiento de la población se urbanizan zonas que antes eran selvas, manglares, lagunas o aéreas naturales destinadas como pulmón de la zona siendo un ecosistema variado de flora y fauna; en lugar de estas zonas se están construyendo fraccionamientos con cientos de casas construidas de mampostería y concreto de las cuales menos del 20% de ellas se preocupan por conservar áreas verdes o por generar un bajo impacto ambiental. Dañando por ende el entorno ecológico de la zona.

1.2 JUSTIFICACIÓN:

Tomando como punto de partida esto, se escogió el tema de Bioconstrucción debido a que mucha gente aun tiene conciencia y busca ayudar al ambiente tratando de reducir el daño que se le ejerce a la tierra; y como ingeniero civil me interesa exponer algunas alternativas de construcción de viviendas utilizando el criterio de bajo impacto ambiental, utilizando sistemas y técnicas de construcción que garanticen una vivienda saludable y en armonía con el medio ambiente de la zona.

1.3 OBJETIVO:

En esta investigación se pretende conocer las diferentes alternativas de construcción de viviendas utilizando materiales propios de bioconstrucción, dando una breve explicación de estos y enfocándonos a los más utilizados. Así como sus ventajas y desventajas.

1.4 HIPÓTESIS:

Se busca hacer una comparación entre los diferentes tipos de materiales utilizados en la bioconstrucción, respecto a su proceso de fabricación, coste, mano de obra, instalación, vida útil, ventajas y desventajas. Todo esto con el fin de que en un futuro se puedan implementar en la construcción de fraccionamientos con viviendas de bajo impacto ambiental, utilizando la bioconstrucción.

1.5 TIPO DE ESTUDIO:

Es un estudio Documental, Descriptivo y Experimental Documental, porque vamos a analizar información acerca de lo que es la bioconstrucción; Descriptivo, porque vamos a mostrar las cualidades, atributos y características de los diferentes materiales que se utilizan en la bioconstrucción, y Experimental porque se va a analizar el efecto que se producirá por la utilización de estos materiales conocidos como de bajo impacto ambiental o reciclados.

1.6 ALCANCE:

Este trabajo busca ofrecer una fuente de información mediante la cual los ingenieros constructores incluyan en sus diseños y construcciones, materiales de bajo impacto ambiental y al mismo tiempo ampliar el conocimiento escaso que se tiene acerca de lo que es la bioconstrucción.

CAPITULO 2.

2.1 BIOCONSTRUCCIÓN

Reciben el nombre de bioconstrucción los sistemas de edificación o establecimiento de viviendas, refugios u otras construcciones, mediante materiales de bajo impacto ambiental o ecológico, reciclados o altamente reciclables, o extraíbles mediante procesos sencillos y de bajo costo como, por ejemplo, materiales de origen vegetal. Se presentan estos sistemas como alternativas a las industrias contaminantes y para crear edificios de bajo impacto ambiental, y generalmente de menor costo de fabricación. Debe entenderse como menor costo de construcción la posibilidad de la autoconstrucción, es decir, que el usuario construya el mismo su refugio, puesto que los sistemas de construcción que se describen a continuación son muy poco conocidos por la mayoría de los constructores, con riesgo de que el resultado sea deficiente. Por otro lado, si se emplea mano de obra pagada para fabricar los elementos constructivos (como los adobes) resultan más caros que los fabricados en una planta industrial.

La Bioconstrucción se basa en las tradiciones de construcción con materiales primarios propios del lugar a edificar, como pueden ser el adobe (mezcla de arcillas, fibras vegetales y a veces excrementos secos) o piedra.

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.

La Biología de la construcción contempla la casa como un organismo, como la extensión y el reflejo de nuestras funciones vitales, mismas que han de poder sostener y favorecer una vida autónoma que a su vez se vierta en la renovación y evolución de la actividad creadora humana.

Dentro de la Bioconstrucción convergen especialidades como la Arquitectura Bioclimática; que toma en cuenta el emplazamiento y la orientación de la edificación para aprovechar al máximo los recursos naturales de luz, calor y refrigeración, la Construcción Sostenible; que usa materiales de bajo impacto ambiental como: fardos de paja, tapial, madera certificada, pinturas y barnices naturales, pisos de arcilla, techos vivos, **estucos**¹ de arcilla, impermeabilización exterior con cal y jugo de tuna, materiales de demolición y reutilización de residuos domésticos como material de construcción, entre otros.

Geobiología, a través de la **Radiestecia**² y **Feng Shui**³; técnicas milenarias que estudian el mejor lugar para el emplazamiento de una construcción y entrega recomendaciones para un diseño interior más armónico. Permacultura; que es un sistema de herramientas de diseño para la creación de asentamientos humanos sostenibles, produciendo los alimentos necesarios para satisfacer las propias necesidades imitando los patrones de la naturaleza.

Desde el punto de vista socio-económico, la Bioconstrucción, es más rentable que una vivienda convencional, debido a que la materia prima es más "barata" pero a su vez es más intensiva en mano de obra, por lo que en vez de consumir materiales altamente industrializados, genera más empleo y los trabajadores aprenden técnicas de autoconstrucción. Los gastos en mantención son muy reducidos debido a que los materiales son naturales y están "vivos" por lo que son flexibles a los cambios de temperatura y humedad. Existe un ahorro de hasta un 35% en las cuentas debido al buen comportamiento climático de los materiales, correcta aislación y emplazamiento del inmueble.

La Bioconstrucción tiene aspiraciones biológicas económicas y sociales, cuya finalidad es que la vivienda tenga un rol de conector entre las personas y su entorno, apuntando a un estilo de vida que se incorpora a los ciclos naturales, que cuida de las personas y el medio ambiente.

2.2 MATERIALES DE BIOCONSTRUCCIÓN

La bioconstrucción plantea la construcción como un organismo que nace y, tras una vida útil, acaba por morir y descomponerse, y que a lo largo de todo su ciclo vital intercambia materia y energía con el medio que lo rodea.

Para minimizar el impacto de la bioconstrucción sobre el entorno es imprescindible utilizar materiales que no sean contaminantes en ningún momento de su ciclo de vida; que puedan reutilizarse, reciclarse o diseminarse en el entorno sin degradarlo; que no consuman mucha energía en su producción; y que no requieran mucha energía para ser transportados hasta la obra.

Muchos de los materiales de la arquitectura tradicional cumplían ya estos requisitos. También los cumplen materiales modernos surgidos de la necesidad de alcanzar y mejorar las prestaciones de los materiales convencionales sin perjudicar al medio ambiente. Al final, cada bioconstrucción es el resultado de la creatividad humana para aplicar unos criterios de ahorro y salud para las personas, utilizando los materiales que también garanticen la salud del medio ambiente.

Los materiales ecológicos en una vivienda hacen que ésta tenga más calidad. Muchos productos que podemos aplicar en bioconstrucción se han utilizado y se utilizan en proyectos de alto nivel como restauración de palacios y viviendas de lujo. Y se aplican por su alto nivel de calidad: por ejemplo los morteros de cal y los **estucos**¹, las pinturas al silicato, los barnices naturales, etc. Además son más duraderos por lo que a la larga ahorraremos dinero.

Para la estructura podemos elegir piedra, bloques y ladrillos de cerámica, tierra (adobe, tapial, bloques de tierra estabilizada) y madera (maciza o en paneles); esta elección depende del diseño que se realice en función a los materiales que podamos encontrar en la zona.

Los aislamientos son muy importantes en bioconstrucción y siempre utilizamos materiales naturales como corcho, celulosa, fibras vegetales (cáñamo, madera, lino, fibra de coco, paja y algodón); el más usado es el corcho aunque últimamente la celulosa y la fibra de madera se están abriendo camino.

Los paramentos, tanto exteriores como interiores, pueden ser trabajados con morteros de cal, yesos naturales o arcillas; los dos primeros son fáciles de encontrar y de aplicar.

Ventanas, puertas y vigas deben ser de madera tratada con productos naturales y provenientes de talas controladas.

Tanto las pinturas y barnices de exterior como de interior deben ser naturales, transpirables y que no emitan gases tóxicos. Todo el edificio debe transpirar y las pinturas sintéticas no lo hacen, produciendo condensaciones y humedades.

A la hora de la instalación eléctrica debemos tener en cuenta la importancia de disponer de una buena toma de tierra, una instalación en forma de espiga y no colocar cables eléctricos por la cabecera de las camas para evitar el campo eléctrico.

2.2.1 MATERIALES UTILIZADOS EN LA ESTRUCTURA

Los bioconstructores disponen de una variedad de materias primas y tecnologías para edificar la estructura de los edificios. La elección en cada caso dependerá, entre otros, del clima, los materiales disponibles localmente, la arquitectura tradicional de la zona, la energía necesaria para obtener el material y al emplazamiento de la construcción, y el impacto local de los materiales una vez terminada la vida útil de la vivienda, entre otros factores.

2.2.1.1 ARCILLA



Fig. 1 Amasado de Arcilla



Fig. 2 Block de Arcilla

Si existe un elemento en bioconstrucción por excelencia, este es la arcilla. Desde hace miles de años ha sido utilizada con diversos destinos, y por sus innumerables cualidades, es uno de los principales elementos constructivos utilizados en la construcción ecológica. La arcilla, por su naturaleza porosa permite que las superficies de un edificio respiren de manera que la humedad salga hacia el exterior. Por lo tanto, es ideal para construcciones ecológicas. La arcilla, también modera la variación de la temperatura interior y la humedad mediante la absorción y difusión del calor, y del vapor de agua. Los beneficios no son sólo para los ocupantes, sino también para el propio edificio ya que la absorción del exceso de humedad impide el deterioro de la estructura y reduce el riesgo de putrefacción de la madera. La

arcilla también absorbe los olores y es un eficaz aislante acústico. A mayor granulometría de arcilla utilizado mayor serán estos efectos beneficiosos. Los productos modernos de arcilla utilizados en bioconstrucción son principalmente ladrillos o bloques, en sus diferentes formatos, pero, además de éstos, existe también la posibilidad de realizar acabados con **revocos**⁴, o utilizar paneles de arcilla en sustitución de los clásicos paneles de cartón-yeso para la terminación interior.

2.2.1.2 PIEDRA



Fig. 3 Piedras



Fig. 4 Piedras Apiladas

La piedra es un material de construcción muy noble, y su demanda no cesa de aumentar. Desde el punto de vista de la bioconstrucción, la piedra reúne varias ventajas:

- Larga vida, con poco mantenimiento y reparaciones infrecuentes.
- Buena insonoridad.
- Buena inercia térmica, que disminuye la oscilación de la temperatura interior – siempre que las paredes igualan o superan los 50 cm.

- Buena protección contra el calor del verano.

En contraposición, las desventajas de la construcción a base de piedra incluyen:

- Construcción más lenta
- Mayores costes de mano de obra.
- Riesgo de deterioro por humedad.
- La sobreexplotación e insostenibilidad de muchas de las canteras de procedencia.
- La cantidad de energía necesaria para llevar a cabo la construcción.

En todo caso, es necesario evitar las piedras graníticas, altamente radiactivas. Por el contrario, es recomendable escoger piedras calcáreas; algunas de ellas poseen, incluso, propiedades neutralizantes de radiaciones terrestres de poca intensidad.

2.2.1.3 ADOBE



Fig. 5 Muro de Adobe



Fig. 6 Secado de Ladrillos de Adobe

El adobe es un ladrillo de barro sin cocer secado al sol. Se compone de arcilla y arena, a los que se añaden aditivos según el tipo de tierra el clima; los más utilizados son la paja y la cal. El mejor es el fabricado en primavera, por su secado homogéneo. El adobe transpira, es **higroscópico**⁵, tiene capacidad de difusión a la vez que una buena capacidad de almacenar frío o calor, por lo que también se utiliza como aislante, resulta cálido y tiene una emisión radiactiva muy baja. Como la arcilla mantiene sus cualidades de absorción de tóxicos intactas, la irradiación del adobe sobre las personas es muy positiva. Además, se trata de un material abundante en cualquier lugar, fácil de trabajar, cuya extracción, uso y desecho no crean problemas al medio, y cuyos costes energéticos son muy bajos. Lo más recomendable es producirlo en el lugar de consumo, si bien existen fabricantes de adobes estabilizados.

2.2.1.4 TAPIAL



Fig. 7 Construcción de Muro de Tapial Fig. 8 Muro de Tapial

El tapial es una técnica que consiste en construir muros con tierra compactada a golpes dentro de un molde de madera. Como el adobe, el tapial transpira, También es **higroscópico**⁵. Como la arcilla, mantiene sus cualidades de absorción de tóxicos intactas, la irradiación del tapial sobre las personas es muy positiva. Además, se trata de un material abundante en cualquier lugar,

fácil de trabajar, cuya extracción, uso y desecho no crean problemas al medio, y cuyos costes energéticos son muy bajos. En el caso de no disponer de una tierra de óptima calidad, es preferible estabilizarla a transportar una mejor desde lugares lejanos.

2.2.1.5 PAJA Y FIBRAS VEGETALES



Fig. 9. Construcción con Paja



Fig. 10. Casa de Paja

La bioconstrucción con balas de paja está muy extendida en Canadá y Estados Unidos, donde existe una variada lista de normas y manuales de obra producidas por agencias federales. Se trata de un material muy práctico, barato, de fácil adquisición, unas cualidades excelentes como aislamiento acústico y térmico, agradable, energéticamente óptimo. De hecho, no hay otro tipo de construcción que recoja tantos valores ecológicos como la construcción con paja.

Sin embargo, la construcción con balas de paja también posee inconvenientes. Aunque aparenta ser fácil, para llevarla a cabo es mejor contar con la ayuda de un profesional, o, al menos, de un experto. Deben seguirse al pie de la letra la regulación respecto a estructuras y prevención de incendios. Quienes utilizan balas de paja pensando que se trata de un material barato, pueden encontrarse con una sorpresa al final de la obra. Es vital que la paja no

llegue a mojarse, puesto que cuando está mojada puede pudrirse o enmohecerse. Además, hay que tener cuidado con los insectos que puedan esconderse en las balas, y con los ataques de los roedores que puedan aficionarse a cavar sus túneles en ellas.

Existen pacas de paja de cereales o hierbas altas como bloques, que se recubren con pastas que incluyen mezclas de cal o arcilla para protegerlos de los agentes externos. Este sistema, aunque pueda parecer muy rudimentario, permite construcciones de gran resistencia y aceptable habitabilidad, con un razonable aislamiento térmico y acústico, lo que permite un mayor ahorro de energía. Existen casas de balas de paja en pie desde hace 150 años. Incluso se ha construido un polideportivo con este sistema en Alemania.

Fibras de cáñamo en aglomerados o morteros con cal, para la preparación de ladrillos de gran fuerza y resistencia al fuego, o una gran variedad de materiales aislantes.

2.2.1.6 TIERRA



Fig. 11 Casa de Textil relleno de Tierra

Fig. 12 Construcción Con Tierra

La tierra es un material ensayado y utilizado durante miles de años que, combinado con otras técnicas constructivas modernas, puede aportar soluciones ecológicas interesantes. La construcción con tierra tiene desde hace algunos años cierto resurgimiento en algunos países, tanto por el creciente

interés en la construcción ecológica, respetuosa con los recursos naturales, como por el descontento con algunos resultados de los sistemas constructivos convencionales. No obstante este tipo de construcción sigue siendo minoritaria dentro del sector, debido a su escasa aplicación a nivel industrial y su mayor coste. Alemania, es uno de los países pioneros en este tipo de iniciativas dentro de Europa.

La utilización de este material responde en general a una cuestión ecológica y las posibilidades son variadas dentro de un mismo proyecto: paneles de acabado interior, revestimientos con gran variedad de tonos y colores, revestimientos de paramentos radiantes, bloques de diferente dimensión, relleno de cerramientos exteriores y elementos de partición interiores de estructura de madera combinada con paja, viruta de madera, aislamiento de **celulosa**⁶ o agregados ligeros. La puesta en obra se realiza en numerosas ocasiones con toda suerte de maquinaria y herramienta especializada, como es el caso de trituradoras para la preparación de suelos, mangueras de proyección para revestimientos de barro, encofrados industriales para el apisonado de muros, etc. Lo que cambia nuestra perspectiva de esa imagen "artesanal" manufacturada a la que a menudo se asocia este material.

2.2.1.7 MADERA



Fig. 13 Cabaña de Madera



Fig. 14. Estructura de Madera

La madera es probablemente la única materia prima renovable que se utiliza a gran escala y en la que su aprovechamiento no daña al medio ambiente.

Es un material que de forma permanente y continua ha estado presente a lo largo de toda la historia de la civilización en casi todas las actividades del hombre.

Su tecnología ha ido evolucionando. Se han mejorado las propiedades de sus productos derivados, han surgido nuevos productos que han ampliado su campo de aplicación y se han complementado con otras materias primas para mejorar sus prestaciones.

Los recursos naturales se empiezan a ver como un bien que ha de administrarse sabiamente, puesto que ha de ser la herencia para las futuras generaciones. Los factores que contempla el “desarrollo sostenido” se podrían resumir en los siguientes:

A)- Ahorro Energético.

La energía necesaria para la fabricación de la madera es nula. El árbol utiliza la energía solar (función clorofílica).

El consumo de energía en el proceso de transformación de la madera es muy inferior cuando se compara con los del acero, aluminio o cemento:

-1 tonelada de madera 430 Kwh (Kilo-Watts-Hora)

-1 tonelada de acero 2.700 Kwh

-1 tonelada de aluminio 17.000 Kwh

B)- Respeto al Medio Ambiente y Equilibrio Ecológico

El aprovechamiento de los bosques ordenados conjuga el aspecto productivo (la obtención de la madera), con el respeto al medio ambiente y la conservación del equilibrio ecológico.

La tecnología desarrollada permite procesos de fabricación en los que se han incorporado los más sofisticados controles para asegurar la calidad en todas sus fases y en el producto final, así como para evitar el deterioro del medio ambiente.

C)- Reciclabilidad y Ahorro de Materia Prima

Una vez finalizado su ciclo de vida, la madera se recicla o se revaloriza como abono o energía calorífica, sin contaminar el medio ambiente. Si se incluyeran los costes de reciclabilidad o eliminación de residuos en el precio de los productos industriales, pocos materiales podrían competir con la madera.

Se puede hablar de un aprovechamiento integral de la madera. La parte que no resulta apta para su incorporación a los procesos productivos, como la corteza, se aprovecha también transformándola en energía.

La Madera Como Material Técnicamente Avanzado

La Madera es un material fabricado por la naturaleza con un elevado grado de especialización y de complejidad. Tiene una estructura tubular hueca cuyos componentes principales son los siguientes:

- La **celulosa**⁶, enrollada helicoidalmente en la pared tubular, con una resistencia a la tracción de 10.000 Kp/cm² (kilopondio/centímetro cuadrado) superior a la del acero.

- La **lignina**⁷, que constituye la masa de la pared tubular, actuando como aglomerante de la **celulosa**⁶, con una resistencia a la compresión de 2.400 Kp/cm², superior a la del hormigón.

Los logros que alcanza la naturaleza con este material se ejemplifican en el árbol de la Ukola. Este coloso del bosque tropical tiene 120 metros de altura con la copa de ramas azotada por el viento, con tan sólo una sección de empotramiento de 6 metros cuadrados. La columna de Trajano, con 40 metros de altura tiene una superficie de apoyo de 9 metros cuadrados y la Torre Eiffel con 300 metros de altura, se apoya en una base de 10.000 metros cuadrados.

A toda esta complejidad y eficacia de su estructura hay que añadir una facilidad y economía de medios para su transformación y trabajo. Las herramientas y los medios de unión son realmente sencillos.

Finalmente son innegables las ventajas estéticas y de calidez de su aspecto que la convierten en un material deseado en cualquier ambiente.

Tecnología

El conocimiento de la madera y el desarrollo de su tecnología en los aspectos de secado, técnicas de tratamiento y transformación permiten garantizar el éxito en su utilización.

Las técnicas del secado permiten conseguir el contenido de humedad que la madera tendrá en el lugar de colocación, de tal forma que se reducen sus movimientos al mínimo.

El origen orgánico de la madera la hace susceptible de ser degradada por organismos **xilófagos**⁸. Este hecho permite considerarla como un material naturalmente biodegradable.

La protección de los materiales de construcción frente a la agresión del medio (tratamiento contra la corrosión del acero, anodizado del aluminio, recubrimientos mínimos en el hormigón armado, etc.), son procedimientos asumidos por la práctica. Sería por tanto injusto pretender utilizar la madera sin ninguna protección, si las condiciones de utilización lo requieren.

La madera es un material combustible a temperaturas relativamente bajas. Este fenómeno, evidente para cualquier persona, crea una desconfianza, generalmente poco meditada, hacia su utilización en la construcción.

Las causas de los incendios no se encuentran generalmente en los materiales estructurales (incluida la madera), sino en los elementos de carácter decorativo, revestimientos, mobiliario, instalaciones hacia las cuales no siempre se mantiene la misma desconfianza.

En el caso de la madera existen razones que permiten un buen comportamiento ante el fuego, en una situación de incendio:

- la baja conductividad térmica hace que la temperatura exterior no llegue rápidamente al interior.

- la carbonización superficial, con una conductividad térmica inferior, aumenta el efecto anterior.

- la dilatación térmica es despreciable.

- los gases de la combustión no son tóxicos

De esta forma es fácil conseguir tiempos elevados de estabilidad al fuego para los elementos estructurales, con el fin de permitir la evacuación del edificio o la extinción del incendio.

La tecnología de la madera laminada, la madera microlaminada y los productos prefabricados de composición mixta, se orientan hacia una especialización y optimización cada vez mayores.

2.2.1.8 LADRILLO ECOLÓGICO



Fig. 15 Ladrillos Ecológicos



Fig. 16 Ladrillos Ecológicos Huecos

Este es un tipo de ladrillo que es amigable con el medio ambiente, está fabricado a base del reciclaje de material, con la idea de ayudar a la industria del hormigón a reducir emisiones de CO₂ en la producción de cemento portland.

La utilización de los Ladrillos ecológicos que reaprovechan la ceniza del carbón, el plástico usado y que convierten la humedad ambiental en agua o que utilizan materiales naturales como el cáñamo o la paja, puede ser una solución más que eficiente para ayudar a minimizar los daños que causamos en el ambiente.

Lo que está claro es que al utilizar estos ladrillos, se reduce el gasto en energía y materias primas que requieren los convencionales, por lo que siempre ayudará a construir casas más ecológicas.

El elemento principal es la ceniza del carbón. Esta procede de centrales termoeléctricas de carbón y se transforma en ladrillo con tan sólo 10 horas de cocción a una temperatura que ronda los 212 grados. Si comparamos eso con las 24 horas y 2.000 grados que se suelen emplear en las materias primas que se utilizan, el avance es muy importante y puede tener efectos muy positivos a mediano y largo plazo.

Se calcula que el ahorro energético se puede cifrar, en tantos por ciento, entre el 80 y el 90%, además de reducirse en un 85% las emisiones de gases de efecto invernadero.

2.2.1.9 MATERIALES RECICLADOS DE PLASTICO



Fig. 17 Muros de Embases de Plástico Fig. 18 Casa Echa de Embases de Plástico

Los plásticos son materiales orgánicos poliméricos, unos naturales como el caucho y la cera y la mayoría artificiales o sintéticos que tienen la propiedad de adaptarse a distintas formas como laminado o hilado.

Principales Características:

- Son baratos.
- Tienen una baja densidad
- Son impermeables
- Aíslan la electricidad
- Aíslan el calor, que no resisten mucho.
- Su quema es muy contaminante
- Son resistentes a la corrosión y a la intemperie.
- Resisten muchos factores químicos
- Son fáciles de trabajar.

Procesos de elaboración

La primera parte de la producción de plásticos es la elaboración de los polímeros en la industria química. Hoy en día la recuperación de plásticos post-consumidor es esencial también. El parte de producción de productos terminados por la industria manufactura actúa sobre los plásticos en forma de grano o resina. Más frecuentemente se utiliza varias formas de moldeo (por inyección, compresión, rotación, inflación, etc.) o la extrusión de perfiles o hilos.

Actualmente tiene un gran auge la construcción de Casas hechas con botellas de plástico perfectamente apiladas.

“La casa ecológica de botellas”, es un proyecto auto sustentable, que reúne elementos interesantes, creativos e ingeniosos, que permiten reflexionar y tratar de cambiar nuestra conducta ambientalista.

Estas paredes construidas con botellas, se pueden revocar como una casa normal, de los dos lados, y comprobamos que, se transforma en paredes térmicas y acústicas, con lo cual no se transfiere el frío, el calor o los ruidos con facilidad, esto es una alternativa para mejorar, o remplazar algunas casas precarias, como las que vemos en distintas poblaciones, con un valor agregado muy importante, como sabemos muchos asentamientos, tienen casitas pegadas una al lado de otra, cuando una prende fuego, se terminan quemando algunas mas, porque son de uso normal los materiales como el cartón, la madera o el plástico negro, que son extremada inflables, comparando, la botellas de plástico, al ponerles fuego se derriten, o achicharran, pero no propagan el fuego o llama, como los otros materiales, con lo cual la casa queda más segura o confiable, ante cualquier incendio no propagara el fuego a las casa vecinas, incluso para darle más seguridad contra incendio es solo cargar las botellas enteras una pequeña cantidad de tierra, arena, o agua que si tiene la desventura que ataca el fuego las botellas se destruyen pero se liblara la tierra, arena o el agua y controlara el fuego.

2.2.1.10 Cob



Fig. 19 Casa hecha de Cob

El cob es un material de construcción cuyos componentes son arcilla, arena, paja y barro común de tierra. En tal sentido el cob es muy semejante al adobe y al tapial, teniendo aproximadamente las mismas proporciones de materiales constituyentes. El proceso de fabricación del cob permite que las construcciones realizadas no requieran ser transformadas previamente en ladrillos, sino que, al igual que en el tapial, el conjunto se construye a partir de los cimientos, en muros de un solo bloque.

Según sus promotores, el cob es incombustible y resulta antisísmico; lo innegable es que se trata de un material muy económico, ecológico, resistente a los agentes climáticos y, por su ductilidad, fácilmente trabajable y moldeable.

El cob, dada su ya indicada ductilidad, puede asimismo ser utilizado para crear formas artísticas, esculturales y está siendo reconsiderado desde fines del siglo XX e inicios del presente siglo XXI como un modo bastante natural y muy eficaz de edificación para viviendas.



Fig. 20 La construcción con cob es una actividad altamente cooperativa

El cob es un material de construcción muy antiguo, existe, junto con el adobe y el tapial, desde al menos inicios del neolítico, utilizado en la prehistoria por algunas poblaciones humanas sedentarizadas. Las estructuras de tierra (cob o mismo material con diversos nombres) se pueden encontrar en zonas muy distantes entre sí, diversas culturas, y los más distintos climas. También se encuentran muchas edificaciones de cob en Gran Bretaña en donde existen hogares aún habitados contruidos hace 500 años.

En general, la construcción con tierra tipo cob es más propia de climas húmedos, mientras que la técnica del adobe y el tapial es característica de climas más secos y soleados. Esto se debe a las dificultades para secar los ladrillos o adobes en los climas más lluviosos.

Técnica

Tal como se ha indicado, el cob puede parecer muy semejante al adobe, sin embargo a diferencia del adobe, el cob no requiere de ladrillos o bloques premoldeados ni una posterior sillería en donde se asientan los ladrillos.

A su vez, la diferencia con el tapial es el proceso de compactado, que en el cob es más rústico, pues la mezcla se compacta en el suelo, mientras que en el tapial la tierra se encofra y se compacta "in situ" sobre el propio muro.

Tradicionalmente el cob es una mezcla de arcilla con paja y agua establecida sobre sólidos cimientos cavados (preferentemente sobre un suelo con subsuelo rocoso). Para homogeneizar y compactar tal mezcla se utilizaban bueyes que la pisoteaban (práctica denominada cobbing). Posteriormente, cuando la masa tomaba la suficiente consistencia y homogeneidad, los trabajadores iban alzando y modelando las paredes. La elevación de las paredes progresa según el tiempo de presecado que tuvo la mezcla (si está demasiado húmeda no sirve; si está demasiado seca tampoco: debe tener una consistencia moldeable aunque no muy líquida). Después del secado y suficiente consolidación de las paredes, el paso siguiente es el "ajuste" o precisado de tales paredes.

En efecto, las paredes se ajustan a relativamente pocos elementos estructurales, como **jambas**⁹ y **dinteles**¹⁰ con las que se realizan las puertas, colocadas como estructurantes o elementos de consolidación, por medio de los cuales las paredes toman las formas definitivas.

En Gran Bretaña con un clima muy húmedo, bastante ventoso, temperaturas casi nunca elevadas y poco sol, las paredes de las edificaciones antiguas en cob poseían grosores aproximados entre 50 y 60 cm, una vez construidas las paredes, las ventanas eran convenientemente excavadas el espacio vacío de las ventanas no debía ser demasiado grande, aunque sí convenía que estuviera orientado hacia los puntos más iluminados por el sol, dando a los hogares el aspecto interno abrigado que le es característico.

El material y espesor de estas paredes con alto valor de aislamiento térmico facilita que las temperaturas en los interiores se mantengan bastante estables: en verano o durante los días cálidos bastante frescas, y cálidas en los días fríos.

Llama la atención del cob que pese a los materiales con los que se compone, éste se mantenga perfectamente firme en climas muy húmedos y lluviosos.

Aunque no es indispensable, al cob se le suele dar un acabado con revoco o con cal, según las costumbres tradicionales o los gustos personales. Se pueden realizar fácilmente relieves artísticos en las paredes, siempre y cuando estos no sean bajorrelieves muy profundos que puedan debilitar la estructura.

En la actualidad el trabajo de los bueyes para el cobbing es fácilmente substituido por máquinas, aunque en lugar de ellas tal cobbing suele ser efectuado por los seres humanos en cooperativa.

En el presente las viviendas de cob suelen incluir sistemas de calefacción, iluminación, etc.; ecológicos y autosustentables; por ejemplo paneles solares, y vanos (puertas y ventanas) orientados hacia el punto de mayor soleamiento si el lugar posee temporadas frías. Por ejemplo en el Hemisferio Sur la orientación de los vanos es preferentemente hacia el norte o mejor aún hacia el noreste; mientras que en el Hemisferio Norte la orientación es hacia el sur y sureste.

En zonas cálidas se plantea la construcción con techos elevados preferentemente en bóveda de cañón ya que tal diseño facilita la ventilación al mismo tiempo que refuerza la estructura, y los vanos orientados sesgadamente respecto al ángulo de incidencia de la luz solar, procurando que haya buena ventilación en lo posible por convección, situando los dormitorios en los pisos superiores. En las zonas cálidas también se suelen blanquear las paredes externas o, al menos, los contornos de las ventanas y las puertas.

2.2.2 MATERIALES UTILIZADOS COMO AISLANTES

Los edificios intercambian calor y humedad con el medio exterior a través de sus suelos, techos y paredes. El uso de materiales aislantes retrasa estos intercambios y ayuda a mantener unas condiciones habitables en el interior de los edificios. Sin embargo, es importante utilizar los materiales aislantes como un complemento a la aplicación de los criterios de la bioconstrucción y no como soluciones en sí mismos.

El aislamiento es una forma relativamente sencilla de lograr una serie de beneficios para un edificio, sus ocupantes y el medio ambiente local y mundial. El aislamiento funciona, pero debe tenerse en cuenta una serie de cuestiones. Lo ideal sería que un edificio debe estar libre de corrientes de aire, pero debe permitirse la “respiración” natural del mismo. En ningún caso debemos querer construir casas simulando el habitáculo de una nevera.

Lamentablemente, las nuevas casas se están convirtiendo cada vez más en habitáculos completamente herméticos, incluso sellados a la evacuación del vapor de agua que se produce en el interior de las viviendas. Esto trae muchos aspectos negativos para el edificio y sus ocupantes. Si usted piensa reformar o construir su casa, una ligera mejora en la regulación de la humedad puede ser producida por la utilización de materiales aislantes ecológicos.

Las construcciones tradicionales tienen la ventaja de estar concebidas de tal forma que pueden respirar, “de forma natural” como consecuencia de los materiales utilizados. Si en la rehabilitación de estos edificios se introducen aislamientos industriales modernos, entonces la humedad puede quedar atrapada, lo que provoca el deterioro del edificio debido a la putrefacción y a la producción de un ambiente interior insano, propicio para el crecimiento y la transmisión de bacterias y virus.

En cuanto a medida ecológica y salud del hábitat, obviamente la opción más recomendable sería el corcho, ya que es un material renovable, reciclable, de baja energía incorporada y saludable. Además, en nuestro país se trata de un producto de origen y producción local.

En general, podemos distinguir entre un grupo de aislantes más “ecológicos” y, por otro lado, un conjunto de productos que, pese a sus buenas propiedades aislantes, resultan cuestionables ambientalmente. A continuación se hace una lista de los aislantes existentes. Su capacidad de aislamiento se define por el coeficiente de conductividad térmica (k) y también los comparamos por su energía incorporada, es decir, por la cantidad de energía que necesitan para su fabricación.

Aislantes sanos y aconsejables ambientalmente

Corcho. Existe en forma de virutas para rellenar cavidades, en forma de paneles de corcho prensado o incluso proyectado para cubiertas o revestimiento de superficies. Se obtiene de la corteza de los **alcornoques**¹¹.



Fig 21. Tapón de Corcho comúnmente utilizado en los vinos

Cáñamo. Fibra de rápido crecimiento y fácil cultivo con la que se elaboran mantas aislantes, naturales y transpirables.



Fig. 22. Rollo de Cáñamo



Fig. 23. Fibra Aislante de Cáñamo

Lino. Planta de cultivo fácil y de bajo impacto, que permite obtener fibras aptas como aislante y fibras para la elaboración de textiles.



Fig. 24. Rollos de Tela de Lino



Fig. 25. Cinta de Lino

Madera. Los paneles de fibras de madera suelen aprovechar residuos del procesamiento de la madera o pequeñas ramas, por lo que serían compatibles con un aprovechamiento respetuoso del bosque. Existen paneles con fibras gruesas de madera resinosa aglomeradas con yeso o cemento blanco o paneles ligeros de pequeñas fibras



Fig. 26. Panel de Madera Tipo Sandwich



Fig. 27. Panel Madera-Cemento

Celulosa. Se trata de residuos de papel que se reciclan en forma de aislante para el aislamiento de cámaras de aire. Aunque requiere ser tratada con sustancias químicas para evitar el moho y protegerla del fuego, tiene muy buenas propiedades aislantes, es ligera y requiere poca energía para su fabricación. Se utiliza suelta o inyectada con manguera.



Fig. 28. Celulosa



Fig. 29. Aislante de Celulosa

Lana. Material natural obtenido de las ovejas, que incluso mejora su capacidad de aislamiento cuando se humedece. Es una buena opción si se puede encontrar un proveedor y fabricante local.



Fig. 30. Lana



Fig. 31. Manta Armada Aislante de Lana

Arlita (arcilla expandida), perlita y vermiculita (feldespatos y rocas expandidas). Aislantes minerales que requieren más energía para manufacturarse pero son totalmente naturales e inertes, sin ningún componente tóxico añadido. La perlita se utiliza para el llenado de cámaras de aire.



Fig. 32. Arlita expandida



Fig. 33. Tabique de Arlita

Vidrio celular. Material ligero y rígido, que se emplea en cubiertas y se fabrica con vidrio reciclado.



Fig. 34. Tubería de Vidrio Celular



Fig. 35. Vidrio Celular

Otros materiales naturales aislantes son:

Fibra de Coco, fibra residual con la que, además de otros productos, se realizan mantas aislantes, aunque es más adecuada en los lugares en los que sea un producto local.



Fig. 36. Silla de Fibra de Coco



Fig. 37. Fibra de Coco

Algodón, con el que también se realizan mantas aislantes, aunque en muchas ocasiones las condiciones de cultivo no son tan respetuosas como en el caso de otras fibras vegetales.



Fig. 38. Algodón



Fig. 39. Algodón Prensado en rollo

Por último, merece una mención especial:

La Paja. Tradicionalmente, son conocidas las características de confort pasivo y aislamiento de las casas de paja o de las de adobe (realizadas con bloques de barro y paja). Actualmente existen paneles manufacturados de paja y yeso para interiores.



Fig. 40. Rollo de Paja



Fig. 41. Fardo de Paja

Aislantes cuestionables ambientalmente:

Lana de roca. Aislante mineral obtenido tras la fusión de roca a altas temperaturas y la incorporación de aditivos y aglomerantes, para su transformación en productos fibrosos como mantas. Junto con la lana de vidrio, forma el grupo de aislantes de fibras minerales, los más empleados en los edificios.



Fig. 42. Panel Lana de Roca



Fig. 43. Aplicación de Lana de Roca

Lana de vidrio. Son paneles rígidos realizados con residuos de vidrio. El problema ambiental de las lanas minerales son las pequeñas fibras que se desprenden en su fabricación e instalación, que son respirables y se asocian con problemas de conjuntivitis, irritaciones cutáneas y problemas pulmonares para los trabajadores, y que incluso podrían ser cancerígenas. Por ello, requieren una serie de medidas de seguridad para su fabricación, instalación y desmantelamiento, aunque una vez colocadas en las viviendas no existiría este problema.



Fig. 44. Instalación de Lana de Vidrio



Fig. 45. Rollo de Lana de Vidrio

Poliestireno Extruido. El conocido aislante blanco y de bajo peso, en forma de planchas o paneles o bien suelto. Requiere una gran energía para su fabricación y es un material sintético obtenido a partir del refinamiento del petróleo.



Fig. 46. Poliestireno Extruido



Fig. 47. Modo de Empleo del Poliestireno

Poliuretano. Material de elevadísima capacidad aislante pero de origen 100 % petroquímico, con alta carga química y fabricación costosa en energía. Existe en planchas o en forma de espuma de poliuretano que se proyecta.



Fig. 48. Poliuretano Proyectado Ext.



Fig. 49. Poliuretano Proyectado Int.

En definitiva, las materias primas naturales (corcho, cáñamo, fibras, madera) como las de origen vegetal son las de menor huella ambiental. Son renovables a escala humana y reintegrables en la naturaleza. En cambio, los aislantes sintéticos no son renovables y tienen un proceso de fabricación más intensivo en energía. A veces incluyen componentes que pueden ser tóxicos para los trabajadores y para el medio y su reciclaje es costoso o imposible. Desgraciadamente, en el sistema de mercado actual, que no internaliza estas cuestiones, estos aislantes son los más económicos y de mayor distribución.

2.2.3 MATERIALES UTILIZADOS PARA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las instalaciones eléctricas deben seguir tres principios:

1. Evitar el PVC, minimizar los campos eléctricos y magnéticos es decir, la contaminación eléctrica, y la eficiencia energética. Algunas alternativas para el cableado son el uso de polietileno, polipropileno o una mezcla de ambos recordando siempre pedir material libre de halógenos o de baja emisión de humos.





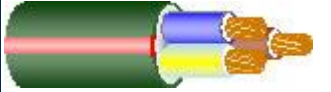
2. Para minimizar la contaminación eléctrica es imprescindible una buena toma de tierra de menos de 5 ohmios a la que deben conectarse todas las tomas de enchufes y luminarias; los circuitos deben derivarse del cuadro en estrella, nunca en anillo; deben evitarse aparatos de gran consumo.

3. En cuanto a la iluminación, deben utilizarse bombillas de bajo consumo o fluorescentes equipados de balastro electrónico. Además, las lámparas cuyo espectro imita la luz solar ayudan a evitar trastornos derivados de la falta de luz natural.

Los cables eléctricos no parecen ser susceptibles de ayudar a la conservación del medio ambiente, pero esto no es así; existen cables ecológicos para que la electricidad de nuestras viviendas ponga también su granito de arena a la hora de colaborar con el planeta. Se trata de los llamados cables Afumex; en su composición sólo se han utilizado materiales libres de PVC. Son productos aptos para todo tipo de ubicaciones: casas particulares, centros educativos, oficinas.


Además, son totalmente sostenibles. Están libres de halógenos, no desprenden ni emiten gases contaminantes ni corrosivos, su emisión de humos opacos es muy reducida y están preparados para evitar la propagación y difusión del fuego, lo que además hace que sean una estupenda medida de seguridad para los edificios.

Tabla 1.1 Tabla de Cables Afumex

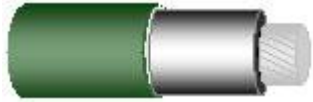
Nombre comercial	Designación genérica	Tensión nominal	Norma diseño	Dibujo cable	Aplicaciones
Afumex 750 V (AS) Quick System	ES05Z1-K / ES07Z1-K	300/500 V /450/750 V	UNE 211002		Derivaciones individuales (ITC-BT 15), locales de pública concurrencia (ITC-BT 28), industrias (R.D. 2267/2004), cableado interior de cuadros (ITC-BT 28), locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29) y para todas las instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20)
Afumex Haz (AS)	ES07Z1-K	450/750 V	UNE 211002		Derivaciones individuales (ITC-BT 15)
Afumex Paneles Flexible (AS)	H07Z-K	450/750 V	UNE 21027-9		Cableados de paneles, armarios de cuadros y bastidores de relés.
Afumex Paneles Rígido (AS)	H07Z-R	450/750 V	UNE 21027-9		Centralización de contadores (ITC-BT 16), cableados de paneles, armarios de cuadros y bastidores de relés.
Afumex 1000 V (AS) Iris Tech Quick System	RZ1-K	0,6/1 kV	UNE 21123-4		Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14), derivaciones individuales (ITC-BT 15), locales de pública concurrencia (ITC-BT 28), industrias (R.D.



					2267/2004), locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29) y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT-20).
Afumex Mando 1000 V (AS)	RZ1-K	0,6/1 kV	UNE 21123-4		Derivaciones individuales (ITC-BT 15)
Afumex Firs 1000 V (AS+)	SZ1-K / RZ1-K	0,6/1 kV	UNE 21123-4		Servicios de seguridad no autónomos, servicios con fuentes autónomas centralizadas (ITC-BT 28), ventiladores en garajes, aparcamientos y cocinas industriales (NBE-CPI 96)
Afumex Firs Detecsignal (AS+)	SOZ1-K	300/500 V			Conexión de centrales de detección de incendio con alarmas, detectores y pulsadores (ITC-BT 28).
Afumex Múltiple 1000 V (AS)	RZ1-K	0,6/1 kV	UNE 21123-4		Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28), industrias (RD 2267/2004) y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
Afumex O Signal (AS)	RC4Z1-K	300/500 V	VDE 0250		Transmisión de señales de control, instrumentación y telemando de instalaciones fijas, robótica, servomecanismos,

					automatismos. Y para todas aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
--	--	--	--	--	---

Afumex H07ZZ-F (AS)	H07ZZ-F	450/750 V	UNE 21027- 13		Ferías y stands (ITC-BT 34), servicios provisionales y servicios móviles en locales de pública concurrencia (ITC-BT 28) y, para todos los servicios móviles en los que se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
---------------------------	---------	--------------	---------------------	--	---

Afumex Varinet (AS)	RZ1KZ1-K	0,6/1 kV	UNE 21123-4		Interconexión entre variadores de frecuencia y motores.
------------------------	----------	----------	----------------	--	---

Al Afumex 1000 V (AS)	AL RZ1	0,6/1 kV	UNE 21123-4		Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14), derivaciones individuales (ITC-BT 15), locales de pública concurrencia (ITC-BT 28), industrias (RD 2267/2004) y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
--------------------------	--------	----------	----------------	--	---

<p>UTP Afumex (AS)</p>	<p>UTP</p>	<p>IEC 61156; EN 50288-6 IEC 11801 2ª Ed EN 50173 2ª Ed EIA/TIA 568 B.2.1</p>		<p>Redes de cableado para voz y datos en categorías, 5E, 6...</p>
<p>FTP Afumex (AS)</p>	<p>FTP</p>	<p>IEC 61156; EN 50288-5; IEC 11801 2ª Ed; EN 50173 2ª Ed; EIA/TIA 568 B.2.1</p>		<p>Redes de cableado para voz y datos en categorías, 5E, 6...</p>

2.2.4 MATERIALES UTILIZADOS PARA ACABADOS

Hay acabados exteriores e interiores. En ambos casos, deben transpirar, pues los litros de agua diarios que transpiran las personas en forma de vapor deben poder salir al exterior: de otro modo, se producen condensaciones.

Los acabados exteriores deben ser:

- Resistentes a la erosión, sobre todo la provocada por el sol y por la lluvia.
- Impermeables al agua líquida, pero no al vapor de agua.

Por su parte, los acabados interiores deben ser:

- Poco conductivos, lo que se traduce en calidez al tacto y baja emisividad térmica, que a su vez aumenta el confort y disminuyen los gastos de calefacción.
- No deben emitir partículas tóxicas, y su emisión radioactiva debe ser lo más baja posible.

2.2.4.1 IMPRIMACIONES

Actualmente se conocen más de 50.000 sustancias tóxicas usadas en la construcción y decoración de viviendas, gran parte de ellas se encuentran precisamente en las pinturas, barnices, fungicidas e insecticidas que se han venido usando durante las últimas décadas y que se siguen comercializando a pesar del conocimiento de los efectos nocivos de muchos de sus componentes.

A principios de los años setenta, justo en el momento en que se dan a conocer los problemas ocasionados por el uso de pinturas con componentes nocivos, se formaron las primeras empresas dedicadas a la fabricación de

pinturas naturales. Su objetivo primordial es el de ofrecer una alternativa a los productos convencionales, sustituyendo la química nociva por la llamada química suave cuya base son las materias primas naturales de origen vegetal y mineral. Con la finalidad de diferenciar las pinturas naturales de las convencionales o incluso de las llamadas "ecológicas", se establecen unos puntos comunes que se pueden resumir en los puntos siguientes:

El fabricante de pinturas naturales declara la composición en cada uno de sus productos con el objetivo de evitar problemas de alergia y conceder al consumidor su derecho a saber lo que está consumiendo.

La elaboración de los productos es totalmente respetuosa con el medio ambiente, tanto en la producción como en el reciclaje de materias primas y embalajes. Las pinturas naturales no contienen sustancias nocivas y en ningún caso desprenden gases tóxicos, ni en su producción ni en su aplicación.

Siguen los principios de la bioconstrucción: son transpirables y **difusibles**¹² al vapor de agua, son buenos reguladores de la humedad y las superficies tratadas no se cargan electrostáticamente.

Las pinturas naturales ofrecen toda la gama de productos que interviene en los tratamientos de superficies: fungicidas e insecticidas naturales, protectores para la carpintería exterior, tratamientos para suelos de madera, corcho, etc. con una calidad técnica igualable e incluso superior a la de las pinturas convencionales.

2.2.4.1.1 PINTURAS Y BARNICES ECOLÓGICOS

Las pinturas y barnices ecológicos actuales utilizados en bioconstrucción, son similares en apariencia y facilidad de aplicación a sus homólogos convencionales petroquímicos. Las pinturas naturales, por lo general tienen una base de aceite de linaza, en combinación con otros aceites naturales, resinas, pigmentos y disolventes como por ejemplo el aceite de **trementina**¹³, que hace que los revestimientos sean a la vez flexibles y biodegradables.

En bioconstrucción, se utilizan barnices naturales para la madera, que suelen estar compuestos de aceite de linaza hervido o sin hervir (aceite de linaza grado superior). El aceite de linaza, tienen excelentes cualidades como protector, además de permitir respirar a la madera. Los barnices naturales respetan los microporos de la madera, y permite el paso a través de ellos, de la humedad interior de la madera, sin dejar de ser impermeable a los agentes externos, lo que reduce el riesgo de descamación, ampollas, etc. y puede ayudar a reducir la humedad y la condensación.



Fig. 50. Aceite de Linaza

También existen ecopinturas o pinturas ecológicas para exterior. Su formulación, se basa en la estabilización del silicato de sodio que se une químicamente con su sustrato, creando un recubrimiento resistente, que es menos probable que se agriete, rompa o descascarille.

La base de fondo para madera, se basa en aceites naturales (similares a los encontrados en la madera de forma natural), estos penetran profundamente y pueden mejorar la adherencia de la pintura, gracias a la unión con las resinas ya presentes. La aplicación de estos aceites acondiciona y rejuvenece las maderas castigadas y envejecidas, además de formar una capa repelente al ataque de insectos y hongos.



Fig. 51. Pinturas Ecológicas

Las pinturas ecológicas utilizadas en la bioconstrucción, debido a que no contienen componentes “plásticos” en su formulación, también previenen la electricidad estática, lo que significa menos polvo, (un problema para personas con alergias). Estas pinturas también están libres de química de síntesis. Muchos disolventes sintéticos están clasificados como agentes cancerígenos, y durante la aplicación de estos disolventes, se puede exceder los niveles

recomendados hasta en siete veces. Las resinas de vinilo que se encuentran en los productos convencionales de PVC (Policloruro de Vinilo) pueden dañar los pulmones, el hígado y la sangre, irritan la piel y posiblemente causar cáncer.

Las pinturas petroquímicas, también contienen muchos otros productos dañinos, como estabilizantes, conservantes, etc. En la fabricación, también está presente la contaminación. Solamente en la producción de una tonelada de pintura petroquímica, pueden producirse hasta 10 veces esa cantidad en residuos. Por el contrario, los fabricantes de pinturas naturales intentan mantener la generación de residuos al mínimo.

Las pinturas naturales, por lo general, son nuevas formulaciones que están basadas en “recetas” antiguas.

Las pinturas a la cal, son útiles en los proyectos de restauración tradicional, pero pueden igualmente ser utilizados en obra nueva. Están especialmente pensados para usos en condiciones ambientales húmedas. Las formulaciones modernas, usan el aceite de linaza en vez de la tradicional cola o PVC.

Las paredes interiores basadas en pinturas ecológicas transpirables, presentan una buena permeabilidad de vapor de agua y están diseñadas para su uso en el hogar o la oficina moderna, así como en proyectos de restauración que apliquen criterios de bioconstrucción.

2.2.4.2 DECORACIÓN

- La madera es el material ecológico por excelencia por ser biodegradable y poco contaminante, pero tiene el inconveniente que para su obtención hay que talar árboles con la consiguiente deforestación. Afortunadamente, hoy en día, existen marcas comprometidas con el medio ambiente que utilizan madera procedente de explotaciones que a la vez que talan reforestan bosques.



Fig. 52. Bambú

- El bambú, aparte de bonito y duradero, puede ser una elección magnífica tanto para baños como para cocinas. A diferencia de otras especies vegetales que necesitan más de medio siglo para alcanzar la madurez, los tallos de bambú pueden ser aprovechables a los 6 años de vida. Por esta razón es uno de los materiales favoritos de arquitectos y decoradores ecológicos.

- La innovación también se pone del lado del planeta. Living Green propone la Piedra de papel como alternativa a las encimeras de mármol o aluminio. La Piedra de Papel consiste en una mezcla de papel reciclado y resina a base de agua que se solidifica consiguiendo una superficie que resiste hasta 350 grados y que puede presumir de una gran durabilidad. Este sorprendente material podemos encontrarlo en colores tan sugerentes como el moca, marrón cuero o negro pizarra.



Fig. 53. Banca hecha de Bambú



Fig. 54 Piedra Papel

Se pueden sustituir cosas tan simples como las vajillas de porcelana por platos de bambú o madera, y podemos comprar vasos de cristal reciclado.

- El algodón es lo mejor para tus cortinas, toallas, sábanas y alfombras. Además de ser ideales para personas alérgicas, son el textil que más ayuda al planeta. Aunque el precio del algodón puede ser algo más elevado que el de otros textiles a la larga tanto tu salud como el medio ambiente te lo agradecerán.

Además de elegir muebles hechos de materiales biodegradables, la forma y el diseño de éstos también tienen cierta relevancia. Si cuando compramos nuestros muebles optamos por piezas modulares estaremos dando un paso ecológico ya que la gran versatilidad que normalmente ofrecen estas series nos permiten conformar nuestra propia estructura de acuerdo a nuestro gusto y, si se diera el caso, volver a reorganizar las piezas nuevamente sin tener que desecharlas.

Electrodomésticos

Si bien hace unos años la gama de electrodomésticos que encontrábamos en tiendas especializadas dejaba muy poco margen de maniobra a la hora de hacer nuestra elección más ecológica, hoy en día decidirse por una lavadora o un frigorífico respetuoso con el entorno se ha convertido en una tarea fácil.

Es cierto que el precio de un electrodoméstico puede ser sensiblemente mayor si entra dentro de los denominados “ecológicos”, pero se ha de tener en cuenta que los costes de agua y de electricidad, desde que compramos el aparato hasta que lo desechemos, superan ampliamente el precio de compra del mismo. Por ello, en contra de lo que pudiese parecer, elegir un electrodoméstico con un precio algo superior a la media pero que ahorre energía y agua, a la larga es la mejor manera de ahorrarnos unos pesos. Lavadoras, secadoras, lavavajillas y frigoríficos de bajo consumo convertirán a tu cocina en la mejor amiga del Medio Ambiente.

Alfombras de lana

Las alfombras confeccionadas con lana, están muy extendidas hoy en día, pero el que estén compuestas de lana exclusivamente, no significa que sean totalmente saludables. La mayoría están teñidas con tintes sintéticos y para llevar el prestigioso sello de Woolmark (sello que avala la calidad de la lana), la lana tiene que haber pasado por un riguroso proceso y haber sido tratada con piretroides. Los **Piretroides**¹⁴ actúan como un veneno para el sistema nervioso y su utilización en las alfombras ha sido prohibido en los Estados Unidos durante muchos años. Si la alfombra tiene un recubrimiento posterior de ‘látex’ será más saludable, pero en general no es así, y el recubrimiento posterior suele ser sintético en vez de látex natural, y además contendrá una serie de productos “anti-envejecimiento”, conservantes

y agentes de vulcanización, tales como estireno, un carcinógeno. El **estireno**¹⁵ es responsable de ese olor tan peculiar de las alfombras nuevas.



Fig. 55. Alfombra de Lana



Fig. 56. Alfombra de Lana con Latex

Las alfombras realmente naturales, todavía después de su confección, pueden contener la lanolina de la lana, que actúa como inhibidor de manchas y cuando llega el momento, estas alfombras pueden ser limpiadas sin perjudicar el medio ambiente.

2.2.4.3 SUELOS

- **Suelos de pavimento monocapa**

Fabricado con cemento sin aditivos químicos.

- **Suelos de piedra natural.**

Fabricados con mármol, laja, residuos de canteras.

- **Suelos de corcho natural**

Fabricados con residuos de fábricas de tapones.

- **Suelos de linóleo**

Fabricado con aceite de linaza, harina de madera, yute y resinas.

- **Suelos de arcilla**

Fabricados sin colorantes ni aditivos.

- **Suelos de madera**

Fabricados con maderas recicladas o con maderas con sello FCSC. (Sello que garantiza la explotación sostenible de los recursos madereros).

- **Suelos de tableros de cemento-madera**

Fabricados con restos de maderas y cemento sin aditivos

- **Suelos de goma**

Fabricados con ruedas recicladas y de caucho extraído de árboles.

- **Suelos de bambú**

Fabricado con láminas de bambú es muy resistente y fácil de instalar.

- **Suelos con materiales reciclados**

Recogidos en obras y derribos.

2.2.5 MATERIALES PARA FONTANERÍA

La fontanería convencional usa y abusa del PVC (Policloruro de Vinilo) en las cañerías y tuberías. Los plásticos derivados de la química del cloro, con el PVC a la cabeza, son perjudiciales para la salud y el medio ambiente durante todo su ciclo de vida, y en caso de incendio liberan ácido clorhídrico y otros gases tóxicos.



Fig. 57. Conectores y tubos de PVC

Entre los plásticos no clorados, el polipropileno y el polietileno son las opciones más interesantes. Son mecánicamente más resistentes que el PVC, duran más, se pueden reciclar, su producción es menos contaminante que la de otras alternativas como el cobre o el acero, y además se ensambla fácilmente y no requiere el uso de colas tóxicas.



Fig.58. Tubos y Conectores de Polipropileno

Los plásticos no clorados son especialmente indicados para las tuberías de distribución de agua: no se pueden corroer, se averían menos, son más silenciosos y aíslan mejor la temperatura. Probablemente estos plásticos están destinados a desplazar totalmente al cobre como éste, en su día, sustituyó al acero y éste, a su vez, al plomo.

El polipropileno es un material inerte que posee ciertas características que permiten su reciclaje sin un mayor impacto ambiental. Se trata de un termoplástico semicristalino que se origina a partir de la polimeración de propileno frente a un catalizador estéreo específico. Este material es utilizado para un sin número de productos termoplásticos, los que a su vez, cuentan con las más diversas aplicaciones.



Fig. 59. Tubo de polipropileno

La polimeración del propileno, la base para la producción de polipropileno, fue descubierta en 1954 por el italiano Giulio Natta. Este procedimiento se efectuó por primera vez utilizando catalizadores selectivos, obteniendo un polímero cristalino debido a la alineación de las moléculas de propileno monómero.

Este material fue dado a conocer al mercado el mismo año de su descubrimiento debido a su alto rendimiento de reacción, permitiendo su casi inmediata explotación en el ámbito industrial, la que se produjo en 1957 gracias a la compañía italiana Montecatini.

En nuestros días, el polipropileno, es uno de los termoplásticos más vendidos alrededor del mundo, y se estima que la demanda anual es de unas 40 millones de toneladas. La alta demanda de este material guarda relación con sus propiedades, entre las que se encuentran su gran versatilidad y resistencia química, así como también su baja densidad, su alta dureza, rigidez y resistencia al calor.

Debido a todas estas propiedades el polipropileno se ha posicionado entre uno de los favoritos de la industria, desplazando los lugares que antes eran ocupados por el vidrio, los diferentes metales, e incluso, materiales tan nobles como la madera. Sin embargo, ha desplazado también a otros polímeros de alta demanda como lo son el ABS y el PVC. La producción de polipropileno, en estos días, está a cargo de compañías petrolíferas de todo el mundo, quienes lo producen de forma directa, o bien, indirecta a través de filiales.

El polietileno ha encontrado amplia aceptación en virtud de su buena resistencia química, falta de olor, no toxicidad, poca permeabilidad para el vapor de agua, excelentes propiedades eléctricas y ligereza de peso. Se emplea en tuberías, fibras, películas, aislamiento eléctrico, revestimientos, envases, utensilios caseros, aparatos quirúrgicos, juguetes y artículos de fantasía.



Fig. 60. Tubo de polietileno



Fig. 61. Tubo de polietileno Flexible

Pueden resumirse entonces las principales aplicaciones de los distintos tipos de polietileno en el siguiente cuadro:

Polietileno de baja densidad

película termocontraíble
 envasamiento automático
 bolsas industriales
 film para agro
 bolsas de uso general
 cables eléctricos (aislantes)
 tuberías para riego
 tubos y pomos

Polietileno de alta densidad

caños
 envases soplados
 botellas
 bidones
 contenedores industriales
 cajones
 bolsas de supermercado
 bolsas tejidas
 macetas



Fig. 62. Bolsas de Polietileno

2.2.6 TUBERÍA DE DRENAJE

El desarrollo de materiales para construcción con características ecológicas contribuye a la sustentabilidad de los sistemas; estos productos, además de cumplir eficientemente con las aplicaciones para las cuales fueron creados, presentan como valor agregado la garantía de que ayudan en la preservación del medio ambiente.

En la industria de la construcción en México, especialmente en la instalación de tubería de concreto reforzado para drenaje, toda la producción se elaboraba con especificaciones de punta de mortero, lo cual facilitaba el ensamble de los tubos, pero en ocasiones algunos movimientos o vibraciones de los suelos afectaban estas uniones, lo que provocaba escurrimientos y, según el caso, filtración al subsuelo, lo cual afectaba los mantos freáticos.



Fig. 63. Tubo de Concreto

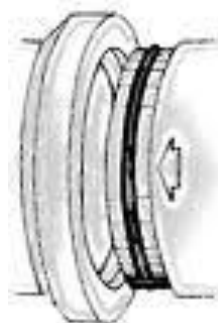


Fig. 64. Junta Hermética

Con el denominado tubo ecológico que presenta una junta hermética de hule se logró superar estas desventajas y ello permitió preservar todo el material que se transporta evitando posibles daños al medio ambiente.

Aunque la utilización del denominado tubo ecológico data de hace 30 años en Estados Unidos, fue hasta 1992 cuando comenzó a tomar auge en México y cuando las autoridades se convencieron de las ventajas de estos materiales se tomó la decisión de cambiar de inmediato a este tipo de tuberías en el manejo de aguas residuales y mantener la de punta de mortero para aguas pluviales.

De hecho, en Estados Unidos estos dos tipos de tuberías coexisten, su importancia radica en que no es conveniente mezclar las aguas de origen pluvial, que por su composición requieren un mínimo tratamiento para ser reutilizadas, con las aguas negras que sí requieren de una depuración intensiva, de esta forma las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden trabajar con mayor eficiencia.

Las principales ventajas que presenta la instalación de tuberías ecológicas son las siguientes:

- No lesionan los mantos freáticos con derrames de aguas negras, lo cual contribuye a prevenir enfermedades como el cólera y la tifoidea, así como a preservar lugares turísticos.
- Su instalación en regiones sísmicas, reduce el enorme costo de cambio de tubería, como es el caso de la junta de mortero cemento, ya que el acoplamiento de hule presenta un máximo de flexibilidad de 10 grados en comparación con el de mortero que es completamente rígido.
- Asimismo el costo de bombeo se reduce en 90 grados debido a que las líneas no se mantienen saturadas, ya que la junta no permite la filtración de líquidos.

Algunos expertos aseguran que una excelente alternativa para solucionar los problemas de la falta de alcantarillado en las ciudades sería la utilización de fosas sépticas ecológicas.

Las fosas son elementos cilíndricos que tienen además de los compartimientos de oxidación, despolimerización, coprolisis y fermentación, dos depósitos horizontales, uno que contiene el caudal líquido que recibe del exterior, y otro donde se acumulan los gases desprendidos que emulsionan en el líquido hasta la saturación presentándose una descompresión; esta fase es repetitiva ya que las fosas no tienen ninguna ventilación, pues operan por respiración anaerobia.

Además de las aguas negras pueden recibir mezclas jabonosas, siempre que la proporción del líquido sea la adecuada.

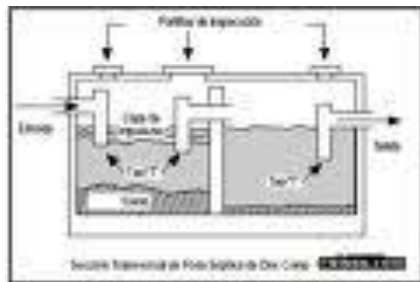


Fig. 65. Corte de Fosa Séptica



Fig. 66. Fosa Séptica

La fosa séptica consta de dos partes:

La primera es un depósito impermeable generalmente subterráneo denominado tanque séptico. El proceso consiste en que al quedar las aguas en reposo, se efectúa la sedimentación y la formación de natas que con el tiempo se reducen en volumen y su carácter altamente ofensivo tiende a desaparecer.

El agua intermedia entre el sedimento y la nata paulatinamente se convierte en un líquido clarificado, a causa de que privada la masa total del aire y de la luz se favorece la vida y reproducción de los seres microscópicos que proliferan en este tipo de ambiente.

Estos microorganismos, al tomar los elementos que necesitan para vivir de la materia orgánica, destruyen su estado sólido y la convierten en líquidos y gases, en una tendencia favorable para la reducción a productos minerales inofensivos de las formas peligrosas de esta materia.

A estos seres se les llama anaerobiosis y el proceso que realizan es el de putrefacción de las materias contenidas en las aguas negras, conocido como proceso séptico. Al ser transformadas las aguas se convierten a una condición tal que si se ponen en contacto con el aire rápidamente se oxidan y se vuelven inofensivas. En este cambio intervienen otras bacterias que tienen su medio de vida en el aire, por lo que reciben el nombre de aerobias.

En segundo lugar, la fosa séptica cuenta con una instalación para oxidar el efluente; ésta consiste en una serie de drenes colocados en el subsuelo de un terreno poroso, por los cuales se distribuye dicho efluente y se oxida al estar en contacto con el aire contenido en los huecos de este terreno. Esto es lo que constituye un campo de oxidación que en algunos casos se sustituye por pozos de absorción.

Tradicionalmente se fabricaban las fosas sépticas con tubos de concreto, que son unos cilindros que asemejan la estructura de los intestinos del ser humano, lo que hace realmente eficiente el sistema, la desventaja que presentaban se basaba en su considerable peso.

Para resolver este problema se desarrollaron unas fosas sépticas con el mismo diseño pero elaboradas con resina poliéster reforzadas con fibra de vidrio, y aunque el costo se incrementó aproximadamente 10 % en relación con las de concreto, en cuestión de facilidad de manejo no tiene comparación ya que son sumamente ligeras y las únicas en su tipo. Además de que son sistemas muy accesibles, una fosa para diez personas tiene un costo de \$ 3,500 pesos.

2.3 EFECTOS DE LOS MATERIALES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Evaluar la dimensión medioambiental de un producto de construcción es intentar calificar y cuantificar el peso de los impactos que se le asocian por el conjunto de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta el final de su vida.

El proceso de fabricación de los materiales de construcción, así como de los productos de los cuales muchos están formados, ocasiona un impacto ambiental. Este impacto tiene su origen en la extracción de los recursos naturales necesarios para su elaboración, incluyendo el proceso de fabricación y el consumo de energía, que deriva en emisiones tóxicas a la atmósfera.



Fig. 67. Impacto Ambiental sobre la Tierra

Dichas emisiones tóxicas, resultan contaminantes, corrosivas y altamente perjudiciales para la salud. Lo que se pretende con la aplicación de los criterios de la construcción sostenible es la construcción de edificios con una disminución de estos materiales y evitar, siempre que sea posible, la utilización de sustancias que al final de su ciclo de vida, originen residuos peligrosos.

Los principales efectos sobre el Medio Ambiente de los materiales utilizados en la construcción son los siguientes:

- Consumo energético;
- Producción de residuos sólidos;
- Incidencia en el efecto invernadero;
- Incidencia en la capa de ozono;
- Otros factores de contaminación ambiental.

Estrategia De Minimización De Impacto Ambiental De Los Materiales De Construcción

Una estrategia óptima para minimizar el impacto ambiental sería aquella que utilizase soluciones que minimizaran de manera equilibrada los efectos que éstos producen sobre el Medio Ambiente, es decir, sobre el consumo de energía, la producción de residuos y la contaminación.

Utilización de materiales reciclables para la producción de los agregados del hormigón en lugar de utilizar materias primas naturales.

Reciclaje de materiales: reutilización de la madera, utilización de materiales reciclados/reutilizados en la construcción de las paredes, techos y suelos; uso de residuos industriales en algunos materiales.



Fig. 68. Campaña de Reciclaj

Cabe destacar que la madera es un recurso natural renovable, que consume poca cantidad de energía en su proceso de transformación como material de construcción, pero los tratamientos de conservación y protección que se apliquen pueden originar emisiones y residuos tóxicos. Las pinturas, disolventes y los tratamientos realizados a la madera plantean importantes riesgos para la salud humana y los perjuicios que supone al ambiente a lo largo de su producción, uso y disposición final.

Reutilización de residuos de otras construcciones o demoliciones, en un nivel de alta calidad y que no sean utilizados en aplicaciones de baja importancia o vertidos en los vertederos.

El impacto ambiental debido al transporte de los materiales supone un coste indirecto en términos de contaminación en cuanto a las emisiones de CO₂ producidas por los gases de escape.

El diseño del edificio y la elección de los materiales se realizará teniendo en cuenta una minimización en la cantidad de materiales que liberen sustancias químicas peligrosas y la incorporación de materiales y componentes con un bajo índice de ODP por sus siglas en inglés, Ozone Depletion Potential (Potencial de Agotamiento de Ozono).

Minimización De Los Consumos Energéticos En La Utilización De Las Construcciones

Desde la proyección de los edificios se puede controlar en gran medida su consumo energético. Posteriormente, en la utilización de los edificios tendrá una gran importancia la gestión de la energía, la intervención de los usuarios y el mantenimiento.

La implantación de los edificios juega un papel fundamental en el consumo de energía. No siempre se pueden escoger las condiciones más favorables, pero la referencia al clima, la vegetación, la topografía y el tejido edificado tienen que ser un primer paso tanto si lo aprovechamos como si nos tenemos que proteger de las condiciones adversas.

Para llevar a cabo un uso eficiente de la energía y de su conservación se tendrán que considerar los siguientes aspectos en la construcción de los edificios:

- Aislamiento y ventilación;
- Sistemas de control de la energía en los edificios y otros controles automáticos;
- Uso de monitores y gestores energéticos;
- Control por ordenador de la iluminación, temperatura y condiciones climáticas;
- Desarrollo en aplicaciones de baja energía y tecnologías limpias;
- Fuentes de energía renovable;
- Diseño basado en un consumo bajo de energía y planificación para una eficiencia energética .

Impacto en la Planificación de la Localización

Es en el planeamiento urbanístico el ámbito en el cual se pueden conseguir las mejores aportaciones del ambiente a la edificación, ya que puede conducir a un ambiente más saludable y agradable.

Un Estudio de Planeamiento tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Existencia de paisaje, importancia ecológica y arquitectónica de la localización.
- Valoración del impacto ambiental.
- Determinación previa de los posibles usos del transporte.
- Previsión de zonas seguras para el almacenamiento de productos y residuos en el lugar de construcción y convenientes acuerdos para la disposición de residuos.
- Impactos en el proceso de construcción, como pueden ser un incremento en la cantidad de transporte, polvo y ruidos.

La Calidad En La Edificación

La calidad en la edificación es la clave para relanzar el mercado, mejorar las condiciones medioambientales y ahorrar recursos energéticos. Esta visión incluye tanto los materiales, como los sistemas o estrategias urbanas que inciden sobre la calidad.

Entre las propuestas que contribuirán a mejorar la calidad en la edificación podemos mencionar las siguientes:

- Limitar el riesgo económico que supone actualmente la compra de inmuebles y promocionar las inversiones en proyectos de construcción de alta calidad.
- Crear el etiquetado ecológico tanto para edificios como para productos de construcción y favorecer un mecanismo de mercado que promueva el cambio hacia esta realidad.
- Reducir los costes constructivos e introducir el concepto del menor coste posible en el mantenimiento del inmueble.

- Incrementar la estandarización de los diferentes componentes de la construcción y mejorar la diseminación de aquellas tecnologías y sistemas de interés general.
- Desarrollar sistemas apropiados de control de calidad adaptados a las necesidades de los constructores y diseñadores, y orientados a promocionar una garantía en los resultados energéticos del edificio.

La Calidad Del Ambiente Interior

Los materiales y los componentes con los que se construye el edificio pueden ser una fuente de materiales problemáticos, como pueden ser los tratamientos químicos aplicados a diferentes materiales, que se evaporan en la atmósfera del edificio. Los sistemas de control ambiental y otros servicios incrementan el confort y la salubridad de los ambientes en los edificios.

Actualmente se está investigando en la reducción y eliminación de las emisiones de los productos químicos contenidos en los diferentes materiales y otras aplicaciones para mejorar la calidad del ambiente interior.

Se pueden considerar los siguientes aspectos en cuanto a la calidad del ambiente interior:

- Caracterizar las fuentes de contaminación y los elementos contaminantes del aire.
- Optimización de los equipos de ventilación.
- Clarificar los aspectos sociológicos relacionados con la calidad del aire.
- Controlar los elementos contaminantes del aire.
- Desarrollar una estandarización en este aspecto.

2.4. CRITERIOS DE BIOCONSTRUCCIÓN

2.4.1 ORIENTACIÓN

Una buena orientación permite minimizar la radiación solar cuando es excesiva y aprovecharla cuando es escasa.



Fig. 69. Incidencia de los Rayos Solares

El sol es la fuente de energía más importante de la Tierra. Nos irradia un flujo constante de energía que equivale a 1353 vatios por metro cuadrado de la superficie terrestre. La inclinación del eje de rotación de la Tierra, además, hace que en su tránsito del este al oeste pasando por el sur, el sol alcance una mayor altura sobre el horizonte el verano que en invierno. Los rayos solares en verano llegan al suelo con una inclinación menor que en invierno, con lo que transmiten más energía y por tanto generan más calor.

Como, además, en verano el día es más largo que en invierno, el resultado es que el calor del sol escasea en invierno y sobra en verano. Una de las herramientas clave de la bioconstrucción para aprovechar la energía del sol y evitar sus excesos es la orientación de las construcciones, o aprovechamiento pasivo del sol.

El aprovechamiento pasivo del sol implica una orientación hacia el sur, que optimiza la entrada de radiación solar en invierno, cuando el sol está bajo, y la impide en verano, puesto que la altura del sol en esa dirección limita la penetración de sus rayos por las ventanas. El uso de toldos, pérgolas quizás formadas por paneles solares o de plantas de hoja caduca, como las parras, pueden ayudar a evitar la entrada de sol en verano, mientras que no impiden su penetración en invierno. Una casa con grandes ventanas hacia el sur y pocas hacia el norte utiliza alrededor de un 30% menos de energía que una casa que no está particularmente orientado.

Una regla a seguir es que las ventanas deberían ocupar al menos el 20% de la cara sur de la casa, pero no más del 60%, para evitar que pérdidas de calor a través de los cristales superen a lo que aportan los rayos solares. En la cara norte las ventanas no deberían ocupar una superficie mayor al 10% de la fachada, excepto en lugares muy calurosos.

Cuando la disposición del terreno o cualquier otra causa haga imposible construir con una orientación plena al sur, hay que tener en cuenta que una desviación de hasta 20° reducirá la energía solar disponible solamente en un 5%. Sin embargo, en este caso es vital asegurarse de que no haya obstáculos que impidan la llegada de los rayos a la nueva construcción.

Una buena orientación no solamente nos permitirá ahorrar energía en calefacción y ventiladores: nos regalará el disfrute de la luz natural.

2.4.2 LOCALIZACIÓN



Fig. 70. Ubicación

La ubicación de una vivienda debe tener en cuenta los principios de la geobiología.

La geobiología (vocablo procedente de *gea*, la tierra, y *bios*, la vida) es la ciencia que estudia cómo las radiaciones, los campos de fuerza y la calidad de la atmósfera afectan a los seres humanos.

Los seres vivos hemos evolucionando entre las radiaciones cósmicas, la radioactividad terrestre, y otros campos energéticos naturales. Quizás el más significativo de todos ellos es el campo magnético terrestre, que genera las llamadas líneas geomagnéticas. En algunas circunstancias, como las tormentas, y en algunas zonas, como las fallas y corrientes subterráneas, estas energías se alteran de modo que puede afectar a la salud, al no ajustarse a los patrones óptimos para nuestras células.

Por otra parte, los seres humanos hemos creado nuestra lista de alteraciones de nuestro medio; las ondas de radio y televisión, las microondas de la telefonía móvil, la radioactividad procedente de centrales y explosiones nucleares, los campos electromagnéticos externos, los ruidos, las vibraciones de baja frecuencia producidas por el desplazamiento de vehículos más o menos pesados. Todas estas nuevas radiaciones y campos se suman a los de

origen natural, configurando un nuevo **paisaje geobiológico**¹⁶ con el que nuestro organismo debe lidiar.

Uno de los pilares de la bioconstrucción es escoger localizaciones en las que la energía procedente del suelo y de las actividades humanas no altere la salud de los habitantes, sino que aumente su nivel de energía. Un edificio sano, por tanto, debe estar construido en un entorno amable y silencioso, libre de fallas y corrientes subterráneas, y no debe alterar el campo magnético natural. Cabe tener presente que las rocas graníticas emanan **radón**¹⁷, que se puede acumular en las viviendas que no estén bien ventiladas. Además, un hogar ecológico no debe jamás situarse en ningún emplazamiento donde la presencia humana pueda afectar la dinámica de un ecosistema determinado.

2.4.3 DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS Y ELECTRODOMÉSTICOS

En la bioconstrucción, los espacios y electrodomésticos se distribuyen siguiendo los criterios de la orientación y de la geobiología.



Fig. 71. Distribución de Espacios



Fig. 72. Distribución de Muebles

Los espacios donde los moradores pasan una gran parte del día, como el salón comedor, el despacho y la cocina, deberían orientarse hacia el sur, mientras que los cuartos de baño, despensas y trasteros, que no necesitan luz natural, deberían orientarse hacia el norte. De este modo, las habitaciones

menos utilizadas amortiguan la temperatura de las zonas más caldeadas. Idealmente, los dormitorios deberían recibir la luz matinal. Para ello, deberían estar al este de la vivienda, o, si no, tener tragaluces convenientemente orientados.

La distribución de la vivienda también deberá tener en cuenta el campo magnético terrestre. Por ejemplo, es recomendable orientar la cabecera de la cama hacia el Norte magnético si queremos dormir relajados, y hacia el Este si deseamos recuperar fuerzas. Aunque una buena localización geobiológica de la vivienda evita problemas con las radiaciones naturales, siempre hay que tener en cuenta las radiaciones producidas por las instalaciones eléctricas y los electrodomésticos (aunque estén apagados) también conocidas como “contaminación eléctrica”. La contaminación eléctrica puede debilitar el sistema inmunitario. Conviene minimizarla en toda la vivienda, haciendo hincapié en los espacios en que se permanece más tiempo: los dormitorios y el lugar de trabajo.

En la instalación eléctrica:

- Utilizar cables protegidos (cables coaxiales), y tenderlos no circularmente alrededor de los enchufes, sino en forma de estrella.
- No instalar conductos principales junto a la cama o en el lugar de trabajo.
- Utilizar interruptores que impidan automáticamente que la corriente circule durante la noche por la instalación eléctrica del dormitorio.
- Instalar un interruptor que evite que la corriente circule por los cables o aparatos defectuosos.

En el dormitorio:

- Evitar en lo posible colocar la cama cerca de cables eléctricos, incluyendo empates y enchufes.
- No colocar una radio, un reloj digital ni una televisión cerca de la cama, y, en todo caso, desenchufarlos por la noche.
- Desenchufar también los aparatos que se encuentran en la habitación contigua, puesto que las radiaciones atraviesan las paredes.
- No utilizar almohadas ni mantas eléctricas.
- La cama, el colchón no deberían estar fabricados con piezas metálicas.

2.4.4 GESTIÓN DEL AGUA

Ahorrar en el consumo de agua, recuperar aguas residuales mediante sistemas de depuración que imitan a la naturaleza, y devolver al medio lo que es suyo.



Fig. 73. Recolector de Agua de Lluvia

El agua potable es a menudo un recurso escaso y susceptible de contaminación por las aguas negras procedentes de los inodoros y cargadas con materias fecales y grises procedentes de cocinas y lavabos, cargadas con detergentes y restos de alimentos y materia orgánica. El ahorro, la depuración mediante cadenas tróficas y el retorno al medio ambiente en óptimas condiciones son los principios que rigen la gestión del agua en la bioconstrucción.

La bioconstrucción dispone de múltiples tecnologías para el ahorro de agua. La instalación de reductores de caudal permite reducir el flujo de agua manteniendo su presión. Pueden instalarse en las duchas, entre el flexo y el grifo o entre la alcachofa y el tubo; aunque también se instalan fácilmente en cualquier grifo sustituyendo el filtro y/o el difusor, y su precio se amortiza en muy pocos meses. En Estados Unidos existe la “pila ecológica” para las cocinas, que recoge las aguas grises ligeras las que se utilizan para lavar fruta o el agua de transición de fría a caliente y las acumula para su uso en

jardinería, por ejemplo. Las cisternas con regulación del caudal también permiten un ahorro de agua considerable. Sin embargo, los retretes de compostaje constituyen una alternativa mucho más radical. Los retretes de compostaje facilitan con una buena aireación el trabajo de bacterias que transforman las heces y parte de los orines en compuestos fertilizantes sin más necesidad que una ventilación forzada para que no se produzcan putrefacciones sin aire. Existen varios tipos de estos retretes, algunos de los cuales utilizan pequeñas cantidades de agua. Los retretes de compostaje evitan las aguas negras y nos proveen de un producto útil para enriquecer con abono nuestra tierra. En estos retretes el agua de los orines se vaporiza en el propio proceso de compostaje. A pesar de las ventajas de estos equipos su adopción choca con barreras culturales.

En la naturaleza no existen residuos porque los desechos de una especie constituyen el alimento de otra. La bioconstrucción utiliza este principio para depurar las aguas (negras y grises) y devolverlas al entorno. Los sistemas de depuración natural por humedales se fundamentan en los procesos de autodepuración de los ecosistemas acuáticos: lagunas, ríos, graveras, cascadas, etc, imitándolos y recreándolos en un espacio controlado y con un funcionamiento más intensivo, según las necesidades de los habitantes de la vivienda y del entorno. Estos sistemas se caracterizan por crear una gran diversidad biológica.

Este sistema reduce la materia orgánica del agua, que es digerida por microorganismos anaeróbicos y posteriormente aeróbicos; los nutrientes, que son asimilados por animales y plantas; y los patógenos, que quedan reducidos en un 99%. De esta manera, se devuelven las aguas al medio con unas óptimas condiciones, para que puedan ser absorbidas por la naturaleza sin interferir en el curso natural del agua.

2.4.4.1 PLANTA DE TRATAMIENTO SANITARIA “TOHA”

Es una Planta de Tratamiento Sanitaria que a través de un biofiltro, reincorpora las aguas servidas a la tierra, sin patógenos. ERNC (Energías Renovables No Convencionales); y grifería de bajo consumo de agua potable.



Fig. 74. Planta de Tratamiento de Aguas

El sistema consta de 2 etapas:

- En la primera, el agua residual escurre por gravedad a través de un biofiltro constituido por capas de diversos materiales. Aquí se absorbe y procesa la materia orgánica.

- En la segunda etapa del tratamiento, el **efluente**¹⁸ es derivado a una cámara de irradiación ultravioleta en donde se logra la eliminación de las bacterias patógenas en menos de 1 minuto

Los siguientes elementos diferencian este sistema de los tratamientos tradicionales de aguas servidas:

- Es un tratamiento global del agua servida, no habiendo tratamientos primarios, secundarios ni terciarios.
- No hay formación de lodos, ya que la materia orgánica es consumida.
- El tratamiento se hace en un soporte sólido, lo cual implica un menor espacio.
- El biofiltro no se satura, debido a la acción de micro y macro organismos.

Principales ventajas

- Es ecológico porque: no se usan aditivos químicos ni se producen residuos contaminantes; hay muy poco consumo de energía.
- Es eficiente porque: se alcanza un alto grado de purificación con una remoción de hasta 96% de DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) y sólidos suspendidos.
- Se necesita poco espacio: el agua servida de 5 personas requiere solo 2 m² de biofiltro para su tratamiento.
- Es económico porque: los costos de construcción y mantenimiento son menores que en los sistemas tradicionales y el agua puede ser inmediatamente re-utilizada para regadío.

2.4.5 GESTIÓN DE LA ENERGÍA



Fig. 75. Paneles Solares



Fig.76. Fuentes de Energía

Aprovechar las energías renovables, pero, sobre todo, ahorrar en el consumo de energía.

La bioconstrucción debe promover tres principios fundamentales: la producción de energías limpias renovables, la eficiencia energética y el ahorro energético, en la iluminación, el uso de electrodomésticos y la calefacción.

Toda vivienda ecológica debería incorporar su propia instalación de generación eléctrica. En las viviendas orientadas hacia el sur, puede aprovecharse los tejados o las pérgolas para instalar paneles fotovoltaicos.

En su caso, los paneles fotovoltaicos también se pueden instalar a en la parcela. Se estima que una familia tipo necesita unos seis metros cuadrados de placa, baterías de almacenamiento, un regulador para evitar sobrecargas a las baterías y un ondulator que transforme la corriente continua generada por las células del panel fotovoltaico en corriente alterna. La energía solar fotovoltaica puede utilizarse de forma centralizada o aplicarse directamente en funciones concretas, como el bombeo del agua, la alimentación de electrodomésticos, etc.

También puede utilizarse la energía solar para producir agua caliente. Los paneles o captadores solares térmicos basan su principio en acumular el calor sobre un metal, generalmente, de color negro. Esta tecnología permite reducir entre el 40 y el 80% del consumo de energía convencional en el calentamiento del agua. Con un metro cuadrado de superficie de captación se puede obtener de 50 a 100 litros de agua caliente al día. Cada par de metros cuadrados de captadores solares evita la emisión a la atmósfera de una tonelada de CO₂ cada año. Además de su uso directo en la ducha o en la cocina, esta agua caliente puede incorporarse como agua precalentada a electrodomésticos como el lavavajillas o una lavadora biotérmica. Con instalaciones más complejas la energía solar térmica también puede ser un soporte para el sistema de calefacción por radiadores, en el caso que la caldera admite agua precalentada o bien en un sistema de calefacción de baja temperatura como los llamados “calefacción de suelo radiante”.



Fig. 77. Calentador Solar

Dependiendo del régimen de vientos y del paso de las aves, también puede contemplarse la instalación de aerogeneradores. El equipo necesario lo conforma el molino en sí (captador de viento o rotor, eje de traslado y elemento de control) y el transformador, que convierte el movimiento del rotor en la aplicación que interesa obtener (bomba de agua, dinamo o alternador). Hay distintas posibilidades, que van desde el molino de viento que puede hacer

funcionar un pequeño motor, hasta las modernas instalaciones eólico-fotovoltaicas que combinan ambos recursos renovables consiguiendo un suministro eléctrico completo altamente fiable.



Fig. 78. Molinos Eólicos

A finales de los noventa, la biomasa era la energía renovable más utilizada en España. Se trata de aprovechar materiales vegetales, como residuos de madera o subproductos agrícolas, para utilizarlos como combustible. A partir de la biomasa puede alimentarse la calefacción y calentar el agua; también puede transformarse en electricidad.

Finalmente, si la bioconstrucción se sitúa cerca de un cauce de agua, puede instalarse un canal o salto de agua, con una microturbina y un generador, para generar electricidad y energía mecánica, o para bombear el agua con un ariete hidráulico.

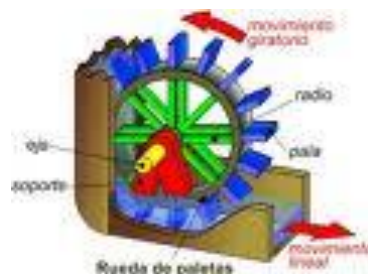


Fig. 79. Generador de energía hidráulica

Los buenos hábitos, como apagar las luces de una habitación al salir de ella, o desconectar los electrodomésticos cuando no se utilizan, permiten ahorrar energía cuando no la necesitamos. Las tecnologías eficientes permiten ahorrarla cuando sí la necesitamos.

En iluminación, éstas incluyen el uso de bombillas eficientes como las bombillas compactas fluorescentes de bajo consumo y equipar con balastos electrónicos los tubos fluorescentes normales. Una casa ecológica no debe necesariamente prescindir de electrodomésticos, pero sí debe incorporar solamente los más eficientes en el uso de electricidad. La etiqueta europea de eficiencia energética en los electrodomésticos obliga a los fabricantes a indicar su consumo: deben escogerse los que tienen una categoría “A” o “B”. Los nuevos lavavajillas, por ejemplo, han reducido el consumo de energía en un 40% y el del agua en un 60%. Otro motivo para utilizar electrodomésticos eficientes es que cuando mayor sea la potencia de la instalación eléctrica de la bioconstrucción, mayor será el impacto de la contaminación eléctrica sobre la salud de sus habitantes.

Una gran parte de la energía consumida en los hogares se dedica a mantener una temperatura agradable dentro de éstos. Una correcta orientación minimiza el gasto de energía para mantener una buena temperatura en el interior de la construcción, en invierno y en verano. A ella puede añadirse el uso activo de la radiación solar para climatizar la construcción. Este uso activo incorpora, por ejemplo, la construcción de invernaderos o de galerías cubiertas que sirvan para captar luz y calor. Por otra parte, las plantas son también elementos valiosísimos de climatización, puesto que mejoran el microclima de cualquier construcción.

2.4.6 GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS



Fig. 80. Clasificación de la Basura



Fig. 81. Recicla el Planeta

La naturaleza está organizada en ciclos de materia y energía que se superponen y se suceden de generación en generación. El átomo de hierro que está hoy en la clorofila de una gramínea puede incorporarse mañana a la hemoglobina de una vaca. Por ello, en su permanente imitación e integración con la naturaleza, el bioconstructor debe tener en cuenta todo el ciclo de vida de los materiales que emplea.

Además, toda bioconstrucción debe conllevar una estrategia para reintegrar al medio ambiente, de forma benigna, la mayor parte posible de los residuos producidos por sus habitantes. En bioconstrucción, la consigna de las tres erres (Reducir, Reutilizar y Reciclar) se aplica a corto y a largo plazo.

Los materiales que entren a formar parte de una vivienda bioconstruida deben ser de materia prima lo menos elaborada posible y encontrarse lo más cerca posible de la obra: deben utilizarse los recursos de la zona. Asimismo, deben hallarse totalmente exentos de elementos nocivos como el asbesto y el cloro presente de forma aparentemente inocua en plásticos como el PVC, un material generalizado en los conductos de saneamiento, las conducciones eléctricas y la carpintería de puertas y ventanas.

Deben evitarse los aislamientos y pinturas de poro cerrado, plastificados, elementos retenedores de polvo electrostático y todos aquellos materiales que emiten gases tóxicos en su combustión, así como los metales pesados.

En cuanto a los elementos estructurales, deben emplearse cementos naturales o cal hidráulica. El acero sólo se usará cuando sea imprescindible, convenientemente derivado a tierra.

A corto plazo, las construcciones bioclimáticas deberían facilitar la separación en origen de los residuos por ejemplo, mediante la incorporación de cubos de reciclaje; sus habitantes deberían participar en programas de reciclados para los envases y compostar los residuos orgánicos. Este compost, junto con el procedente de los retretes de compostaje o los barros de los humedales de depuración, puede abonar las plantas de la vivienda.

2.4.7 GESTIÓN DEL AIRE

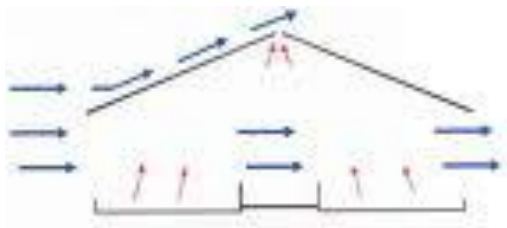


Fig. 82. Ventilación Natural

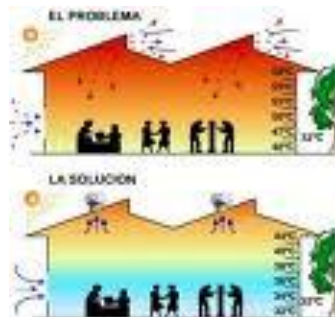


Fig. 83. Ventilación de Vivienda

Ventilar frecuentemente y respetar la respiración; evitar los materiales y pinturas de poros cerrados.

Una de las contradicciones en la construcción es que, si bien para ahorrar energía es necesario garantizar un buen aislamiento térmico del interior de los edificios, un aislamiento excesivo puede llevar a una mala ventilación y a la evitar la acumulación de gases tóxicos, como el gas radón, que en zonas graníticas puede causar cáncer de pulmón si su concentración en las casas es alta. Por ello, la necesidad de ventilar regularmente la vivienda prevalece sobre las consideraciones relativas al ahorro energético. Sin embargo, ventilar la vivienda, por mucho que se haga de modo regular, no es suficiente. La bioconstrucción siempre debe garantizar la respiración del edificio por todas sus paredes y techos, evitando materiales de poros cerrados: la vivienda debe ser como una segunda piel. Esta respiración también facilita los intercambios de humedad entre la vivienda y la atmósfera, lo que, a su vez, evita la aparición de manchas de humedad.

La transpiración de las bioconstrucciones no depende solamente del material de la construcción, sino también de las pinturas con que se cubra: son preferibles las pinturas naturales a base de resinas, aceites naturales o minerales.

2.5 CONSTRUIR CON TIERRA

En la antigüedad, las primeras casas y ciudades se construyeron con tierra cruda. Hoy, para levantar nuestros hogares empleamos materiales de elevada energía incorporada, de difícil reciclaje y que en ocasiones incluso incorporan elementos tóxicos. Puede que haya motivos más que justificados para volver a reivindicar la sencillez y propiedades del barro.



Fig. 84. Casa de Tierra

La tierra como material de construcción está disponible en cualquier lugar y en abundancia. Sus ventajas, que describiremos más adelante, son múltiples. Y aunque fueron las casas más primitivas las que se edificaron con tierra cruda, estas técnicas no son algo del pasado: hoy en día, más de un tercio de la población mundial vive en casas de tierra. En los lugares en que es tradicional se mantiene, y en algunos países desarrollados se continúan llevando a cabo experimentos y se investiga sobre sus aplicaciones incluso a nivel de construcción plurifamiliar o prefabricada.

Son muchísimos los testimonios arqueológicos e históricos de la construcción con tierra, pero además el barro abunda actualmente en las sencillas construcciones populares de gran parte del mundo.

Los orígenes del uso de la tierra para construir cobijo se remontan a los primeros asentamientos humanos. En España, se han hallado pruebas en yacimientos de poblados de la edad de bronce y, posteriormente, de íberos y romanos. Posteriormente, fueron los árabes quienes impulsaron y perfeccionaron la técnica. La construcción con tierra fue el sistema de construcción más empleado en gran parte de la meseta central, aunque se encuentran testimonios por toda la península.

Algunas de las grandes civilizaciones como la persa o la egipcia construyeron ciudades enteras con tierra cruda. Algunos ejemplos pueden ser los de Tobouctou en Mali, Marrakech en Marruecos, o Shibam en Yemen, que desafía todos los prejuicios con edificios de tierra de casi 30 m de altura.



Fig. 85. Pueblo de Tierra, Marruecos

El hecho de hallar todavía en buen estado muchas obras de tipo monumental en tierra refleja cuan duraderas pueden llegar a ser. La tierra se empleó para levantar fortificaciones, castillos, murallas, mezquitas, graneros, molinos y viviendas populares, en lugares como el Sahara, el Magreb, África Central y Oriental, América Latina, o toda Europa, incluyendo también lugares lluviosos como Suecia, Noruega y Dinamarca.

Finalmente, hay que destacar la presencia en la actualidad de la tierra cruda en la edificación. En los países con mayor necesidad de viviendas y menos recursos como sucede en casi toda África, Oriente Medio y América

Latina, la tierra es el material de construcción que predomina. En China e India hay más de 50 millones de casas de tierra. En zonas como Europa, sin embargo, la tierra está prácticamente ignorada en la construcción nueva, aunque forma parte del paisaje cotidiano en muchas regiones rurales donde todavía se mantienen viviendas.

Ventajas y propiedades de la tierra en la edificación

La tierra es un material inocuo, es decir, no contiene ninguna sustancia tóxica, siempre que provenga de un suelo que no haya padecido contaminación.

Es totalmente reciclable: si en la construcción no se mezcla la tierra con algún producto fabricado por los humanos (por ejemplo, cemento), sería posible integrar totalmente el material en la naturaleza una vez que se decidiera derrumbar el edificio.

Fácil de obtener localmente, prácticamente cualquier tipo de tierra es útil para construir, o bien se puede escoger una técnica u otra en función de la tierra disponible. También se pueden hacer mezclas con otro material cercano o con algún mejorante de la mezcla (cal, yeso, paja, entre otros).

La construcción con tierra cruda es sencilla y con poco gasto energético, no requiere un gran transporte de materiales o una cocción a alta temperatura. Es por ello que se considera un material de muy baja energía incorporada. Sin embargo, quizá sí es necesario un mayor esfuerzo e implicación de los constructores.

Su obtención es respetuosa, si se extrae del propio emplazamiento, provoca un impacto poco mayor que el que ya supone realizar la propia construcción. No lleva asociados problemas como la deforestación o la minería extractiva que implican otros materiales constructivos.

Excelentes propiedades térmicas, la tierra tiene una gran capacidad de almacenar el calor y cederlo posteriormente cualidad conocida como inercia térmica. Así, permite atenuar los cambios de temperatura externos, creando un ambiente interior agradable. Sobre todo resulta adecuada en climas áridos con oscilaciones extremas de temperatura entre el día y la noche, pero, si se incluye un aislamiento adecuado, también es idónea en climas más suaves.

Propiedades de aislamiento acústico, los muros de tierra transmiten mal las vibraciones sonoras, de modo que se convierten en una eficaz barrera contra los ruidos indeseados.

La tierra es un material inerte que no se incendia, pudre, o recibe ataques de insectos, esto es así porque se evita el uso de las capas superiores de suelo, con gran cantidad de material orgánico.

Es un material por naturaleza transpirable, los muros de tierra permiten la regulación natural de la humedad del interior de la casa, de modo que se evitan las condensaciones.

Económicamente accesible, es un recurso barato o prácticamente gratuito que a menudo ya se encuentra en el lugar donde se levantará la casa.

En las casas de tierra habitualmente se puede realizar con este material desde las paredes, hasta los revocos y los suelos. El material empleado debe tener una composición determinada para poder aprovechar correctamente sus propiedades.



Fig. 86. Muros Interiores hechos de tierra

Es posible encontrar bibliografía específica así como artículos con los aspectos más técnicos de la construcción con tierra.

Algunos autores afirman que la proporción ideal para la construcción con tierra es un 65 % de arena, 18 % de limos, y un 20 % de arcilla. Se dice que la arcilla debe estar en poca cantidad, en una proporción igual o inferior al 20 %. También se dan como adecuadas, sobre todo para las técnicas de tapial y adobe, las proporciones siguientes: grava del 0 al 15 %, arena del 40 al 50 %, limos del 20 al 35 %, y arcilla del 15 al 25 %. Un sencillo ensayo de sedimentación puede dar una idea de las proporciones de la tierra de que se dispone. Además de tener una proporción suficiente de arcilla y otros componentes, la tierra a emplear debe estar limpia de raíces y restos vegetales, y tener un aspecto homogéneo.

Sin embargo, si se desea realizar una construcción con tierra es básico en primer lugar realizar muestreos y diferentes pruebas previas a la construcción definitiva. Es sumamente aconsejable consultar a las personas de la zona o investigar las referencias históricas, si las hubiera, de la experiencia en la construcción con tierra en el lugar.

Tipologías de empleo de la tierra

Existen diferentes técnicas para trabajar la tierra cruda, y la mayoría de ellas son técnicas ancestrales que se han mantenido con pequeños cambios desde la antigüedad hasta nuestros días, aunque otras son aportaciones modernas. A menudo están fuertemente relacionadas con las costumbres locales, la climatología del lugar y las características de la tierra disponible.

Las técnicas principales son el tapial, los adobes, el cob, los bloques de tierra compactada o las bolsas de tierra. También hay algunas técnicas básicamente de carácter provisional y de menor calidad, como las bolas de tierra o el cob.

El tapial: es la construcción de muros monolíticos mediante la compactación de la tierra entre unos tablones de madera. Se ha utilizado en construcciones de todo tipo y en todo el mundo. Las casas de adobe se realizan con ladrillos macizos de tierra cruda secados al sol, que reciben el nombre de adobes. Es una técnica originada en la península ibérica que tras la colonización de América se aplicó con éxito en las zonas áridas de América Central.

El cob: es la construcción de casas de tierra mediante una mezcla de tierra, agua y paja sin darle ninguna forma concreta. Es originaria de Gran Bretaña, aunque se hallan ejemplos por todo el mundo, y resulta especialmente adecuada en zonas lluviosas.

Los bloques de tierra compactada: son ladrillos de tierra cruda con bajo contenido en agua obtenidos tras prensarlos de manera mecánica, para obtener formas regulares y mayor resistencia.

Otra aplicación moderna de la tierra, aunque todavía en desarrollo, son las casas de bolsas de tierra, que mediante bolsas de polipropileno o textiles rellenas de tierra permiten construcciones de gran solidez. Estas últimas técnicas se utilizan como alternativas para mejorar los problemas de vivienda en los países más desfavorecidos.

Pese a sus muchas virtudes, no se debe caer en la idealización de la construcción con tierra. Algunas de sus desventajas pueden ser las necesidades de mano de obra y tiempo para la construcción, el mantenimiento anual para su correcta conservación, la necesidad de una buena distribución de las cargas si existen varios niveles, o sus limitaciones a la hora de aplicarla en entornos urbanos y densificados. Sin embargo, las cualidades de la tierra como material ecológico destacan en estos momentos en los que la edificación y las viviendas constituyen uno de los mayores causantes de impacto sobre el planeta.

Construir con tierra se basa en la simplicidad, en tratar de construir con el mínimo de mano de obra especializada y las mínimas herramientas. En determinados proyectos de construcciones singulares o en viviendas unifamiliares es una opción inmejorable pues la tierra resulta atóxica, tiene baja

energía incorporada y características óptimas para la climatización pasiva. Ya existen empresas en Estados Unidos especializadas en realizar casas de tierra.

Por otro lado, construir con tierra es idóneo en determinadas regiones escasas de otros recursos y donde históricamente ya se ha utilizado con éxito: además del cobijo de nuestros antepasados, construir casas con tierra es habitual en muchas zonas del planeta. En estos casos, se hace interesante mantener e impulsar las técnicas autóctonas de construcción y fomentar su aplicación, investigación y mejora.

En los países industrializados, además de utilizarse para rehabilitar antiguas construcciones, la tierra se ha aplicado con éxito en proyectos singulares de personas comprometidas con la autoconstrucción y el uso de materiales naturales.

Además, se empieza a introducir esta construcción alternativa con tierra en la construcción convencional: en Alemania, algunos fabricantes han empezado a producir materiales de construcción basados en la tierra sin cocer, como ladrillos aligerados con paja o corcho, o paneles de tierra con yute y cañizo para utilizar en interiores. Disfrutar de viviendas saludables y de bajo impacto ambiental debería ser una prioridad, y construir con tierra es una interesante posibilidad.

2.6 BIOVIVIENDA: CASAS BAJO TIERRA

La Biovivienda o casas bajo tierra no es un invento actual ya que hace siglos la gente descubrió grandísimas ventajas y muy pocos inconvenientes.



Fig. 87. Casa Bajo Tierra

La Biovivienda es la solución a muchos de los problemas actuales en la construcción y que combina las ventajas de una vivienda tradicional y de un hogar moderno. No origina ningún impacto medioambiental, reduce los costes de construcción y de mantenimiento.

Empleando un sistema modular de alta resistencia, especialmente diseñado para ser concluido en tiempo record y completarse con el mayor aislante térmico y acústico del mercado, la tierra, mantiene una temperatura y humedad estable todo el año de unos 18 grados, generando un microclima en su interior que hace que no sean necesarios sistemas de calefacción o refrigeración adicionales, resiste los desastres naturales como ninguna otra construcción y proporciona a sus habitantes una seguridad sin precedentes frente a terceros.

La biovivienda, accesible por su economía, se convierte en el producto más competitivo en el saturado mercado inmobiliario, superior en sus prestaciones y respetuoso con el medio ambiente, se presenta como la alternativa inteligente para una nueva era en la que las soluciones tradicionales

se combinan con la más avanzada técnica de construcción; ofreciendo una vivienda de futuro hecha para durar y ser disfrutada como ninguna otra.

Antecedentes de la Biovivienda

Cada ser vivo busca su habita natural guiado por su instinto y la experimentación. Así los pájaros anidan en los árboles y algunos peces se resguardan en arrecifes coralinos, descubriendo que ese "hogar" satisface en mayor medida sus necesidades. El hombre no iba a ser menos y su elección instintiva fue desde siempre el habitar las cuevas.



Fig. 88. Cueva

En algunas culturas, ya en la edad moderna, se volvió a esta idea ancestral de biovivienda de forma muy acertada y se excavaron viviendas y poblaciones enteras en la roca de las montañas, consiguiendo hogares confortables, cálidos en invierno y frescos en verano, aislados del exterior y muy seguros. En multitud de documentos se demuestra que estas "casas cueva", han resistido a terremotos, incendios y todo tipo de desastres, heredándose de padres a hijos con un mantenimiento mínimo.



Fig. 89. Casa en Cueva

Actualmente llegan a alcanzar precios en el mercado que superan con mucho al de la vivienda convencional, y es que unido a lo que ya se sabía de sus ventajas nos encontramos con nuevos estudios que constatan el acierto de este modo de vida y nos apuntan nuevas ventajas que no podemos despreciar.

Ventajas de la Biovivienda.

Lo ecológico, no es sólo una alternativa. Es la mejor elección.

El sistema modular de gran resistencia permite la conclusión de la obra en tiempo record, inferior a treinta días.

Por este motivo la mano de obra se reduce en un 85% frente a una construcción tradicional.

La biovivienda no origina impacto medio ambiental, siendo la vivienda respetuosa con el ecosistema por excelencia, ya que el 85% de su superficie se encuentra bajo tierra y no resta espacios verdes.

El techo y tres cuartas partes de su estructura se encuentran cubiertos de tierra, por lo que no precisa prácticamente mantenimiento alguno y se convierte en la construcción más efectiva frente a robos.

Durante la construcción de la biovivienda no se generan prácticamente residuos, incluso el índice de siniestralidad laboral se reduce considerablemente.

Los estudios demuestran que este sistema de construcción es resistente a agentes climáticos adversos, terremotos, fuegos y temperaturas extremas, generando un microclima interno único.

Su seguridad y especial diseño hacen que la contratación de todo tipo de seguros sea más económica.

El microclima estable que genera la biovivienda, permite un ahorro energético en la factura global de más de un 60 %, ya que el mejor aislante térmico y acústico del mercado, nunca superado, es la tierra.

Sin duda alguna la biovivienda se integra en el paisaje sin generar impacto alguno ni destruir el ecosistema, ya que su principal componente es natural, muy económico y fácil de aportar: la tierra.

Es un modo de construcción respetuoso con el medioambiente, muy rentable, competitivo y original que a su vez al consumidor final le permitirá un ahorro energético, de mantenimiento en su nueva vivienda y una calidad de vida sin precedente.

El desarrollo sostenible urbanístico es una realidad y por primera vez, la opción ecológica es la más rentable.

2.7 CASAS ECOLÓGICAS O BIOCLIMATICAS

Un nuevo concepto está poniéndose de moda a la hora de construir viviendas. Se trata de casas ecológicas o bioclimáticas, que tienen en cuenta la preservación del medio ambiente mediante la construcción y el terreno adecuados.

Países como Irlanda y Alemania fueron impulsores de la bioconstrucción, donde hace por lo menos treinta años estudian y aplican el conocimiento necesario para llevar a la práctica esta nueva forma de vivir, que alía bienestar y respeto por la naturaleza.

Una vivienda bioclimática es aquella que sólo mediante su configuración arquitectónica es capaz de satisfacer las necesidades climatológicas de sus habitantes, aprovechando los recursos naturales y evitando el consumo de energías convencionales. Una casa bioclimática nos permite estar frescos en verano y guardar el calor en invierno, aunque la temperatura exterior sea muy baja.



Fig. 90. Casa Bioclimática



Fig. 91. Casa Ecológica

La vivienda bioclimática consiste en el diseño de edificaciones teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía.

Una vivienda bioclimática puede conseguir un gran ahorro e incluso llegar a ser sostenible en su totalidad. Aunque el coste de construcción puede ser mayor, puede ser rentable, ya que el incremento de la vivienda se compensa con la disminución de los recibos de energía.

El hecho de que la construcción hoy en día no tenga en cuenta los aspectos bioclimáticos, se une al poco respeto por el ambiente que inunda a los países desarrollados y en vías de desarrollo, que no ponen los suficientes medios para frenar el desastre ecológico que dejamos a nuestro paso.

Cuando se sueña con la casa ideal todos pensamos en un lugar bello y agradable, luminoso, caliente en invierno y fresco en verano, fácil de calentar y mantener, de aire limpio, que no ensucie el entorno, capaz de producir la energía que consume. Una casa ideal que podría estar inspirada en una novela de ciencia ficción, pero se trata de una realidad tan factible como cualquier edificio convencional.

Pasos para construir casas ecológicas

1. Medir las **zonas geopatógenas**¹⁹ del terreno y comprobar la salubridad del suelo sobre el que se va a edificar.
2. Orientación, ladera al sur, protegida del norte y libre de corrientes. En los laterales, algún tipo de colina o montaña más suave y al sur una zona de valles que no oculten el sol.

3. Armonización de la casa con los elementos.

- Tierra: directamente relacionado con los materiales de construcción. Se recomienda que sean lo más naturales posible y de la zona, más baratos y fáciles de conseguir, pudiéndose apoyar en los materiales de albañilería tradicional y reciclados.
- Agua: sistemas de depuración y aprovechamiento de las aguas, recolección de agua de lluvia, etc. Es importante mantener el aire sano y puro, evitando materiales tóxicos en la construcción y mobiliario.
- Fuego es el calor y también la luz: calefacción solar pasiva, orientación de la casa al sur en combinación con ventanales de doble acristalamiento. La calefacción activa la proporcionaría la cocina de leña y/o una chimenea. El agua caliente se generaría con un sistema de placas.

A pesar de que parece un concepto nuevo, se lleva utilizando tradicionalmente desde antiguo; un ejemplo de ello son las casas encaladas en Andalucía o los tejados orientados al sur en el hemisferio Norte, con objeto de aprovechar la inclinación del sol.

Es quizá en este punto donde es más común incidir cuando se habla de arquitectura bioclimática. Lo más habitual, es aprovechar al máximo la energía térmica del sol cuando el clima es frío, por ejemplo para calefacción y agua caliente sanitaria. Aprovechar el efecto invernadero de los cristales. Tener las mínimas pérdidas de calor (buen aislamiento térmico) si hay algún elemento calefactor.



Fig. 92. Orientación de una Casa de acuerdo al Sol

Cuando el clima es cálido lo tradicional es hacer muros más anchos, y tener el tejado y la fachada de la casa con colores claros. Poner toldos y cristales especiales como doble cristal y tener buena ventilación son otras soluciones. En el caso de usar algún sistema de refrigeración, aislar la vivienda. Contar delante de una vivienda con un gran árbol de hoja caduca que tape el sol en verano y en invierno lo permita también sería una solución.



Fig. 93. Orientación del Tejado y la Fachada

Con una orientación de los huecos acristalados al sur en el Hemisferio Norte, o al norte en el Hemisferio Sur, esto es, hacia el ecuador, se capta más radiación solar en invierno y menos en verano, aunque para las zonas más cálidas (con temperaturas promedio superiores a los 25°C) es sustancialmente más conveniente colocar los acristalamientos en el sentido opuesto, esto es, dándole la espalda al ecuador; de esta forma en el Verano, la cara acristalada sólo será irradiada por el Sol en los primeros instantes del alba y en los últimos momentos del ocaso, y en el Invierno el Sol nunca bañará esta fachada,

reduciendo el flujo calorífico al mínimo y permitiendo utilizar conceptos de diseño arquitectónico propios del uso del cristal.

Efecto Invernadero

Las ventanas protegidas mediante persianas, alargadas en sentido vertical y situadas en la cara interior del muro, dejan entrar menos radiación solar en verano, evitando el efecto invernadero.

Por el contrario, este efecto es beneficioso en lugares fríos o durante el invierno, por eso, tradicionalmente, en lugares fríos las ventanas son más grandes que en los cálidos, están situadas en la cara exterior del muro y suelen tener miradores acristalados, para potenciar el efecto invernadero.

Aislamiento térmico

Los muros gruesos retardan las variaciones de temperatura, debido a su Inercia térmica.

Un buen aislamiento térmico evita, en el invierno, la pérdida de calor por su protección con el exterior, y en verano la entrada de calor.

Ventilación cruzada

La diferencia de temperatura y presión entre dos estancias con orientaciones opuestas, genera una corriente de aire que facilita la ventilación.



Fig. 94. Ventilación Cruzada

Una buena ventilación es muy útil en climas cálidos, sin refrigeración mecánica, para mantener un adecuado **confort higrotérmico**²⁰.

Otros sistemas de ahorro energético: se consigue a través del aprovechamiento de energías limpias, como la biomasa, la energía solar o incluso la eólica. Aunque la utilización de estos sistemas energéticos es opcional, se suelen instalar placas solares fotovoltaicas o térmicas, calderas basados en combustible de biomasa, y otros recursos.

Para entender mejor la diferencia entre una casa ecológica y una normal, se puede decir que en la segunda, el flujo de recursos es unidireccional y en las casas ecológicas es circular. Esto es la clave hacia un desarrollo sustentable. Los ecosistemas hacen uso de la ley de las tres “R”: reducción, reutilización y reciclaje y así han subsistido por billones de años. Y es de los propios ecosistemas que los arquitectos de estas viviendas han tomado el ejemplo.



Fig. 95. Logo de Reciclaje

En México, las casas ecológicas ya son una realidad. Tal vez no son aún la réplica exacta del método de un ecosistema, pero sin duda es un comienzo. En el municipio de Villa del Carbón, el gobierno local inició el programa “Fuego Nuevo”, que busca construir vivienda con materiales reciclables como llantas y **PET**²¹.

Para la construcción de cada vivienda de 42 metros cuadrados se utilizarán 500 llantas “rin 13”. Éstas se rellenarán con tierra y, después de tapar los huecos con adobe y aplanar con cemento, se convertirán en las paredes de la casa.

En un estudio se encontró que nuestro país produce 25 millones de llantas de desecho, por lo que no habrá problemas para conseguir el material. En cuanto al PET, se instalarán centros de acopio en el municipio y en otras localidades.



Fig. 96. Botellas de Plástico PET



Fig. 97. Campaña de Reciclaje de PET



Fig. 98. Muro de LLanta

Otra iniciativa del gobierno de Felipe Calderón es el Programa Nacional para el Desarrollo Sostenible 2007-2012, que facilita la construcción de viviendas “ahorradoras de energía” en diferentes áreas metropolitanas del país. Estas casas están equipadas con válvulas ahorradoras de energía, electrodomésticos de alto rendimiento y paneles solares. El INFONAVIT, por su parte, lanzó el programa Hipoteca Verde que otorga un mayor monto de crédito para adquirir vivienda si ésta cuenta con ecotecnología.

En lo que la opción de comprar una casa ecológica en México se vuelva más viable, volvamos a la nuestra un poco más ecológica disminuyendo nuestro consumo de recursos y así, evitar dejar una huella negativa en nuestro paso por este mundo.

2.8 CASAS PREFABRICADAS

Las casas prefabricadas están extendidas en algunos países cuyo urbanismo es difuso, pues su aplicación en el entorno urbano y plurifamiliar es limitada.



Fig.99. Casa Prefabricada

Todos nos hemos entretenido alguna vez con juegos de piezas como mecanos y legos. Tras un rato de juego, nos dábamos cuenta de que cuanto mayor son las piezas, más rápido podíamos construir aquella pared, casa o castillo.

En la construcción de viviendas se están utilizando de manera creciente componentes fabricados en plantas de producción, que se ensamblan sobre el terreno. Algunos defienden que es una solución que acelera el proceso de construcción y reduce costes e impacto ambiental. Sin embargo, este último punto resulta especialmente controvertido.

Casas Prefabricadas y Ecológicas

Algunas de las casas prefabricadas que podemos encontrar en nuestro país se presentan como ecológicas aunque, de hecho, estén realizadas con materiales convencionales que, sin ser tóxicos, no destacan por ser especialmente respetuosos desde el punto de vista ambiental. Sin embargo, también hay experiencias de casas prefabricadas conformadas totalmente por materiales ecológicos y con prestaciones para el ahorro de energía. Estas viviendas no requieren cimentación ni afectación alguna al terreno, y están pensadas incluso para que al final de su vida útil puedan ser desmontadas y transportadas.



Fig. 100. Transportación de Casa Prefabricada

Presentan algunas buenas características en cuanto a bioclimatismo (como su nivel de aislamiento) y están conformadas por materiales naturales y renovables de baja energía incorporada. Por ejemplo, incluyen materiales como madera, corcho y barro cocido, evitan el uso de PVC e incorporan acabados en forma de pinturas y barnices de poro abierto en cuya composición sólo figuran ingredientes naturales. Su diseño permite la incorporación de sistemas accesorios como la recogida de aguas pluviales o la inclusión de sistemas de energía solar.

El impacto del transporte desde el lugar de fabricación de estas viviendas modulares al destino final sería su principal inconveniente.

Los prefabricados aportan algunas ventajas de efectividad y facilidad de trabajo en el proceso de construcción de viviendas. Sin embargo, salvo excepciones, no se puede considerar que este tipo de construcción tenga un menor impacto ambiental global, con la actual utilización de materiales y los actuales sistemas de transporte de elevada huella ecológica. Asimismo, tampoco cumplen totalmente las expectativas de fácil acceso a la vivienda a través de la reducción de los precios.

Podemos pensar que las ventajas que se asocian a los prefabricados tienen más que ver con la facilidad y la eficacia a la hora de gestionar la puesta en obra, e incluso con economizar recursos (también humanos), que con la ecología.

Seguir utilizando materiales intensivos en energía y contaminantes en su fabricación no es ambientalmente viable. Mantener o continuar la dependencia del transporte a larga distancia de los materiales que van a conformar el edificio tampoco lo es.

Pese a las mejoras en los procesos productivos industriales, quizá finalmente no haya nada más coste-efectivo, económica y ambientalmente, que edificios que incluyan tecnología y materiales locales o regionales de bajo impacto, contruidos por la mano de obra local.

2.9 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

La Construcción Sostenible deberá entenderse como el desarrollo de la Construcción tradicional pero con una responsabilidad considerable con el Medio Ambiente por todas las partes y participantes. Lo que implica un interés destacable en todas las etapas de la construcción, considerando las diferentes alternativas en el proceso de construcción, en favor de minimizar el agotamiento de los recursos, previniendo la degradación ambiental o los prejuicios, y proporcionar un ambiente saludable, tanto en el interior de las viviendas como en su entorno.

El desarrollo urbano sostenible deberá tener la intención de crear un entorno urbano que no atente contra el medio ambiente, con recursos, no sólo en cuanto a las formas y la eficiencia energética, sino también en su función, como un lugar para vivir.

La sostenibilidad tendrá en cuenta no sólo la construcción en la creación del ambiente, sino también los efectos que ésta producirá en aquellos que lo llevan a cabo y en los que vivirán en ellos. La importancia creciente en las consideraciones del "síndrome del edificio enfermo" en los edificios de oficinas y la "sensibilidad ambiental" en la construcción de viviendas ha dado lugar a una mayor consideración de los efectos que los materiales de construcción tienen en la salud humana.

Se tratará de construir en base a unos principios, que podríamos considerarlos ecológicos y se enumeran a continuación.

- Conservación de recursos.
- Reutilización de recursos.
- Utilización de recursos Reciclables y Renovables en la construcción.
- Consideraciones respecto a la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas, con la correspondiente prevención de residuos y de emisiones.
- Reducción en la utilización de la energía.
- Incremento de la calidad, tanto en lo que atiende a materiales, como a edificaciones y ambiente urbanizado.
- Protección del Medio Ambiente.
- Creación de un ambiente saludable y no tóxico en los edificios.

Los recursos disponibles para llevar a cabo los objetivos de la Construcción Sostenible son los siguientes:

- Energía, que implicará una eficiencia energética y un control en el crecimiento de la movilidad.
- Terreno y biodiversidad. La correcta utilización del terreno requerirá la integración de una política ambiental y una planificación estricta del terreno utilizado. La construcción ocasiona un impacto directo en la biodiversidad a través de la fragmentación de las áreas naturales y de los ecosistemas.
- Recursos minerales, que implicará un uso más eficiente de las materias primas y del agua, combinado con un reciclaje a ciclo cerrado.

La definición de Construcción Sostenible lleva asociada tres verbos: reducir, conservar y mantener.

- La reducción en la utilización de los recursos disponibles se llevará a cabo a través de la reutilización, el reciclaje, la utilización de recursos renovables y un uso eficiente de los recursos. Se tratará de incrementar la vida de los productos utilizados, un incremento en la eficiencia energética y del agua, así como un uso multifuncional del terreno.
- La conservación de las áreas naturales y de la biodiversidad se llevará a cabo a partir de restricción en la utilización del terreno, una reducción de la fragmentación y la prevención de las emisiones tóxicas.
- El mantenimiento de un ambiente interior saludable y de la calidad de los ambientes urbanizados se llevará a cabo a través de la utilización de materiales con bajas emisiones tóxicas, una ventilación efectiva, una compatibilidad con las necesidades de los ocupantes, previsiones de transporte, seguridad y disminución de ruidos, contaminación y olores.

2.10 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN UNA EDIFICACIÓN SOSTENIBLE

- Emplazamiento y 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, agua.
- Consumo energético.
- Generación de residuos y reciclaje.
- Calidad del aire.
- Estética y funcionalidad interior: color, luz, espacios y dimensiones.

2.11 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Se llama Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) al procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo. Este procedimiento jurídico administrativo se inicia con la presentación de la memoria resumen por parte del promotor, sigue con la realización de consultas previas a personas e instituciones por parte del órgano ambiental, continua con la realización del EsIA (Estudio de Impacto Ambiental) a cargo del promotor y su presentación al órgano sustantivo. Se prolonga en un proceso de participación pública y se concluye con la emisión de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental) por parte del Órgano Ambiental.

La EIA se ha vuelto preceptiva en muchas legislaciones. Las consecuencias de una evaluación negativa pueden ser diversas según la legislación y según el rigor con que ésta se aplique, yendo desde la paralización definitiva del proyecto hasta su ignorancia completa. El concepto apareció primero en la legislación de Estados Unidos y se ha ido extendiendo después a la de otros países. La Unión Europea la introdujo en su legislación en 1985, habiendo sufrido la normativa enmiendas en varias ocasiones posteriores.

El EIA se refiere siempre a un proyecto específico, ya definido en sus particulares tales como: tipo de obra, materiales a ser usados, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos, etc.

La evaluación del impacto ambiental surge en el fin de los años 60 en Estados Unidos con el nombre de “environmental impact assessment” (E.I.A.) – en algunos casos en lugar de “Assessment” se puede encontrar Analysis o Statement). El EIA introduce las primeras formas de control de las interacciones de las intervenciones humanas con el ambiente (ya sea en forma directa o indirecta), mediante instrumentos y procedimientos dirigidos a prever y evaluar las consecuencias de determinadas intervenciones. Todo esto con la intención de reducir, mitigar, corregir y compensar los impactos.

El estudio de impacto ambiental es un instrumento importante para la evaluación del impacto ambiental de una intervención. Es un estudio técnico, objetivo, de carácter pluri e interdisciplinario, que se realiza para predecir los impactos ambientales que pueden derivarse de la ejecución de un proyecto, actividad o decisión política permitiendo la toma de decisiones sobre la viabilidad ambiental del mismo. Constituye el documento básico para el proceso de Evaluación del Impacto Ambiental.

La redacción y firma del estudio de impacto ambiental es tarea de un equipo multidisciplinario compuesto por especialistas en la interpretación del proyecto y en los factores ambientales más relevantes para ese proyecto concreto (por ejemplo atmósfera, agua, suelos, vegetación, fauna, recursos culturales, etc.) que normalmente se integran en una empresa de Consultoría Ambiental.

Para estos efectos debe entenderse como intervención no solo una obra, como un puente o una carretera, sino que también, es una intervención que puede tener impacto en el ambiente, la creación de una normativa o una modificación de una normativa existente. Por ejemplo, el incremento del impuesto a la importación de materia prima para fabricación de plásticos puede inducir al uso de recipientes reciclables

CONCLUSIONES

Al volvernos más conscientes de la importancia de preservar el medio ambiente, nos damos cuenta de cómo ciertas acciones actúan deteriorando el ambiente. Sabemos de lo importante que es cuidar el agua, reducir nuestro consumo de energía y hasta reciclar. Estamos conscientes de que, al salir de casa y transportarnos a nuestras actividades diarias, estamos dejando una gran huella negativa en el medio ambiente.

Nuestro hogar es una fábrica de emisiones contaminantes. Usando enormes cantidades de agua que se consumen y se van al desagüe, energía para encender televisores, computadoras, lavadoras y otros electrodomésticos, producimos varias bolsas de basura al día. Es más, la propia construcción de nuestra casa tuvo un impacto negativo en la comunidad donde vivimos.

Es por lo anterior que existe una nueva opción para cuidar el medio ambiente y al mismo tiempo, disfrutar de la comodidad de un hogar. Esta opción son las casas ecológicas. Las casas Ecológicas producen, recolectan y almacenan los recursos que usan (como agua, Luz, comida y materiales). En contraste, una casa normal utiliza los recursos hasta degradarlos por completo y arroja los residuos al medio ambiente, contaminándolo.

Las viviendas Actuales están repletas de elementos nocivos para nuestra salud. Dichos elementos nocivos los encontramos, por ejemplo en los mismos materiales de construcción: el cemento, con el que se construyen la mayoría de las viviendas, suele contener metales pesados (cromo, Zinc) de las pinturas y barnices derivados del petróleo emanan elementos volátiles tóxicos como Xileno, cetonas, tolueno, etc. Y los elementos de PVC son altamente tóxicos sobre todo en su fabricación y en su combustión.

Una vivienda ecológica puede disponer de los mismos adelantos que una vivienda convencional y con algunas ventajas, además de unos materiales más sanos: estas ventajas se centran en un mayor ahorro energético (para ellos aplicamos la bioclimática), lo que conlleva a un menor impacto medioambiental de nuestra casa y una reducción del tiempo de mantenimiento de la vivienda y, como decíamos antes a un gran ahorro energético, lo que nota nuestro bolsillo.

La experiencia de los últimos veinte años ha demostrado que no resulta fácil cambiar el sistema de construcción de los edificios y su funcionamiento. Para lograr una construcción sostenible debe romperse con la rutina y los malos hábitos adquiridos por décadas de derroche de los recursos.

Deberá cambiarse la mentalidad de la industria y de las estrategias económicas con la finalidad de que den prioridad al reciclaje ante la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales. Deberá fomentarse la utilización de sistemas constructivos y energéticos en base a productos y energías renovables.

Es en este entorno cuando la humanidad toma conciencia de la importancia, cada día mas evidente, de que los aspectos medioambientales tendrán consecuencias muy importantes en las principales opciones del procesos constructivo.

Es importante hacer conciencia de la preservación del medio ambiente y el uso adecuado de algunos recursos naturales minerales, asimismo la reconstrucción o tratamiento reciclado de materiales que eviten la contaminación de dichos recursos.

Parece un cuento todo lo que la naturaleza dio al mundo; lo cierto es que el cuento no prevé un final feliz.

Es importante no olvidar nuestro sueño, despertar la conciencia ecológica y aplicar la bioconstrucción en México, nuestro ideal que al tamaño de nuestra realidad parece un grano de arena en el desierto, un sueño, que frente a la gran maquinaria social, parece vulnerable; frente a un interés global, utópico. Pero frente a las miradas de gente que vive en condiciones de calor, frío, contaminantes; que inconscientemente es afectada en una de sus funciones básicas “el estado de ánimo”.

Estudios realizados demuestran que personas que viven en condiciones antes señaladas, muestran consecuencias desde leves hasta críticas, dado que con el paso del tiempo bajo las mismas condiciones aumenta la irritabilidad y afectan los rasgos de carácter, nos volvemos cada vez más intolerantes, crece el enojo y las reacciones violentas hacia otras personas, se afectan en importante medida, estilos de vida incestuosos, desintegraciones familiares, desinterés por rescatar valores familiares o tipos ideales de familia, etc.

Situaciones que no son causa ni consecuencia de la evolución del hombre, en este caso es una realidad que más que explicarse, es de atenderse de forma integral. Nuestro proyecto, se presenta como un inicio de ambiciones reales para contribuir a mejorar la calidad de vida de tantos, como tantos crean que vivir mejor es una recreación cultural, más que económica.

Usando la bioconstrucción como método de construcción de viviendas y edificaciones de cualquier índole estamos ayudando a mejorar el ambiente y el medio donde vivimos, le estamos retribuyendo o agradeciendo a la naturaleza lo que nos provee.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

	Pág.
Estuco ¹ .- Pasta de cal apagada y mármol pulverizado, con que se cubren las paredes o los muros.	7, 9
Radiestecia ² .- La radiestesia o rabadomancia es una actividad pseudocientífica que se basa en la creencia de que existen energías o elementos sobrenaturales que pueden ser detectados por medio de un péndulo, una horquilla y otros artefactos sencillos mantenidos en suspensión inestable	7
Feng Shui ³ .- Es un sistema ancestral de estética chino que pretende utilizar las leyes del Cielo (astronomía) y la Tierra (geografía) para ayudar a mejorar la vida recibiendo Qi positivo.	7
Revoco ⁴ .-Capa o mezcla de cal y arena u otros materiales semejantes que se utiliza para arreglar muros.	12
Higroscópico ⁵ .- Adj. Que tiene la propiedad de absorber o expulsar humedad de acuerdo con las condiciones atmosféricas.	14
Celulosa ⁶ .- Hidrato de carbono que es el componente básico de la membrana de las células vegetales. Se utiliza en la fabricación de papel, fibras textiles, plásticos, etc.	17,20

- Lignina**⁷.- Sustancia que aparece en los tejidos leñosos de los vegetales y que mantiene unidas las fibras de celulosa que los componen: la lignina constituye el 25% de la madera. 20
- Xilófago**⁸.- Adj. Se dice de los insectos que roen la madera. 21
- Jamba**⁹.- Es el nombre que se da al marco con molduras que corre alrededor de una puerta o de una ventana: se compone de tres partes, los dos largueros verticales y el travesaño horizontal. También una jamba es un pilar de piedra o ladrillo, situado en el espesor de un muro, cuya finalidad es consolidar y trabar las piezas del conjunto. Las jambas suelen estar elaboradas en mampostería, ladrillo o madera. 28
- Dintel**¹⁰.- Es un elemento estructural horizontal que salva un espacio libre entre dos apoyos. Es el elemento superior que permite abrir huecos en los muros para conformar puertas, ventanas o pórticos. Por extensión, el tipo de arquitectura, o construcción, que utiliza el uso de dinteles para cubrir los espacios en los edificios se llama arquitectura adintelada, o construcción adintelada. La que utiliza arcos o bóvedas se denomina arquitectura abovedada. 28

- Alcornocal**¹¹.- Árbol perteneciente a la familia de las fagáceas, de hoja persistente, fruto en bellota y madera muy dura, cuya gruesa corteza constituye el corcho. 32
- Difusible**¹².- Se dice de lo que se puede diseminar, sembrarse, esparcirse, arrojarse por separado. 47
- Trementina**¹³.- Resina de los pinos, abetos, alerces y terebintos. Es muy aromática y se usa en industria y en medicina. 48
- Piretroides**¹⁴.- Son insecticidas de corta persistencia en el ambiente. Se usan para control de vectores de malaria y dengue. 53
- Estireno**¹⁵.- Líquido oleoso de olor penetrante, insoluble en agua y soluble en alcohol y éter que se usa para la fabricación de polímeros plásticos y resinas sintéticas. 54
- Paisaje Geobiológico**¹⁶.- Es el paisaje que está en equilibrio y en una zona donde los campos electromagnéticos, las energías tectónicas y las radiaciones cosmotelúricas no afectan el entorno. 74
- Radon**¹⁷.- Elemento químico, gas noble radiactivo que se origina en la desintegración del radio y se halla presente en cantidades mínimas en el aire, suelo y agua. Su símbolo es Rn y su número atómico, 86. 74

- Efluente**¹⁸. - Se le llama a la salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de agua, a un tanque de oxidación, a un tanque para un proceso de depuración biológica del agua, etc. Este es el agua producto dada por el sistema. 79
- Zonas Geopatogenas**¹⁹. - Zonas que se pueden producir por no homogeneización de la corteza en la superficie de la Tierra, como en arroyos o manantiales subterráneos, depósitos de mineral, etc. por el hecho de que: La forma de las líneas de fuerza del polo magnético del planeta cambia, lo que influye en su espesor, incluyendo la creación de los polos magnéticos de secundaria. 101
- Confort Higrotérmico**²⁰. - Puede definirse como la ausencia de malestar térmico. En fisiología se dice que hay confort higrotérmico cuando no tienen que intervenir los mecanismos termoreguladores del cuerpo para una actividad sedentaria y con un ligero arropamiento. (sudoración, metabolismo, y otros). 105
- PET**²¹. - (Tereftalato de Polietileno o Poliéster Termoplástico). Es un plástico técnico de gran calidad para numerosas aplicaciones. La mayoría de los envases que manejamos en nuestra vida cotidiana están elaborados de PET. 105

BIBLIOGRAFÍA

- Rodriguez Lledó, Camilo, “Guía de Bioconstrucción”, Editorial Mandala, España, 1990.
- Schmitz-Günther, Thomas, “*Living Spaces*”, Editorial Konemann, EUA, 1999.
- Marin, Toni, et. al., “*Ecohabitar*”, Bioconstrucción, Permacultura y Vida Sostenible, <http://www.ecohabitar.org> (publicaciones electrónicas).
- Bueno, Mariano, “El Gran Libro de la Casa Sana”, Editorial Martinez Roca, 7ª Ed., España, 2005.
- Moch, Yves, “Impacto Ambiental de los Materiales de Construcción”, Barcelona, 1996.
- Urkia Lus, Iñaki y Sebastian, “Energía Renovable Práctica”, Editorial Pamiela, España, 2003.
- Minke, Gernot, “Manual de Construcción en Tierra”, Editorial Fin de Siglo, Uruguay, 2001.
- Yamashiro K., Ricardo, et. al., “Diseño sísmico de construcciones de Adobe y Bloque estabilizado”, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. 1977.
- Regifo Z., Luis, “La Construcción Con Tierra, Trabajo de investigación: el Adobe, el Quincha y el Tapial”, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú. 1985.
- Boff, Leonarndo, et. al., “Carta del La Tierra”, Organización de las Naciones Unidas, La Haya, Holanda 2000
- Cebada, Praticia y Solsona, Ruben, “Casas sanas y ecológicas con balas de paja”, Editorial Higea, 2ª Edición, España, 2005.

- Weismann, Adam y Brice, Katy, "Building with Cob, step by step guide", Editorial Green Bocks, EUA, 2006
- Libro de Proyecto Ambiental, Volumen I,II y III. Políticas, Procedimientos y Problemas Intersectoriales. Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial