

# UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



## FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:  
VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN MATERIALES  
SUSTENTABLES PARA LA CONSTRUCCIÓN.  
ETAPA CERO 2013.

PARA:  
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.

Presenta: P.I.C. Uriel Andrade Solano.

Asesor: Dr. En Ciencias Especialidad en Materiales José  
Carlos Rubio Avalos.

Morelia, Mich. Febrero de 2014

## AGRADECIMIENTOS:

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

A la Facultad de Ingeniería Civil.

A la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; en específico al proyecto de investigación 2012-2013 12.11, por el apoyo económico otorgado para la realización de la presente investigación.

A la Sección de Investigación e Innovación Tecnológica en Materiales para la Construcción del Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil.

## DEDICATORIAS:

A DIOS:

Por darme la oportunidad de realizar esta tesis y así dar un paso importante en mi vida.

A MIS PADRES:

Por haberme dado su apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

A MIS HERMANOS:

Por ser parte de mi vida.

A MI ASESOR:

Porque sin su ayuda no habría sido posible la realización de la presente tesis.

**RESUMEN:**

El tema vigilancia tecnológica trata de la innovación en materiales para la construcción y eficiencia, por otra parte la protección de nuestro entorno ecológico y la preservación del medio ambiente es la sustentabilidad y debe ser de mayor impacto día a día, para los materiales deben ser de un origen más natural, el uso de materiales con un menor grado de contaminación es el porqué de los aquí mencionadas alternativas para cambiar los materiales tradicionalmente utilizados en la construcción.

**PALABRAS CLAVES:** 1. Innovación, 2. Materiales, 3. Vigilancia tecnológica, 4. Sustentabilidad.

**ABSTRACT:**

The technology watch theme is innovation in building materials and efficiency, and for the protection of our ecological environment and the preservation of an environment is the sustentabilidad and must be greater day by day, to the materials that each time must be of natural origin, ie use materials with lower degree of environmental contamination that is why the materials listed here are an alternative to change the materials normally used in construction.

**KEY WORDS:** 1. Innovation, 2. Materials, 3. Technology watch, 4. Sustainability.

# ÍNDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>26</b>
<b>2. Estado-del-Arte. ....</b>	<b>27</b>
2.1. Definición De Materiales Para La Construcción.....	27
2.1.1. Materiales naturales. ....	27
2.1.2. Materiales artificiales.....	27
2.1.3. Propiedades de los materiales de construcción. ....	27
2.2. Antecedentes E Historia De Los Materiales Para La Construcción. ....	29
2.2.1. Bahareque. ....	29
2.2.1.1. Origen.....	29
2.2.1.2. Materiales. ....	30
2.2.1.3. Material para encofrado: ....	31
2.2.2. Yeso. ....	32
2.2.3. Barro en la construcción. ....	34
2.2.4. La cal aérea en la construcción tradicional. ....	34
2.2.5. Cemento.....	36
2.2.5.1. Definición y composición del cemento Portland. ....	37
2.2.5.1.1. Materias Primas.....	37
2.2.6. Ladrillo.....	39
2.2.7. Materiales de construcción en el Antiguo Egipto. ....	40
2.2.7.1. Madera. ....	40
2.2.7.2. Adobe. ....	41
2.2.7.3. Piedras. Extracción y transporte.....	43
2.2.8. Materiales utilizados por los griegos. ....	46
2.2.9. Materiales para la construcción usados en la antigua Roma. ....	47
2.2.10. Materiales utilizados en la antigua China. ....	53

2.2.11. Materiales utilizados en casas tradicionales japonesas.....	55
2.2.12. Corales Escleractinios, “Piedra Mucar” y San Juan de Ulúa, Veracruz, México. 56	
2.2.13. Pirámides submarinas en Japón - Antigua Ciudad Bajo el agua. ....	60
2.2.13.1. Los buzos encuentran el edificio más antiguo del mundo. ....	63
<b>2.3. Materiales Tradicionales Utilizados Para La Construcción. ...</b>	<b>66</b>
<b>2.4. Clasificación De Materiales Para La Construcción. ....</b>	<b>73</b>
2.4.1. Clasificación de los materiales de construcción.....	73
2.4.2. Materiales cerámicos. ....	74
2.4.2.1. Propiedades, fabricación y conformado. ....	75
2.4.2.1.1. Azulejos y gres. ....	76
2.4.2.1.2. Porcelanas y lozas. ....	77
2.4.2.1.3. Vidrios. ....	77
2.4.2.1.3.1. Componentes y características. ....	77
2.4.2.1.4. Materiales aglomerantes. ....	78
2.4.2.1.5. Materiales para la construcción de mampostería. ....	78
2.4.2.1.5.1. Unidades o piezas. ....	78
2.4.2.1.5.2. Piedras artificiales. ....	78
2.4.3. Metales.....	79
2.4.3.1. Del acero al carbono.....	80
2.4.3.2. Composiciones del acero.....	81
2.4.3.3. Propiedades de los materiales ferrosos. ....	82
2.4.3.3.1. Elasticidad. ....	82
2.4.3.3.2. Ductilidad. ....	82
2.4.3.3.3. Forjabilidad. ....	82
2.4.3.3.4. Resistencia a la tensión.....	83
2.4.3.3.5. Soldabilidad.....	83
2.4.3.3.6. Facilidad de corte.....	83
2.4.3.4. Clasificación de los aceros. ....	83

2.4.4. Polímeros.....	84
2.4.4.1. Termoplásticos. ....	84
2.4.4.2. Termoestables. ....	84
2.4.4.3. Clasificación de los materiales poliméricos.....	85
2.4.4.3.1. Según su origen.....	85
2.4.4.3.2. Según la estructura. ....	85
2.4.4.3.2.1. Polímeros de cadena lineal: .....	85
2.4.4.3.2.2. Polímeros de cadena ramificada:.....	85
2.4.4.3.2.3. Polímeros de cadena reticular: .....	85
2.4.4.3.3. Según respuesta al calentamiento. ....	85
2.4.4.3.3.1. Termoplásticos:.....	85
2.4.4.3.3.2. Termoestables (termofijos o termofraguables):.....	86
2.4.4.4. Propiedades físicas. ....	86
2.4.4.5. Propiedades mecánicas. ....	86
2.4.4.6. Propiedades ópticas. ....	87
2.4.4.7. Propiedades eléctricas.....	88
2.4.4.8. Propiedades químicas.....	88
2.4.4.9. Propiedades térmicas. ....	88
2.4.5. Compuestos y avanzados. ....	89
2.4.5.1. Morteros.....	90
2.4.5.2. Hormigones. ....	90
2.4.5.2.1. Componentes y propiedades.....	90
2.4.5.2.2. Elaboración y puesta en obra. ....	91
2.4.5.2.3. Tipos de hormigón. ....	93
2.4.6. Biomateriales. ....	94
2.4.6.1. La biomasa.....	94
2.4.6.2. Los biomateriales de la construcción. ....	94

### **3. Materiales Sustentables Derivados de la Madera.**

## **96**

3.1. INTRODUCCIÓN.....	96
3.1.1. Propiedades físicas.....	97
3.1.2. Propiedades ecológicas.....	97
3.1.3. Clasificación de la madera.....	98
3.1.3.1. Maderas duras.....	98
3.1.3.2. Maderas blandas.....	99
3.2. Vigas y pilares compuestos a base de madera.....	101
3.3. Ladrillo Térmico Ecotec©.....	102
3.3.1. FACTOR R.....	102
3.3.2. Datos técnicos.....	103
3.3.3. Beneficios.....	104
3.4. Maderas laminadas de gran resistencia y flexibilidad de uso. .....	105
3.5. Terminaciones sustentables.....	107
3.5.1. Pisos de madera.....	107
3.5.1.1. Descripción – Propiedades.....	107
3.5.1.2. Pisos hechos de diferentes tipos de madera.....	108
3.5.1.2.1. Pisos de madera recuperada.....	108
3.5.1.2.2. Pisos de bambú.....	108
3.5.1.2.2.1. Descripción – Propiedades.....	108
3.5.1.2.2.2. Comportamiento sustentable.....	109
3.5.1.2.2.3. Ventajas de los pisos de bambú.....	110
3.5.1.2.3. Pisos de corcho.....	110
3.5.1.2.3.1. Descripción – Propiedades.....	110
3.5.1.2.3.2. Comportamiento sustentable.....	111
3.5.1.2.4. Pisos de caucho.....	113
3.5.1.2.4.1. Descripción – Propiedades.....	113
3.5.1.2.4.2. Comportamiento sustentable.....	114

3.6. La guadua: un material natural de características asombrosas.	114
.....	114
3.6.1. Características Técnicas de la guadua como material de construcción.....	115
3.6.2. Su empleo en edificios. ....	116
3.7. Catedral de Cartón de Shigeru Ban se construye en Nueva Zelanda. ....	119
<b>4. Materiales Sustentables Derivados del Vidrio y Cerámica.....</b>	<b>125</b>
4.1. Introducción: La contaminación del aire. ....	125
4.1.1. Gases que son los causantes del efecto invernadero. ....	125
4.1.2. México, 2º país de AL con más muertes por contaminación.....	127
4.1.2.1. No hay personal capacitado para monitoreo de la contaminación.....	130
4.1.2.2. Urgen política federal para mejorar calidad del aire. ....	130
4.2. FOTOCATÁLISIS Y SU APLICACIÓN A INFRAESTRUCTURAS URBANAS. ....	131
4.2.1. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS FOTOCATALÍTICOS APLICADOS SOBRE INFRAESTRUCTURAS URBANAS.....	132
4.2.1.1. Pavimentos bituminosos drenantes percolados con lechada fotocatalítica.....	132
4.2.1.2. Sprays fotocatalíticos para pavimentación de calles y aceras. ....	133
4.2.1.3. Losas fotocatalíticas para pavimentación de aceras.....	134
4.2.1.4. Revestimiento de fachadas con materiales cerámicos fotocatalíticos. ....	134
4.2.1.5. Revestimiento de fachadas con mortero fotocatalítico. ....	134
4.2.1.6. Impermeabilización de cubiertas con productos fotocatalíticos.....	134
4.2.1.7. Pinturas en polvo fotocatalíticas para envoltentes metálicas de edificación.....	134
4.3. Eco Adoquín. ....	135
4.3.1. LAS EMISIONES DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO <sub>x</sub> ).....	135

4.3.2. OBTENCIÓN DEL EFECTO TOTOCATALÍTICO.....	135
4.3.3. DURABILIDAD DEL EFECTO FOTOCATALÍTICO.....	136
4.3.4. APLICACIONES DE LA FOTOCATALISIS RELEVANTES PARA EL MEDIO AMBIENTE. 136	
4.4. EcoGranic. El pavimento que purifica el aire. ....	140
4.4.1. Material utilizado: .....	142
4.4.2. Material utilizado: .....	143
4.5. Materiales más poderosos. ....	144
4.6. Materiales que absorben los gases de efecto invernadero. 146	
4.7. Desarrollan un nuevo producto, que aplicado sobre el pavimento de las carreteras, permite reducir la contaminación del aire. 148	
4.8. Pinturas fotocatalíticas para purificar el aire.....	149
4.8.1. Obtención:.....	150
4.8.2. Ventajas:.....	151
4.8.3. Propiedades:.....	151
4.8.4. Resultados: .....	152
4.8.5. Aplicaciones:.....	153
4.9. Diez razones que hacen de la baldosa de cerámica un material muy sostenible.....	154
4.10. Ladrillo Cara Vista.....	156
4.10.1. Novedades del sector.....	157
4.10.2. Cómo evitar las eflorescencias.....	157
4.10.3. Llamamos eflorescencias a la aparición de sales en la superficie de la fachada. 158	
4.10.4. Diferentes tipos de cerramiento con ladrillo cara vista.....	158
4.10.5. Los ladrillos se pueden diferenciar de tres formas: .....	158

4.10.6. Ventajas del sistema Structura: .....	159
4.11. Pilotes de fibra de vidrio. ....	160
<b>5. Materiales Sustentables Derivados de Materiales Poliméricos.....</b>	<b>162</b>
5.1. Introducción: Contribución de los Plásticos a la Sustentabilidad en la Construcción. ....	162
5.1.1. Estadísticas: .....	162
5.2. De PET a ladrillos de construcción [México]. ....	163
5.2.1. Estudiante de la UAM optimiza procesos de construcción con botellas PET. .	163
5.3. Casas Ecológicas: Construyendo casas con botellas de plástico.....	165
5.4. Llancreto de Cemex - La respuesta ecológica.....	166
5.5. El PVC se reinventa como material sustentable para la construcción.....	168
5.5.1. Tecnología del Plástico: Respuesta de la cadena del PVC ante los retos que se le han presentado. ....	169
5.5.2. Significado de Londres 2012 para la cadena del PVC. ....	170
5.6. Los Bioplásticos. ....	171
5.7. Estructura de célula cerrada de Styrofoam®.....	174
5.7.1. Descripción.....	174
5.7.2. Ventajas.....	174
5.7.3. Usos.....	174
5.7.4. Rango.....	175
5.8. Atlas AC-Foam.....	175
5.8.1. Descripción.....	175
5.8.2. Ventajas.....	176

5.8.3. Usos.....	176
5.8.4. Rango.....	176
<b>5.9. MADERA PLÁSTICA SOLUCIÓN AL DESECHO PLÁSTICO. ..</b>	<b>176</b>
5.9.1. LA MADERA PLÁSTICA.....	177
<b>5.10. Tablero fabricado 100% con plásticos. ....</b>	<b>179</b>
5.10.1. Ventajas.....	179
5.10.2. Propiedades mecánicas.....	180
5.10.3. Propiedades térmicas.....	180
5.10.4. Aplicaciones.....	180
<b>5.11. EL POLICARBONATO SÓLIDO PARA USO GENERAL. ....</b>	<b>182</b>
5.11.1. Características del Policarbonato Sólido: .....	182
5.11.2. EL POLICARBONATO SÓLIDO PARA USO EXTERIOR.....	183
5.11.3. EL POLICARBONATO CELULAR.....	183
5.11.3.1. Características.....	184
5.11.4. EL POLICARBONATO CORRUGADO.....	184
5.11.4.1. Características: .....	184
5.11.4.2. Fácil Instalación: .....	185
5.12. Ladrillos de plástico para la construcción de viviendas, una innovación desde la universidad.....	185
5.12.1. BENEFICIOS: .....	186
5.13. Nuevos materiales con plástico reciclado. ....	187
<b>6. Materiales Sustentables Derivados de Materiales Metálicos. ....</b>	<b>189</b>
6.1. INTRODUCCIÓN: CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD.....	189
6.2. El cobre, material sostenible.....	192
6.2.1. Aplicaciones del cobre en los edificios verdes:.....	193

6.2.2. El cobre es una materia prima totalmente reciclable y por lo tanto una fuente renovable para nuestro futuro.....	194
6.2.3. El cobre es un metal reciclable al 100%.....	194
6.2.4. El cobre reciclado tiene las mismas características químicas, físicas y tecnológicas que el cobre primario.....	194
6.2.5. La producción europea de semielaborados de cobre proviene en un 50 % de productos reciclados. ....	194
6.2.6. Los desechos de cobre son una fuente de recursos. ....	195
6.2.7. Reciclar ayuda al medio ambiente. ....	195
6.2.8. El cobre recuperado es “la auténtica mina de Europa” .....	195
6.2.9. Material reciclado. ....	195
6.2.10. Productos y mercados. ....	195
6.2.11. MERCADOS.....	198
<b>6.3. Aleaciones de cobre antimicrobianas KME Plus®.....</b>	<b>198</b>
6.3.1. La nueva gama de aleaciones con actividad antimicrobiana avalada por datos científicos. ....	198
<b>6.4. Tuberías y Conexiones de Cobre. ....</b>	<b>199</b>
6.4.1. Existen varias razones por las cuales se aconseja optar por estas tuberías: ...	200
6.4.2. Tipo L. ....	200
6.4.3. Tipo M. ....	200
6.4.4. Tipo K.....	201
6.4.5. Tipo “L” Flexible.....	201
6.4.6. Tipo Refrigeración. ....	201
<b>6.5. Cables con aislamiento mineral.....</b>	<b>202</b>
6.5.1. Ventajas de los cables con aislamiento mineral. ....	203
<b>6.6. El aluminio.....</b>	<b>203</b>
6.6.1. Origen del metal.....	204
6.6.2. Transformación. ....	204
6.6.3. Propiedades.....	206

6.6.4. Barandillas de aluminio.....	207
6.6.5. Sistemas de Edificación en Aluminio.....	208
6.6.5.1. Ventanas y balconeras con o sin Rotura de Puente Térmico. ....	208
6.6.5.1.1. Ventanas fijas.....	208
6.6.5.1.2. Practicables, abisagradas o abatibles. ....	208
6.6.5.1.3. Correderas. ....	209
6.6.5.1.4. Oscilobatientes. ....	209
6.6.5.1.5. Puertas abisagradas, de libro o de vaivén. ....	209
6.6.5.1.6. Muros cortina. ....	210
6.6.5.1.7. Fachadas ventiladas.....	210
6.6.5.1.8. Mallorquinas. ....	211
6.6.6. Fachada en capas de Metal Natural crea colorido diseño de jardín de invierno. 211	
6.6.7. Brotes de plantas a través de una fachada de aluminio perforado en Japón. 214	
<b>6.7. Zinc... un material sostenible.....</b>	<b>217</b>
6.7.1. Emisiones de zinc a la atmósfera. ....	219
6.7.2. Zinc en el entorno. ....	219
<b>7. Materiales Sustentables con Propiedades Termo- Acústicas.....</b>	<b>222</b>
<b>7.1. INTRODUCCIÓN: AISLAMIENTO TÉRMICO.....</b>	<b>222</b>
7.1.1. Entre las principales funciones de los materiales aislantes se encuentran las siguientes: .....	222
7.1.2. Aislamiento resistivo. ....	223
7.1.2.1. Productos aislantes resistivos. ....	223
7.1.2.1.1. Placas. ....	223
7.1.2.1.2. Fieltros. ....	224
7.1.2.1.3. Aislantes rociados. ....	224
7.1.2.1.4. Espumas de relleno.....	225
7.1.3. Aislamiento reflectante (radiante).....	225

7.1.4. Las formas en las que se comercializan los distintos materiales aislantes térmicos son:.....	226
<b>7.2. Desarrollo de paneles termoacústicos a base de residuos de madera para el mercado de la construcción. ....</b>	<b>227</b>
7.2.1. MATERIALES Y MÉTODOS.....	227
7.2.2. DISCUSIÓN de RESULTADOS. ....	228
7.2.3. Preparación de probetas y desmolde y manipulación.....	229
<b>7.3. Materiales Aislantes Sustentables.....</b>	<b>233</b>
7.3.1. Evitar: Aislamiento convencional.....	234
7.3.2. Es recomendable: Aislamiento natural.....	234
7.3.2.1. Corcho.....	235
7.3.2.1.1. Descripción – Propiedades.....	235
7.3.2.1.2. Comportamiento sustentable.....	236
7.3.2.2. Manta lana de oveja.....	236
7.3.2.2.1. Descripción – Propiedades.....	236
7.3.2.2.2. Comportamiento sustentable.....	237
7.3.2.3. Lino termo fijado.....	237
7.3.2.3.1. Descripción – Propiedades.....	237
7.3.2.3.2. Comportamiento sustentable.....	238
7.3.2.4. Fibra de celulosa de papel reciclado.....	238
7.3.2.4.1. Descripción – Propiedades.....	238
7.3.2.4.2. Comportamiento sustentable.....	238
7.3.2.5. Perlita / Vermiculita.....	238
7.3.2.5.1. Descripción – Propiedades.....	238
7.3.2.5.2. Comportamiento sustentable.....	239
7.3.2.6. Vidrio celular.....	240
7.3.2.6.1. Descripción – Propiedades.....	240
7.3.2.6.2. Existen dos tipos de vidrio celular:.....	240
7.3.2.6.3. Comportamiento sustentable.....	241

7.3.2.7.	Virutas de madera.....	241
7.3.2.7.1.	Descripción – Propiedades.....	241
7.3.2.7.2.	Comportamiento sustentable.....	241
7.3.2.8.	Panel aislante de fibras de madera.....	241
7.3.2.8.1.	Descripción – Propiedades.....	241
7.3.2.8.2.	Comportamiento sustentable.....	242
7.4.	El ITC desarrolla espumas cerámicas que actúan como aislantes térmicos para la construcción.....	243
7.5.	Materiales aislantes fabricados con productos reciclados. 244	
7.5.1.	Espuma de vidrio (lana de vidrio): 0.035 W/m·K.....	244
7.5.2.	Celulosa: 0.039 W/m·K.....	245
7.5.3.	Algodón: 0.040 W/m·K.....	246
7.5.4.	Corcho: 0.045 W/m·K.....	247
7.5.5.	Agrofibras: 0.050 W/m·K.....	248
7.5.6.	Vidrio celular: 0.050 W/m·K.....	249
7.5.7.	Fibras de la madera: 0.060 W/m·K.....	249
7.5.8.	Losas de lana de madera: 0.090 W/m·K.....	250
7.6.	Instalación geotérmica en edificio de oficinas.....	251
7.6.1.	Las estrategias activas de obtención y ahorro de energía son:.....	252
7.7.	Pilotes térmicos.....	256
7.8.	Sistema térmico.....	258
7.9.	Aislantes acústicos Clima Block.....	264
7.9.1.	Aislamiento acústico del muro.....	265
7.9.2.	Requisitos CTE DB HR.....	266
<b>8.</b>	<b>Materiales Sustentables en Tecnología del Agua.</b> <b>270</b>	

<b>8.1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN: AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. ....</b>	<b>270</b>
8.1.1.	Captación de agua para abastecimiento público. ....	270
8.1.2.	Tratamiento de aguas residuales. ....	270
8.1.3.	Descarga de aguas residuales sin tratamiento. ....	270
8.1.4.	Consumo y cuidado del agua. ....	271
8.1.5.	Agua potable y saneamiento. ....	271
8.1.6.	Captación de agua para abastecimiento público. ....	271
8.1.7.	Tratamiento de aguas residuales. ....	272
8.1.8.	Descargas de aguas residuales sin tratamiento. ....	273
8.1.9.	Consumo y cuidado del agua. ....	274
<b>8.2.</b>	<b>Purificadores de agua. ....</b>	<b>275</b>
8.2.1.	Modelo: CHILL POU™ Modelo económico. ....	275
8.2.1.1.	Características: ....	276
8.2.1.2.	Especificaciones y datos técnicos. ....	276
8.2.2.	Pure Water Cooler™ Deluxe. ....	277
8.2.2.1.	Características: ....	278
8.2.2.2.	Especificaciones y datos técnicos. ....	278
8.2.3.	Pure Water Cooler™ UV. ....	278
8.2.3.1.	Características: ....	279
8.2.3.2.	Especificaciones y datos técnicos. ....	280
8.2.4.	Pure Water Cooler™ Osmosis. ....	280
8.2.4.1.	Características: ....	281
8.2.4.2.	Especificaciones y datos técnicos. ....	281
8.2.5.	Pure Water Cooler™ Osmosis UV. ....	282
8.2.5.1.	Características: ....	283
8.2.5.2.	Especificaciones y datos técnicos. ....	283
8.2.6.	Osmosis Inversa Domestica. ....	284
8.2.6.1.	5 etapas: ....	284
<b>8.3.</b>	<b>Termofusión TUBOPLUS M.R. Bicapa. ....</b>	<b>285</b>

8.3.1. Termofusión. ....	286
8.3.2. Polipropileno Copolímero Random (tipo 3) PPR. Un material de vanguardia. ....	286
8.3.3. Ventajas del sistema. ....	288
8.3.3.1. Ausencia de corrosión. ....	288
8.3.3.2. Mayor resistencia al agua caliente y a la presión de agua.....	288
8.3.3.3. Seguridad total en las uniones. ....	289
8.3.3.4. Agua caliente en menos tiempo. ....	289
8.3.3.5. Mantiene la calidad del agua. ....	289
8.3.3.6. Excelenteresistencia al impacto.....	290
8.3.3.7. Instalaciones silenciosas.....	290
8.3.3.8. Corrientes eléctricas.....	291
8.3.3.9. Alta resistencia a baja temperatura.....	291
8.3.3.10. Máxima resistencia en zonas sísmicas. ....	291
8.3.3.11. Mayor flujo. ....	292
8.3.3.12. La mayor facilidad en el trabajo.....	292
8.3.4. Campos de aplicación.....	293
8.3.4.1. Instalaciones en viviendas, hoteles y hospitales.....	293
8.3.4.2. Instalaciones de calefacción.....	293
8.3.4.3. Instalaciones prearmadas. ....	294
8.3.4.4. Instalaciones de aire acondicionado.....	294
8.3.4.5. Instalaciones para fluidos industriales y aire comprimido. ....	294
8.3.5. Ventajas Económicas.....	294
8.3.5.1. - Rapidez en la instalación.....	294
8.3.5.2. - Menor costo por unión. ....	295
8.3.5.3. - Ahorro en la Instalación. ....	295
8.3.6. Línea de tubos, conexiones y herramienta. ....	296
8.3.7. Tuboplus <sub>M.R.</sub> Línea Hidráulica. ....	305
8.3.7.1. Características. ....	305
8.3.7.2. Fácil instalación: ....	305

8.3.8. Tuboplus <sub>M.R.</sub> Línea Sanitaria. ....	305
8.3.8.1. Características. ....	305
8.3.8.2. Fácil instalación: .....	306
8.3.9. Tuberías y conexiones de PVC.....	306
8.3.9.1. Ventajas:.....	306
8.3.9.2. PVC Cédula 40. ....	307
8.3.9.3. CPVC Cédula 80. ....	307
8.3.9.4. PVC Cédula 80. ....	308
8.3.9.5. CPVC CTS Flowguard Gold.....	308
8.3.9.6. RD'S 13.5, 21, 26 y 41 Cementar.....	308
8.3.9.7. Hid. Sistema Inglés. ....	309
8.3.9.8. Hid. Sistema Métrico.....	309
8.3.9.9. Alcantarillado Métrico Serie-20 y Serie-25. ....	310
<b>8.4. Diferencia entre los tubos de PVC y CPVC. ....</b>	<b>310</b>
8.4.1. PVC. ....	311
8.4.2. CPVC. ....	311
8.4.3. Usos del PVC.....	311
8.4.4. Usos del CPVC.....	311
8.4.5. Consideraciones sobre seguridad. ....	311
<b>8.5. Características de las tuberías de CPVC.....</b>	<b>312</b>
8.5.1. Uso en líneas de frías y calientes. ....	312
8.5.2. Resistencia al fuego y los productos químicos.....	312
8.5.3. Resistencia a la corrosión del agua. ....	313
8.5.4. Flujo silencioso de agua. ....	313
<b>8.6. Tubería de PVC. ....</b>	<b>313</b>
8.6.1. TUBERÍA DE PVC - SANITARIA METRICA.....	314
8.6.1.1. Ventajas.....	315
8.6.1.1.1. Economía. ....	315
8.6.1.1.2. Sencillez y seguridad en las uniones.....	315

8.6.1.1.3.	Resistencia a la corrosión e incrustación.....	315
8.6.1.1.4.	Bajo coeficiente de fricción y mejor funcionamiento. ....	315
8.6.1.1.5.	Bajo peso.....	315
8.6.1.1.6.	Mínimo desperdicio.....	315
8.6.1.1.7.	Facilidad de unión con los muebles sanitarios. ....	316
8.6.1.1.8.	Resistencia al impacto y flexibilidad.....	316
8.6.1.1.9.	Durabilidad y garantía de servicio. ....	316
8.6.2.	TUBERÍA DE PVC - ALCANTARILLADO SISTEMA MÉTRICO SERIE 20.....	317
8.6.2.1.	Aplicaciones.....	317
8.6.2.2.	Características. ....	318
8.6.2.3.	Ventajas.....	318
8.6.2.3.1.	Coeficiente de Fricción. ....	318
8.6.2.3.2.	Flexibilidad.....	318
8.6.2.3.3.	Hermeticidad. ....	318
8.6.2.3.4.	Vida Útil. ....	319
8.6.2.3.5.	Instalación.....	319
8.6.2.4.	Medidas preventivas.....	319
8.6.3.	TUBERÍA DE PVC - C900 BLUE BRUTE.....	320
8.6.3.1.	Aplicaciones.....	320
8.6.3.2.	Características. ....	321
8.6.3.3.	Ventajas.....	321
8.6.3.3.1.	Control de Calidad. ....	321
8.6.3.3.2.	Resistencia a la corrosión. ....	321
8.6.3.3.3.	Capacidad de Flujo.....	321
8.6.3.3.4.	Durabilidad.....	322
8.6.4.	TUBERÍA DE PVC - C905 BIG BLUE.....	322
8.6.4.1.	Aplicaciones.....	323
8.6.4.2.	Características. ....	324

8.6.4.3.	Ventajas.....	325
8.6.4.3.1.	Vida Útil. ....	325
8.6.4.3.2.	Control de Calidad. ....	325
8.6.4.3.3.	Resistencia a la corrosión. ....	325
8.6.4.3.4.	Capacidad de Flujo.....	325
8.6.5.	TUBERÍA HIDRÁULICA DE PVC - CEDULA 40 CEMENTAR / ASTM Y TRANSPARENTE. ....	326
8.6.5.1.	Aplicaciones – Tubería Hidráulica de PVC.....	327
8.6.5.2.	Características - Tubería Hidráulica de PVC. ....	327
8.6.5.3.	Ventajas - Tubería Hidráulica de PVC.....	328
8.6.5.4.	Tubería Hidráulica de PVC – Transparente. ....	328
8.6.6.	TUBERÍA HIDRÁULICA DE PVC - CEDULA 80 CEMENTAR / ASTM.....	329
8.6.6.1.	Aplicaciones.....	329
8.6.6.2.	Características. ....	329
8.6.6.3.	Ventajas.....	330
8.6.6.3.1.	Economía. ....	330
8.6.6.3.2.	Resistencia. ....	330
8.6.6.3.3.	Bajo Peso.....	330
8.6.6.3.4.	Durabilidad.....	330
8.6.6.3.5.	Instalación.....	331
8.6.6.3.6.	Coeficiente de Fricción. ....	331
8.6.7.	TUBERIA HIDRAULICA DE PVC - SERIE INGLESA RD, RD26, RD32.5, RD41.....	332
8.6.7.1.	Aplicaciones.....	332
8.6.7.2.	Características. ....	333
8.6.7.3.	Ventajas.....	334
8.6.7.3.1.	Olor y Sabor. ....	334
8.6.7.3.2.	Coeficiente de Fricción. ....	334
8.6.7.3.3.	Durabilidad.....	334
8.6.7.3.4.	Economía. ....	334
8.6.7.3.5.	Química. ....	334

8.6.7.3.6. Peso.....	334
8.6.7.3.7. Instalación.....	334
8.6.8. TUBERÍA HIDRÁULICA DE PVC - SERIE METRICA SISTEMA ANGER C5, C7, C1.	335
8.6.8.1. Aplicaciones.....	335
8.6.8.2. Características. ....	336
8.6.8.3. Ventajas.....	336
8.6.8.3.1. Instalación.....	336
8.6.8.3.2. Coeficiente de Fricción. ....	337
8.6.8.3.3. Durabilidad.....	337
8.6.8.3.4. Economía. ....	337
8.6.8.3.5. Resistencia Química.....	337
<b>8.7. Diferencias entre el HDPE 3408 y el 3608. ....</b>	<b>338</b>
8.7.1. Numeración de la tubería. ....	339
8.7.2. El PE3408.....	339
8.7.3. El PE3608.....	339
8.7.4. El PE4710.....	340
8.7.5. Consideraciones. ....	340
<b>8.8. Tanques Agroindustriales.....</b>	<b>340</b>
8.8.1. Tanques de almacenamiento.....	340
8.8.1.1. Características. ....	340
8.8.1.2. Estándar: ....	341
8.8.2. Nodrizas.....	341
8.8.2.1. Características. ....	341
8.8.3. Biodigestores.....	342
8.8.3.1. Características. ....	342
8.8.3.2. Capacidad en litros.....	342
8.8.4. Bebederos y Comederos. ....	342
8.8.4.1. Características. ....	342

<b>8.9. PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™.</b>	<b>343</b>
8.9.1. APLICACIONES.....	343
8.9.2. Pavimentos de hormigón poroso – Hydromedia™.....	344
8.9.3. VENTAJAS.....	344
8.9.4. Proyectos de referencia.....	345
8.9.4.1. Centennial College:.....	345
8.9.4.2. Pista deportiva.....	346
8.9.5. Función.....	346
8.9.6. Sistemas Hydromedia™.....	347
8.9.7. Selección del hormigón.....	348
8.9.8. Rendimiento del sistema.....	348
8.9.9. Reducción del agua de escorrentía.....	348
8.9.10. Reducción del Efecto Isla de calor.....	348
8.9.11. Fluidez.....	349
8.9.12. Compactibilidad baja.....	349
8.9.13. Raveling.....	350
8.9.14. Resistencia a compresión.....	350
8.9.15. Puesta en obra.....	350
8.9.16. Creación de juntas.....	354
8.9.17. Mantenimiento.....	356
8.9.18. Impacto medioambiental.....	357

## **9. Materiales Sustentables en Tecnologías Alternativas para Energía..... 359**

<b>9.1. INTRODUCCIÓN: Energía solar.....</b>	<b>359</b>
9.1.1. La energía del futuro.....	359
9.1.2. Realidad en México y perspectivas.....	360
<b>9.2. Sistema Solar Fotovoltaico.....</b>	<b>363</b>

9.2.1. HISTORIA. ....	363
9.2.2. Funcionamiento de un Sistema Solar Fotovoltaico. ....	364
9.2.3. Componentes de los que está hecho un Sistema Solar Fotovoltaico. ....	364
9.2.4. Tipos de Sistemas Solares. ....	365
9.2.4.1. Aplicación sistemas solares autónomos. ....	365
9.2.4.2. Aplicación sistemas interconectados. ....	365
9.2.5. Beneficios ambientales. ....	365
9.3. Funcionamiento de paneles solares. ....	366
9.3.1. El sol en los paneles solares. ....	367
9.3.2. Componentes de sistemas autónomos de paneles solares. ....	367
9.4. «Innovación»: Paneles solares absorben “la energía de 2,000 soles” .....	369
9.5. Londres, Nueva Zelanda e Italia apuestan por los paneles de energía solar fotovoltaica de Panasonic®. ....	370
9.5.1. Londres tendrá el mayor puente solar del mundo. ....	371
9.5.2. La mayor comunidad de energía solar de Nueva Zelanda. ....	371
9.5.3. Central italiana de energía solar. ....	372
9.5.4. Primera compañía verde en electrónica de consumo. ....	373
9.6. Sistemas Fotovoltaicos Baja California, Mexicali. ....	373
9.7. Paneles Fotovoltaicos. ....	375
9.7.1. Panel Solar SHARP® ND-R250A5. ....	375
9.7.1.1. Garantía del panel solar SHARP ND-R250A5:.....	376
9.7.1.2. Algunas características del panel solar SHARP ND-R250A5 policristalino:	376
9.7.2. Panel Solar SHARP ND-R245A5. ....	377
9.7.2.1. Garantía del panel solar SHARP ND-R245A5:.....	377
9.7.2.2. Algunas características del panel solar SHARP ND-R245A5 policristalino:	378

<b>9.8.</b>	<b>Luminaria a LED CNX-LD48-180.....</b>	<b>378</b>
9.8.1.	Flexibilidad total con costos de operación mínimos.....	379
9.8.2.	Áreas de aplicación. ....	379
9.8.3.	Luminaria.....	380
9.8.4.	DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES.....	382
9.8.5.	El controlador efectúa las siguientes funciones: .....	383
9.8.6.	OPERACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO. ....	383
<b>9.9.</b>	<b>ENERGÍA TERMOSOLAR.....</b>	<b>385</b>
9.9.1.	Energía solar termoeléctrica. ....	387
9.9.1.1.	Energía solar termoeléctrica. ....	387
9.9.1.2.	Función de la energía solar termoeléctrica.....	388
9.9.1.3.	Tipos de centrales solares termoeléctricas.....	388
9.9.1.3.1.	Central de torre. ....	388
9.9.1.3.2.	Central de disco parabólico. ....	389
9.9.1.3.3.	Central de cilindro parabólico. ....	389
9.9.1.4.	Desarrollo de la energía solar termoeléctrica.....	390
9.9.1.5.	La energía solar termoeléctrica en España. ....	390
<b>9.10.</b>	<b>Gemasolar. Un gran paso hacia la energía termosolar. ....</b>	<b>391</b>
9.10.1.	Gemasolar, pleno rendimiento.....	392
9.10.2.	La Energía Solar por Concentración.....	393
9.10.3.	Información del proyecto. ....	393
9.10.4.	Gemasolar en 10 puntos.....	394
<b>9.11.</b>	<b>Estufas de Pellet OCARIZ Eco Aire 6 Kw.....</b>	<b>395</b>
9.11.1.	Características:.....	395
9.11.2.	Equipamiento:.....	396
9.11.3.	Equipamiento de seguridad:.....	396
<b>9.12.</b>	<b>Energía Eólica. ....</b>	<b>397</b>
9.12.1.	El poder del viento.....	397

<b>9.13. Electricidad solar – eólica.....</b>	<b>398</b>
9.13.1.    Funcionamiento.....	399
9.13.2.    COMPONENTES DE UN GENERADOR EÓLICO.....	399
9.13.3.    VENTAJAS DE LA ENERGÍA EÓLICA.....	400
9.13.4.    APLICACIONES DE LA ELECTRICIDAD EÓLICA.....	400
<b>9.14. Eólica en México: Sener busca convertir a Puebla en el principal generador eólico con cientos de aerogeneradores. ....</b>	<b>401</b>
<b>9.15. Iluminación de estado sólido.....</b>	<b>403</b>
9.15.1.    Término sólido. ....	404
9.15.2.    Fabricación de iluminación en estado sólido.....	405
9.15.3.    Helieon, solución de iluminación en estado sólido. ....	409
<b>9.16. LED: Diodos Emisores de Luz, un aporte de la iluminación ante la crisis energética global. ....</b>	<b>412</b>
9.16.1.    Otras tecnologías de iluminación. ....	412
9.16.2.    LEDs para iluminación.....	413
9.16.3.    Historia de la Tecnología LED.....	414
9.16.4.    Beneficios de la luz de LEDs sobre otras fuentes de luz. ....	415
9.16.5.    La vida útil de los LEDs. ....	416
9.16.6.    El reciclado de los dispositivos con LEDs. ....	416
9.16.7.    Aplicaciones de los LEDs de iluminación. ....	417
9.16.8.    La tecnología OLED. ....	417
<b>9.17. Biocombustibles.....</b>	<b>418</b>
9.17.1.    Cuatro de los biocombustibles más eficientes: .....	420
9.17.2.    Ventajas de los Biocombustibles: .....	420
9.17.3.    Desventajas de los biocombustibles:.....	420
<b>10. Conclusiones Y Recomendaciones.....</b>	<b>422</b>
<b>11. Referencias Bibliográficas Y Digitales.....</b>	<b>424</b>

# 1. Introducción.

En la presente tesis se encuentran reunidos algunos de los más importantes avances en cuanto a materiales sustentables para la construcción que se han realizado en los últimos 10 años, abarcando la importancia que se tiene para el medio ambiente y la realidad en la que vivimos.

Ya que es una grave situación ambiental la que se ha tenido a partir de la utilización de materiales tradicionales que en su elaboración tienen una serie de métodos demasiado contaminantes para el medio ambiente tal es el ejemplo de las ladrilleras en nuestro país, por ello es que alrededor del mundo varias personas, organizaciones y compañías se han dado a la tarea de construir materiales sustentables para la construcción con materiales reciclados dándole así un segundo uso a los desechos solidos.

Se han elaborado materiales con casi toda clase de desechos como lo son los polímeros, dándole un segundo uso a los desechos de sus derivados como lo son los plásticos pet y discos que son reutilizados en productos como en la creación de ladrillos, también abarcando en la presente tesis la utilización de materiales sustentables como lo son los derivados de maderas en la construcción y la utilización de las cerámicas para mitigar el impacto ambiental abarcando además un tema tan de moda en nuestra actualidad como lo es la utilización de energías alternas que no sean hechas a partir de hidrocarburos, pues ya que es uno de los principales contaminantes al ambiente y teniendo como materia prima una energía gratuita como la que nos ofrece el sol.

**PALABRAS CLAVES:** 1. Innovación, 2. Materiales, 3. Vigilancia tecnológica, 4. Sustentabilidad.

**ABSTRACT:** The technology watch theme is innovation in building materials and efficiency, and for the protection of our ecological environment and the preservation of an environment is the sustentabilidad and must be greater day by day, to the materials that each time must be of natural origin, ie use materials with lower degree of environmental contamination that is why the materials listed here are an alternative to change the materials normally used in construction.

**KEY WORDS:** 1. Innovation, 2. Materials, 3. Technology watch, 4. Sustainability.

## 2. Estado-del-Arte.

### 2.1. Definición De Materiales Para La Construcción.

Se definen como materiales de construcción a todos los elementos o cuerpos que integran las obras de construcción, cualquiera que sea su naturaleza, composición y forma, de tal manera que cumplan con los requisitos mínimos para tal fin.

“Un material de construcción es una materia prima o con más frecuencia un producto manufacturado, empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil”.<sup>1</sup>

#### 2.1.1. Materiales naturales.

Son aquellos que se emplean en las construcciones prácticamente tal como proceden de la Naturaleza, o sea sin experimentar cambios en su composición química ni en constitución física, aunque se haya alterado su forma física natural.

“Los materiales naturales sin procesar (arcilla, arena, mármol) se suelen denominar materias primas, mientras que los productos elaborados a partir de ellas (ladrillo, vidrio, baldosa) se denominan materiales de construcción”.<sup>1</sup>

#### 2.1.2. Materiales artificiales.

Son aquellos que han sufrido un proceso de transformación antes de emplearse en las construcciones, experimentado cambios físicos y químicos por ejemplo, el acero etc.

Tanto los materiales de construcción naturales como los artificiales se deben emplear en las obras de acuerdo con sus propiedades físicas y químicas, siguiendo una serie de normas, características o necesidades que limitan su elección.

#### 2.1.3. Propiedades de los materiales de construcción.

A continuación iremos descubriendo las diferentes aplicaciones de los materiales de construcción. Desde los más duros a los más frágiles, de los más a los menos consistentes. Empezamos por los materiales denominados pétreos.

- Algunas de las propiedades más importantes de los materiales para la construcción son la densidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción.

- Densidad: Se puede decir que, en general, los materiales de construcción son de densidad media. Son menos pesados que metales como el acero o el cobre.
- Resistencia a la compresión: Los materiales pétreos y cerámicos son muy resistentes a la compresión, en algunos casos, más que el acero, como por ejemplo el vidrio.
- Los pilares de una vivienda deben ser resistentes a esfuerzos de compresión. El acero es un material resistente a este esfuerzo, pero es caro y pesado. El hormigón resulta ser un material más débil, pero también resulta más ligero y económico.
- Resistencia a la tracción: El comportamiento de un material cuando actúan sobre él fuerzas que tienden a estirarlo es importantísimo en muchas aplicaciones. Los materiales pétreos, en general, son poco resistentes a la tracción. Soportan mucho mejor los esfuerzos de compresión que los de tracción. Sin embargo, los perfiles laminados de acero, empleados en la construcción de edificios, son muy resistentes a la tracción.

Los materiales pétreos se rompen cuando sobrepasan el límite de resistencia a la tracción; en cambio, los metales, debido a su ductilidad, sólo sufren un estrechamiento de la sección central.

Otras propiedades:

- Además, los materiales empleados en construcción en general son también:
- Duros: es decir, no se rayan fácilmente, por lo que son muy resistentes al desgaste y a la fricción.
- Frágiles: se rompen con facilidad al recibir un golpe seco. Es el caso del vidrio, que es muy frágil.
- Resistentes a la corrosión: aguantan muy bien condiciones medioambientales agresivas, como humedad, cambios de temperatura, etc., y son muy duraderos.
- Económicos: la materia prima empleada es muy abundante. Es el caso del yeso natural, la arena o la arcilla. El transporte a largas distancias, sin embargo, es lo que más encarece el precio de la materia prima.<sup>2</sup>

## **2.2. Antecedentes E Historia De Los Materiales Para La Construcción.**

Desde el comienzo de la civilización, los materiales junto con la energía han sido utilizados por el hombre para mejorar su condición. Las primeras edades en las que se clasifica nuestra historia llevan sus nombres de acuerdo al material desarrollado y que significó una época en nuestra evolución. La edad de piedra con las primeras herramientas y armas para cazar fabricadas en ese material, la edad de bronce en la que se descubre la ductilidad y multiplicidad de ese material, seguida de la edad de hierro en la que este reemplaza al bronce por ser un material más fuerte y con más aplicaciones, etc. Los productos de los que se ha servido el hombre a lo largo de la historia para mejorar su nivel de vida o simplemente para subsistir han sido y son fabricados a base de materiales, se podría decir que estos están alrededor de nosotros estemos donde estemos. De ellos depende en parte nuestra existencia. Hay muchos más materiales de los que utilizamos día a día, los que vemos en las ciudades o los que utilizamos en nuestro quehacer diario.

La vivienda es una edificación cuya principal función es ofrecer refugio y habitación a las personas, protegiéndoles de las inclemencias climáticas y de otras amenazas.

También se denomina vivienda a un apartamento, aposento, casa, departamento, domicilio, estancia, hogar, lar, mansión, morada, piso, etc.

### **2.2.1. Bahareque.**

Ejemplo de vivienda de bahareque en PitalMegua, Colombia.

Bhareque, o bajareque, es la denominación de un sistema de construcción de viviendas a partir de palos entretejidos con cañas, zarzo ocañizo, y barro. Esta técnica ha sido utilizada desde épocas remotas para la construcción de vivienda en pueblos indígenas de América.

En algunos países de América del sur se le denomina como bareque.

#### **2.2.1.1. Origen.**

Define la palabra bahareque Pedro José Ramírez Sendoya comobuenos edificios de paredes de barro y madera casi del ancho de una tapia de las nuestras, altas y blanqueadas de greda muy blanca...

Fray Pedro Simón

Casa o lugar de habitación construidos de cañas tejidas y barro. Algunos autores la consideran de origen Caribe-Taina escribiéndola Bajareque.

En otras lenguas americanas encontramos homofonías: Mizteca, "Ba"; Mapuche, "Bahí"; Galibi, "Bava".

## 2.2.1.2. Materiales.



Figura 1. Rancho en el Llano Venezolano construida mediante bahareque. (<http://www.monografias.com/trabajos94/evolucion-historica-materiales-construccion-viviendas/evolucion-historica-materiales-construccion-viviendas.shtml>). Consultada el 29 de agosto del 2013.

El bahareque es característico de América, dentro de los tipos está el embutido, esterilla y el tejido. Las comunidades Caribes del interior de Colombia a sus lugares de habitación construidos con materiales naturales como pilotes estructurales de madera; con cubiertas protectoras a dos aguas, elaboradas con las hojas de la palmera de la región, divisiones y paredes, un encofrado en esterillas guadua relleno por una argamasa de diversos materiales de origen vegetal compactada con mediante golpes con "pisón", recubiertas de una última capa para el lustre con algún tipo de cal; sus patrones siempre siguen formas rectangulares además utilizada para el inmobiliario interno, elaborado completamente con los materiales disponibles en el lugar. Las enramadas externas anexas al bahareque las llaman caney.

Los antiguos pobladores de la región andina diversificaron durante generaciones la utilización de la guadua, implementando en un principio el "bahareque rústico", de guadua y "esterilla" de guadua para un encofrado de diversos materiales compactada a golpes mediante un "pisón" y techos de paja, técnicas locales anteriormente descartadas surgiendo, alrededor de 1880, como resultado el "bahareque de tierra y cagajón", cita Jorge Robledo.



Figura 2. Embarrado de la trama de madera para elaborar un muro de fajina o bahareque. (Progreso, Uruguay).

(<http://www.monografias.com/trabajos94/evolucion-historica-materiales-construccion-viviendas/evolucion-historica-materiales-construccion-viviendas.shtml>). Consultada el 29 de agosto del 2013.

### 2.2.1.3. Material para encofrado:

- Cardón (Costa atlántica)
- Arboloco (Eje cafetero)
- Guadua
- Cañabrava
- Caña de castilla
- Chusque (tierras altas, Cundinamarca, Boyacá)
- Maderas finas (Nogal, cedro, cucharo, etc.)

Recubrimiento en: Cagajón, Láminas metálicas, Tablas de madera, Mortero de Cemento, Madera contrachapada, Fibrocemento.

En general se utilizan cañas de la familia Poaceae, en especial en zonas de cordillera donde dichas especies abundan. Sin embargo, el sistema es versátil hasta el punto de permitir una amplia variedad de especies para su estructura, como el cardón en la Guajira o el arboloco, una especie de sistemas sucesionales tempranos. Los techos de las viviendas en bahareque fueron y son elaborados de igual manera con una infinidad de materiales naturales, entre ellos hojas de palma, hojas de yarumo, cañas, o han sido adaptados a tecnologías foráneas como la teja cocida, eternit o zinc.

El bahareque ha sido utilizado a través de los siglos en Colombia para la construcción de viviendas. Utilizado en primera instancia por grupos indígenas, fue la elección primaria de los colonizadores europeos o mestizos, que supieron adaptarlo a las condiciones ambientales, aprovechando una diversa selección de materiales y técnicas nativas.

Posteriormente, muchas de las viviendas de bahareque fueron reemplazadas por técnicas de adobe o tapia pisada, aunque el bahareque siguió siendo la técnica de predilección en lugares como el eje cafetero, donde existe aún hoy un uso de bahareque sobre cañas de guadua o cañabrava. Puede ser combinado con tapiales, adobes y bases rasantes y sub-rasantes de ladrillo o piedra, con la finalidad de dar mayor durabilidad a la estructura.

## 2.2.2. Yeso.



Figura 3. Muestra de yeso molido. (<http://www.monografias.com/trabajos94/evolucion-historica-materiales-construccion-viviendas/evolucion-historica-materiales-construccion-viviendas.shtml>). Consultada el 29 de agosto del 2013.

El yeso es uno de los más antiguos materiales empleado en construcción. En el período Neolítico, con el dominio del fuego, comenzó a elaborarse yeso calcinando aljez, y a utilizarlo para unir las piezas de mampostería, sellar las juntas de los muros y para revestir los paramentos de las viviendas, sustituyendo al mortero de barro. En CatalHüyük, durante el milenio IX a. C., encontramos guarnecidos de yeso y cal, con restos de pinturas al fresco. En la antigua Jericó, en el milenio VI a. C., se usó yeso moldeado.

En el Antiguo Egipto, durante el tercer milenio a. C., se empleó yeso para sellar las juntas de los bloques de la Gran Pirámide de Guiza, y en multitud de tumbas como revestimiento y soporte de bajorrelieves pintados. El palacio de Cnosos contiene revestimientos y suelos elaborados con yeso.

El escritor griego Teofrasto, en su tratado sobre la piedra, describe el yeso (gipsos), sus yacimientos y los modos de empleo como enlucido y para ornamentación. También escribieron sobre las aplicaciones del yeso Catón y Columela. Plinio el Viejo describió su uso con gran detalle. Vitruvio, arquitecto y tratadista romano, en sus Diez libros sobre arquitectura, describe el yeso (gypsum), aunque los romanos emplearon normalmente morteros de cal y cementos naturales.



Figura 4. Foro romano (<http://canchales.blogspot.mx/2013/07/paseo-por-roma-sin-prisas-pero-sin.html>). Consultada el 12 de septiembre del 2013.

Los Sasánidas utilizaron profusamente el yeso en albañilería. Los Omeyas dejaron muestras de su empleo en sus alcázares sirios, como revestimiento e incluso en arcos prefabricados.

La cultura musulmana difundió en España el empleo del yeso, ampliamente adoptada en el valle del Ebro y sur de Aragón, dejando hermosas muestras de su empleo decorativo en el arte de las zonas de Aragón, Toledo, Granada y Sevilla.



Figura 5. Patio tradicional mallorquín (Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Cádiz, 27-29 enero 2005, ed. S. Huerta, Madrid: I. Juan de Herrera, SEdHC, Arquitectos de Cádiz, COAAT Cádiz, 2005.) Miquel Ramis. Consultada el 29 de septiembre del 2013.

## 2.2.3. Barro en la construcción.



Figura 6. Edificio hecho de barro (<http://www.monografias.com/trabajos94/evolucion-historica-materiales-construccion-viviendas/evolucion-historica-materiales-construccion-viviendas.shtml>). Consultada el 29 de septiembre del 2013.

El barro es uno de los primeros materiales usados por el hombre para construir refugios. El barro apilado a mano (cob), en forma de ladrillos (adobe), o compactado (tapial) es una forma muy barata y poco tecnificada de crear paredes y muros, por lo que ha sido ampliamente utilizado por las civilizaciones antiguas así como por las culturas ubicadas en entornos desérticos, donde escasea la piedra y la madera.

## 2.2.4. La cal aérea en la construcción tradicional.

La cal ya era conocida en el sexto milenio a. C. como material de construcción para morteros y revestimientos, ya que en Çatal Hüyük se han encontrado paredes revocadas con morteros de cal y pintadas al fresco. Posteriormente, gracias a investigaciones de arqueólogos se ha descubierto que se ha usado en periodos como el Antiguo Egipto, Imperio asirio, Grecia clásica, en el Imperio romano; también, fuera del Mediterráneo, fue usada por los mayas, los incas y los aztecas en América y las primeras dinastías chinas o también las primeras dinastías indias.<sup>3</sup>



Figura 7. La ciudad perdida de los incas.  
(<http://manuellopezferro.blogspot.mx/>). Consultada el 12 de septiembre del 2013.



Figura 8. Pirámide del Sol en Teotihuacán.  
(<http://img178.imageshack.us/img178/4571/piramidedelsol051dz.jpg>). Consultada el 12 de septiembre del 2013.

“Las investigaciones arqueológicas indican que la construcción de la pirámide del sol fue realizada en una sola operación y demuestra que su interior es sólido, formado de rellenos de arena y tierra. Los túneles que se aprecian en sus costados han sido efectuados por diversos investigadores con el objeto de conocer su historia y su sistema constructivo”.<sup>4</sup>



Figura 9. Yácatas de Tzintzunzan.

(<http://www.mexicoenfotos.com/estados/michoacan/tzintzuntzan/MX12182454231976>).

Consultada el 12 de septiembre del 2013.

“Las yácatas estaban hechas con piedra volcánica y lajas unidas con argamasa. Posteriormente se recubrían con losas.”<sup>5</sup>

## 2.2.5. Cemento.

La historia de los materiales cementantes es tan antigua como la humanidad; el yeso fue utilizado por los egipcios, y los griegos y romanos usaron la cal común y la cal hidráulica. La primera se obtiene al calcinar la piedra caliza y sólo endurece en presencia del bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) contenido en el aire; la segunda se obtiene cuando la piedra caliza contiene impurezas de arcilla y endurece principalmente por la reacción que se produce entre sus elementos constitutivos, bajo los efectos del agua.

Los griegos y los romanos usaron ceniza volcánica que mezclaban con la cal, para obtener un producto de mejor calidad. Estos materiales que mezclados con la cal dan un producto que adquiere consistencia en presencia del agua se llamaron PUZOLANAS, nombre que se deriva de Puzol ciudad que queda en el Golfo de Nápoles, sitio del cual los romanos extraían el material volcánico que mezclaban con la cal. Los griegos la obtenían de la Isla de Santorin.

La era del cemento se inicia en 1750 con John Smeaton quien mezcló cal con arcillas y obtuvo un buen producto que empleó en la reparación del Faro de Eddyston pero su descubrimiento no tuvo mayor trascendencia. En 1824 Joseph Aspdin, conoció los estudios de Smeaton y prosiguió sus investigaciones patentando el "Cemento Portland", material que presentaba un aspecto parecido a unas piedras de construcción extraídas en Portland, ciudad que queda al sur de Inglaterra, de allí su nombre.

Las investigaciones sobre el tema continúan y en 1845 el inglés Isaac Johnson le da a la mezcla la temperatura adecuada para formar el Clinker, producto que después de molido ofrece óptima calidad como cementante y es el que actualmente se usa.

Sólo a finales del siglo pasado Michaelis Le Chatelier y Vicat, presentan las bases de la tecnología del cemento Portland.

## **2.2.5.1. Definición y composición del cemento Portland.**

La palabra cemento se emplea para designar a toda sustancia que posea condiciones de pegante cualquiera sea su origen.

El cemento Portland se define, como el producto obtenido al pulverizar el Clinker con adición de yeso.

El Clinker resulta de la calcinación hasta una fusión incipiente de una mezcla debidamente dosificada de materiales síliceos, calcáreos y férricos.

### **2.2.5.1.1. Materias Primas.**

Los compuestos principales del cemento Portland son:

Cal ( $\text{CaO}$ ), sílice ( $\text{SiO}_2$ ), alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Como pocas veces se encuentran en la naturaleza juntos y en las proporciones requeridas, para la fabricación del cemento generalmente se hace necesario mezclar sustancias minerales que los contienen, como calizas por el aporte de cal y las arcillas por el aporte de alúmina y óxido de hierro; en algunas ocasiones es necesario agregar directamente óxido de hierro o arenas síliceas, para ajustar las proporciones de cada compuesto con el fin de obtener reacciones químicas equilibradas. Una tercera sustancia necesaria en la fabricación del cemento, es el yeso hidratado que se adiciona al clinker durante la molienda con el fin de retardar el tiempo de fraguado de la pasta de cemento.

Generalmente, a los cementos disponibles en el mercado les adicionan otras sustancias en la etapa de molienda del clinker, por razones económicas; esas sustancias pueden ser escorias, puzolanas o calizas. Cuando se agregan escorias, se les llama cementos portland siderúrgicos y cuando son puzolanas se dice que el cemento es portland puzolánico.

- Calizas: Rocas de origen sedimentario compuestas por carbonatos cálcicos ( $\text{CaCO}_3$ ), formados por procesos químicos u orgánicos, que se encuentran en estado de gran pureza o mezclados con arcillas y minerales de hierro, las de origen químico se forman por

precipitación de disoluciones bicarbonatadas o por reacción entre carbonatos amónicos y sulfato cálcico.

- Arcillas: Silicatos aluminicos hidratados amorfos o cristalinos, resultantes de la meteorización particularmente de los feldespatos y micas. Estas se clasifican en los siguientes grupos de minerales:

- ✓ grupo caolín, representado bajo la siguiente fórmula:  $(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O)$ .
- ✓ grupo de la montmorillonita. La fórmula química de la montmorillonita es  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O \cdot nH_2O$ .
- ✓ y el grupo illita que contiene:  $K_2O \cdot MgO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$ , en cantidades variables.

El yeso es un sulfato cálcico cristalizado ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) abundante en la naturaleza. Se encuentra en zonas de antiguos lagos o mares interiores, como resultado de la sedimentación de sulfatos que se hallaban disueltos en el agua.

Las escorias de alto horno son un subproducto que resulta del procesamiento de las rocas ricas en mineral de hierro. Este subproducto o producto no metálico está constituido esencialmente por silicatos, aluminosilicatos de calcio y de otras bases. <sup>6</sup>©

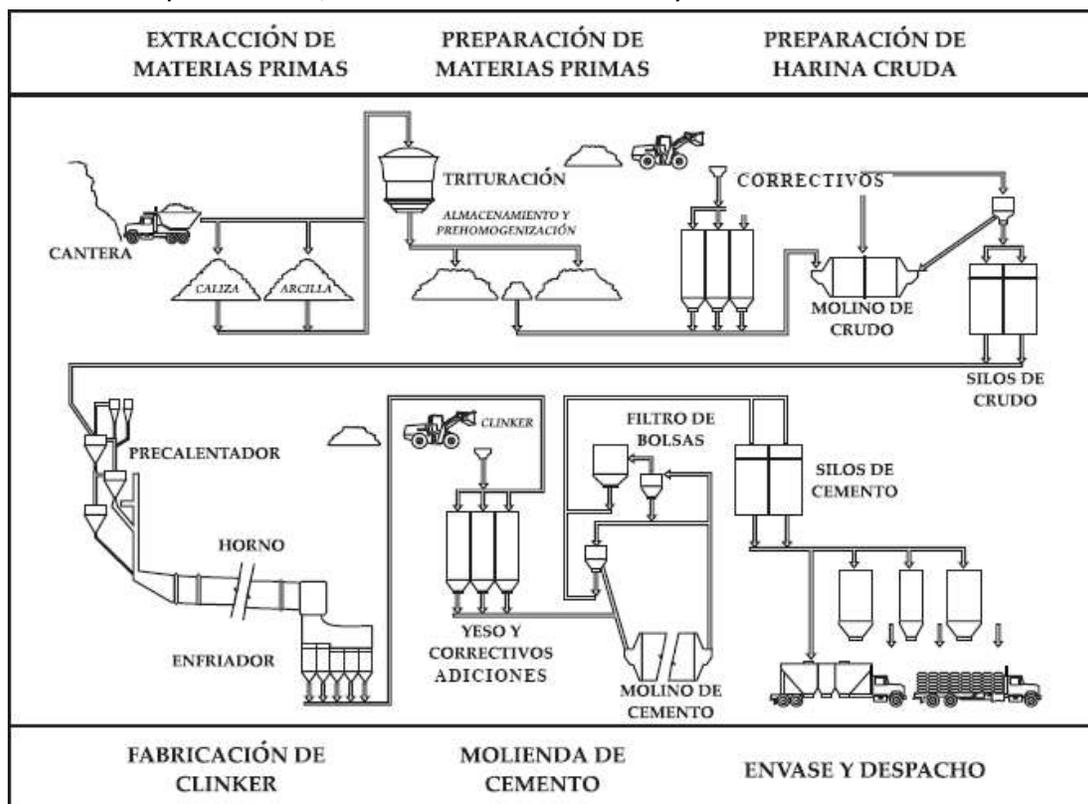


Figura 10. Diagrama simple de fabricación del cemento, José Luis García Rivero, Manual Técnico de Construcción © Cementos Apasco, SA de CV. Impreso y hecho en México, ISBN-968-7680-26-1, Editorial Fernando Porrúa. Consultada el 29 de septiembre del 2013.

## 2.2.6. Ladrillo.

En la historia, el ladrillo constituyó el principal material en la construcción de las antiguas Mesopotamia y Palestina, donde apenas se disponía de madera y piedras. Los habitantes de Jericó en Palestina fabricaban ladrillos hace unos 9,000 años. Los constructores sumerios y babilonios levantaron zigurats, palacios y ciudades amuralladas con ladrillos secados al sol, que recubrían con otros ladrillos cocidos en hornos, más resistentes y a menudo con esmaltes brillantes formando frisos decorativos. En sus últimos años los persas construían con ladrillos al igual que los chinos, que levantaron la gran muralla. Los romanos construyeron baños, anfiteatros y acueductos con ladrillos, a menudo recubiertos de mármol.

En el curso de la edad media, en el imperio bizantino, al norte de Italia, en los Países Bajos y en Alemania, así como en cualquier otro lugar donde escaseara la piedra, los constructores valoraban el ladrillo por sus cualidades decorativas y funcionales. Realizaron construcciones con ladrillos templados, rojos y sin brillos creando una amplia variedad de formas, como cuadros, figuras de punto de espina, de tejido de esterilla o lazos flamencos. Esta tradición continuó en el renacimiento y en la arquitectura georgiana británica, y fue llevada a América del norte por los colonos. El ladrillo ya era conocido por los indígenas americanos de las civilizaciones prehispánicas. En regiones secas construían casas de ladrillos de adobe secado al sol. Las grandes pirámides de los olmecas, mayas y otros pueblos fueron construidas con ladrillos revestidos de piedra. Pero fue en España donde, por la influencia musulmana, el uso del ladrillo alcanzó más difusión, sobre todo en Castilla, Aragón y Andalucía.<sup>7</sup>

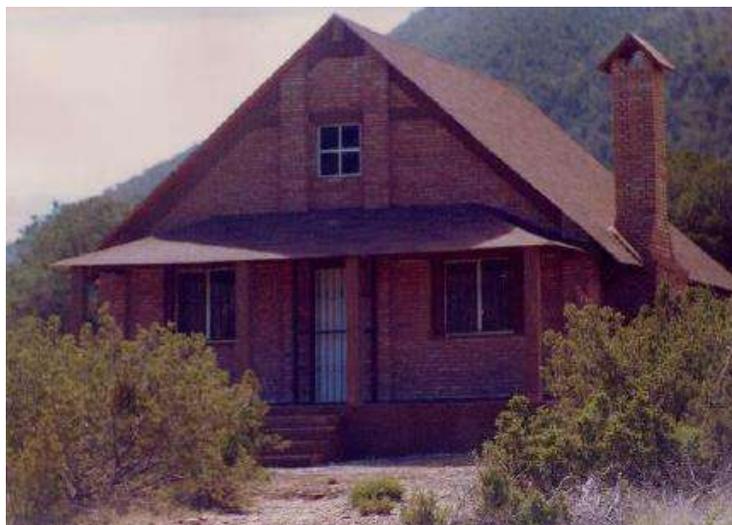


Figura 11. Casa de ladrillos.

([http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lim/ibarra\\_f\\_f/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/ibarra_f_f/capitulo2.pdf)).

Consultada el 29 de agosto del 2013.

## **2.2.7. Materiales de construcción en el Antiguo Egipto.**

Los materiales de construcción entre los egipcios eran la madera, el adobe y la piedra en sus muchas clases. La madera fue el material más usual en la Prehistoria y la época predinástica, pero fue sustituida rápidamente por otros materiales una vez entrado el país en la era faraónica. Por eso podemos decir que los materiales constructivos por excelencia en la arquitectura egipcia son el adobe y la piedra.

El adobe era el material más barato y fácil de trabajar, y ello justifica su uso para la vida diaria, las casas, los palacios y los muros defensivos; la piedra, por el contrario era mucho más cara y difícil de obtener, pero acabó siendo la materia prima ideal para la arquitectura funeraria y religiosa.

### **2.2.7.1. Madera.**

La madera de buena calidad era muy escasa en Egipto y apenas unas pocas especies permitían la realización de elementos arquitectónicos. Podemos mencionar los tamarindos, las acacias, los sicomoros y la palmera datilera, la cual proporcionaba también hojas para realizar canastos y fibras para cuerdas. Había más especies dedicadas a la construcción, así como a la cestería y el tejido, pero eran ya muy minoritarias. También debieron de utilizarse cañas y papiros, puesto que, junto con el loto, son el motivo principal de la decoración arquitectónica egipcia en piedra. Por todo ello, los gobernantes egipcios se veían obligados a importar maderas blandas de Oriente Medio. Esto explica que sólo las construcciones y objetos de los gobernantes, cortesanos, aristócratas y sacerdotes fueran realizados en madera extranjera de buena calidad; el resto de la población debía conformarse con las maderas locales, que a veces pintaban para que parecieran de mayor calidad.

El alto precio de la madera de calidad obligaba a los carpinteros a aprovecharla por completo, hasta el último fragmento; sólo perfeccionando el ensamblaje se lograban los resultados deseados. La madera se empleaba en la construcción en los techos, pisos y revestimientos de muros; no obstante, para las vigas de gran tamaño y los tablones la única madera válida era la importada, fundamentalmente la de cedro del Líbano.

## 2.2.7.2. Adobe.

El adobe era sin ninguna duda el material más usado para la construcción cotidiana, algunos palacios de reyes, e incluso algunas partes de templos. También era frecuente en los muros que protegían ciudades, palacios y fortalezas. En la época protodinástica, de hecho, era el elemento básico de construcción, seguido a cierta distancia de la piedra y la madera, siendo además muy abundante. Así, albañil y alfarero se denominaban con la misma palabra, *iqed*, que derivaba de una raíz cuyo significado era “moldear la tierra”.

No es de extrañar, dada la escasez de buena madera, que ya a comienzos de la I Dinastía, cuando se solucionaron los problemas de la edificación con adobe, la época de los templos y palacios de madera se viese sustituida por la de los edificios de barro cocido al sol que imitaban a sus antecesores. En efecto, su apariencia parece más bien la de edificios de madera y juncos, lo que se ve acrecentado por la decoración pictórica de los muros. Por otro lado, en esta época y en prácticamente toda la historia del Egipto faraónico, el adobe resultó ser el material más indicado para la construcción de viviendas: su mayor ventaja, su capacidad como aislante térmico, permitía proteger del fuerte sol durante el día y del frío por la noche; su mayor defecto, la poca resistencia a la humedad, no era un problema en un país tan seco como Egipto. En este período protodinástico el tamaño de los adobes oscila entre 23 x 12 x 7 y 26 x 13 x 9 centímetros para la construcción de muros. Pero también se empleaba para realizar otros elementos arquitectónicos, como por ejemplo molduras: cañas verticales que rematan las fachadas, dinteles de pequeños nichos y marcos de ventanas, a veces piezas de sorprendente gran tamaño. También se hicieron ladrillos de adobe de menor tamaño para algunos revestimientos delicados, llegando a ser en estos casos de 17 x 5 x 5 centímetros.



Figura 12. Un equipo de obreros haciendo adobes. Dos llevan agua desde el estanque en grandes jarras, otro está de pie sobre una mezcla de barro y paja, mientras que otro llena con ella un molde de madera, que lo añade a la hilera de adobes secándose. Piedra caliza policromada de la tumba de Rekhmire. Sheikh Abd el-Qurna. Materiales de

construcción en el Antiguo Egipto, Víctor J. Jiménez Jáimez 09 de Diciembre de 2004. Consultada el 29 de agosto del 2013.

Cabe preguntarse por qué si conocían el ladrillo cocido (y lo conocían con toda seguridad) no lo emplearon en sustitución del adobe, en teoría mucho más frágil. En efecto, no se documenta el uso de ladrillo en Egipto hasta la época romana y ello es debido a la gran calidad del adobe egipcio. Es un adobe muy consistente, realizado con limo aluvial del Nilo mezclado con una cierta cantidad de paja o arena, que hoy día se conserva en muchos edificios en excelentes condiciones pese a su antigüedad.

La fabricación requería una serie de pasos. En primer lugar había que recoger la arcilla del valle, humedecerla adecuadamente y mezclarla bien con la paja o la arena, amasando abundantemente. El secreto para lograr una mayor resistencia consistía en dejar la mezcla sumergida en agua durante varios días. Con ello se consigue que la paja se descomponga en parte y suelte un légamo que actúa sobre la arcilla haciéndola más viscosa y consistente cuando se seca. El paso final es dejar secar al sol con una fuerte presión la mezcla obtenida.

El trabajo de realizar los adobes parece sencillo y no demasiado duro. No obstante, en la Instrucción de Kheti se dice: *“debo hablarte también de los alfareros. Sus riñones sufren porque trabajan al sol, poniendo ladrillos, sin ninguna ropa. En lugar de la falda o kilt llevan sólo un trozo de taparrabos. Sus manos están hechas tiras a causa del cruel trabajo; tienen que amasar todo tipo de inmundicias. Comen pan con sus manos, a pesar de que solamente se la pueden lavar una vez al día”*.

### 2.2.7.3. Piedras. Extracción y transporte.

Una condición indispensable que debía cumplir la materia prima en que estaban hechos los monumentos y ajuares funerarios era la resistencia suficiente para perdurar por toda la eternidad, lo cual se hallaba vinculado a la idea de que la vida continuaba en el más allá. Ese material fue la piedra de todo tipo. Desde el Cairo hasta Asuán y en el desierto oriental la variedad de piedras es muy grande (unos cuarenta tipos diferentes) y muchas de ellas fueron utilizadas en la construcción y la estatuaria.



Figura 13. Pirámide de Giza junto a la esfinge, construidas de piedras calizas arenosas. (<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6c/Egypt.Giza.Sphinx.02.jpg>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Los basaltos, de formación oligocénica, se extraían de Abu Roash, al norte de Giza, y de Yebel Qatrani, en la orilla norte del oasis de El-Fayum. La cuarcita rojiza se extrajo preferentemente de Yebel El-Ahmar, al este de El Cairo. Tanto cuarcita como basalto fueron muy empleados en escultura y en arquitectura. Lo que más abunda en Egipto, sin embargo, es la piedra caliza en sus muchas variedades y de mayor o menor calidad; todo el Valle del Nilo, desde El Cairo hasta Luxor está flanqueado por formaciones de piedra caliza, y eso hace que en todas las épocas y actividades culturales sea la piedra más empleada, desde las necrópolis de Saqqara hasta los templos del Imperio Medio y Nuevo. La explotación se llevaba a cabo mediante una red de canteras esparcidas por todo el Valle, especialmente en zonas cercanas a obras.

En el **norte**, la costa del Mediterráneo está protegida por acantilados, formados durante el Pleistoceno, de piedra caliza oolítica, constituida por agregados fósiles esféricos. Esta

pedra fue muy utilizada en época grecorromana para la construcción de edificios en Alejandría. También había en el Bajo Egipto sedimentos pliocénicos bajo la forma de piedras calizas arenosas, a veces con una gran cantidad de fragmentos fósiles. Los muros de carga del núcleo de las pirámides de Giza estaban realizados con este material. Como variante local de piedra caliza encontramos la brecha caliza roja, usada en figurillas y vasijas del período Predinástico. El alabastro egipcio (calcita alabastro) aparece en forma de vetas o nódulos; se trata de una piedra translúcida y vetada muy usada en el arte y la arquitectura.

Desde el **sur** de Luxor hasta bien entrado en Nubia se extienden depósitos de rocas areniscas (arenisca nubia) que aportaron la materia prima necesaria para multitud de estatuas y relieves y para casi todos los templos tardíos de Egipto. Las canteras más importantes son las de Yebel es-Silsileh, al norte de KomOmbo, explotadas desde el Imperio Medio y hasta la época romana. Otro de los grandes tipos de material pétreo empleado en Egipto es el de los granitos, de los cuales encontramos una enorme variedad y que se pueden hallar en distintos puntos del país. A lo largo del Mar Rojo y en yacimientos localizados de la región de Asuán y del desierto occidental existen formaciones graníticas que sorprenden por sus múltiples variantes y su gran calidad. En primer lugar, en Asuán fueron explotadas distintas variantes de granito y granodiorita, desde el granito rojo oscuro hasta el de color rosado, y desde la granodiorita gris oscuro hasta la cuarzodiorita gris claro.

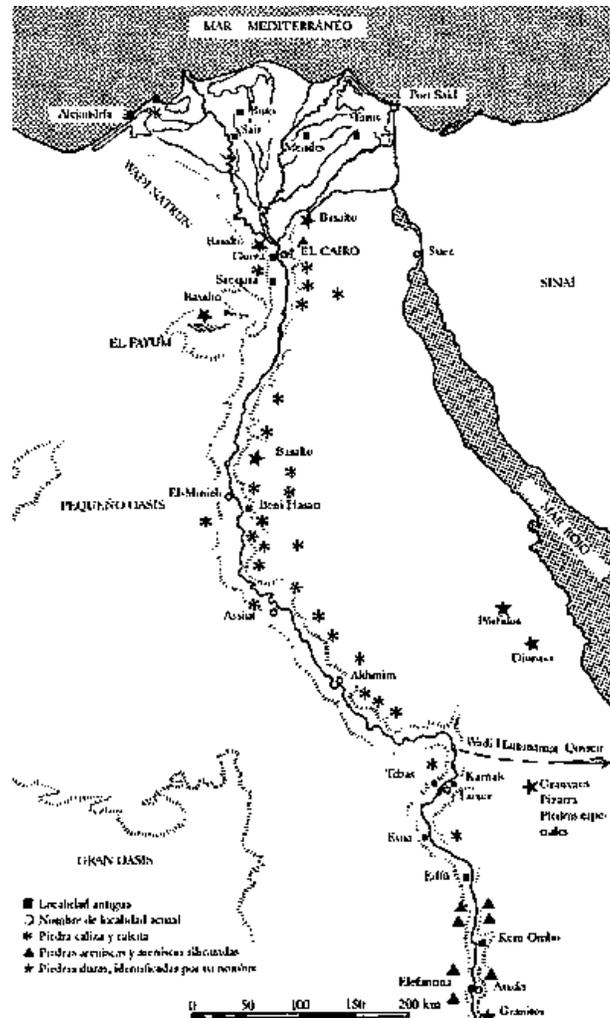


Figura 14. Mapa de Egipto con los tipos de piedra y zonas de canteras más importantes explotadas en la Antigüedad. Materiales de construcción en el Antiguo Egipto, Víctor J. Jiménez Jáimez 09 de Diciembre de 2004. Consultada el 29 de agosto del 2013.

Desde el **sur** de Luxor hasta bien entrado en Nubia se extienden depósitos de rocas areniscas (arenisca nubia) que aportaron la materia prima necesaria para multitud de estatuas y relieves y para casi todos los templos tardíos de Egipto. Las canteras más importantes son las de Yebel es-Silsileh, al norte de Kom Ombo, explotadas desde el Imperio Medio y hasta la época romana. Otro de los grandes tipos de material pétreo empleado en Egipto es el de los granitos, de los cuales encontramos una enorme variedad y que se pueden hallar en distintos puntos del país. A lo largo del Mar Rojo y en yacimientos localizados de la región de Asuán y del desierto occidental existen formaciones graníticas que sorprenden por sus múltiples variantes y su gran calidad. En primer lugar, en Asuán fueron explotadas distintas variantes de granito y granodiorita, desde el granito rojo oscuro hasta el de color rosado, y desde la granodiorita gris oscuro hasta la cuarzodiorita gris claro.

Rocas muy apreciadas utilizadas para estatuas, arte menor, sarcófagos y las famosas paletas para maquillaje (período Protodinástico) fueron la metamórfica grauvaca y la fina piedra sedimentaria procedentes de las canteras de Wadi Hammamat, en el **desierto oriental**. En el mismo desierto, serpentinita, esteatita, diorita y gabro se obtenían, no de una explotación sistemática en canteras, sino de los cantos rodados que eran arrastrados hacia el valle. El pórfido rojo, extraído de las canteras del Mons Porphyrites, y la cuarzdiorita clara, sacado del llamado Mons Claudianus, sirvieron para elementos arquitectónicos y esculturas decorativas durante la fase de dominio romano. En cuanto al mármol, también en el desierto oriental, en Yebel Rokham (al sur), existía la variedad llamada brucita (hidrato de talco), que se caracterizaba por tener finas vetas de color verde. Análisis comparativos han permitido deducir que el mármol trabajado en Egipto era local, y no importado desde el Egeo como hasta hace poco se había pensado.

En el **desierto occidental**, el gneis-anortosita, con vetado de color verde grisáceo, se extraía un yacimiento al oeste de Toshka. Esta piedra, por ser la empleada en la famosa estatua de Kefrén, es conocida también con el nombre de “diorita de Kefrén”. Se trata de un material pétreo considerado de lujo por lo caro y difícil de su extracción y transporte y por ello su uso quedaba reservado en exclusividad para el faraón durante los Imperios Antiguo y Medio; más tarde se reutilizaron los elementos realizados con esta piedra.

En general, podemos decir que durante los Imperios Antiguo y Medio la piedra caliza más empleada en la arquitectura fundamental por su belleza y calidad era la extraída de Tura, cerca de Menfis, aunque se ha documentado también el uso de varios tipos de caliza distintos, extraídos bien de la propia meseta de Giza, bien de otros lugares. La piedra caliza se utilizó también en el Imperio Nuevo, Dinastías XVIII y XIX (ejemplos son los templos de Seti I y de Ramsés II en Abydos), pero durante ese período se fue haciendo menos frecuente y las piedras areniscas fueron tomando su lugar progresivamente, como se ve en los templos de Karnak, MedinetHabu y el Rameseum.<sup>8</sup>

### **2.2.8. Materiales utilizados por los griegos.**

Los griegos utilizaron gran variedad de materiales de construcción para realizar sus edificios, usaron adobe, madera. Terracota y piedra. En los primeros momentos se utilizó el adobe y la madera, posteriores elementos en piedra recuerdan ese precedente de madera, como los triglifos, que se corresponden con los extremos de las vigas, las metopas, los espacios entre ellas y las gotas que serían los listones utilizados para realizar el montaje.

El material más usado fue la piedra, desde calizas duras, conglomerados y el mármol. Este material abundaba en el Mediterráneo, en Asia Menor y en la propia Atenas siendo de excelente calidad en canteras como las de Paros, Nasos y Tasos. Las cornisas y tejas de los edificios se realizaron en terracota, pero con el paso del tiempo se usó el mármol.

La información sobre los métodos de construcción que usaron ha llegado a nosotros desde el estudio de las canteras y de algunas inscripciones que han sido encontradas en los mismos edificios. Muchos de estos escritos son una sucesión de extractos que detallan los gastos en materiales y en sueldos de operarios, contratos y otras especificaciones. Otra fuente fundamental es el libro de Vitrubio, aunque se Arquitectura fue redactada en época de Augusto, tenía acceso a fuentes perdidas para nosotros.<sup>9</sup>



Figura 15. Partenón de Atenas.

(<http://lasabiduriadegrecia.blogspot.mx/search/label/Acropolis%20de%20Atenas>)

Consultada el 12 de septiembre del 2013.

### **2.2.9. Materiales para la construcción usados en la antigua Roma.**

Los materiales de construcción generalmente utilizados en los edificios romanos eran relativamente variados. Quizás el más frecuente era el *opus caementicium* –hormigón o mortero obtenido de la mezcla de arena, agua y cantos rodados o fragmentos de ladrillo-; no obstante, había variedades de *opus caementicium*, en función de que se usara puzolana –arena volcánica más fuerte y que incluso fraguaba debajo del agua-, ideal para los cimientos de un edificio, o toba volcánica –arena más ligera como la piedra pómez, ideal para las bóvedas-; el *opus caementicium* era necesario para construir grandes y sólidos edificios, como los públicos.



Figura 16. Armazón del *opus caementicium*. Reconstrucción procedente de CONNOLLY, Peter y DODGE, Hazel: *La Ciudad Antigua. La vida en la Atenas y Roma clásicas*, Madrid, 1998. (<http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.

Cuando los recursos económicos eran menores o el edificio era particular se recurría a materiales más baratos, como el *opus craticum* –un armazón de madera relleno de piedra de machaqueo y mortero-; los ladrillos también eran frecuentes en las construcciones romanas, con sus diversas tipologías: *bipedalis* –de dos pies de largo, 59 cms.-, *sesquipedalis* –de un pie y medio de largo, 44 cms.-, *pedalis* –de un pie de largo, 29,5 cms- y *bessalis* –de 20cms. de lado-.

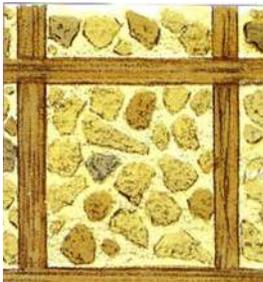


Figura 17. Opus craticum. Reconstrucción procedente de CONNOLLY, Peter y DODGE, Hazel: *La Ciudad Antigua. La vida en la Atenas y Roma clásicas*, Madrid, 1998. (<http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.

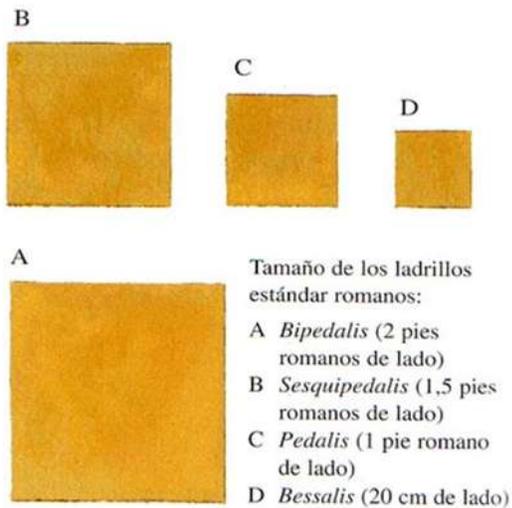


Figura 18. Ladrillos romanos. Reconstrucción procedente de CONNOLLY, Peter y DODGE, Hazel: *La Ciudad Antigua. La vida en la Atenas y Roma clásicas*, Madrid, 1998. (<http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.

Los muros de los edificios solían presentar una capa de hormigón en el centro y después eran revestidos con otros materiales: *opus incertum* –pequeñas piedras toscas e irregulares, aunque todas de un tamaño aproximado-; desde el siglo II a. C. se usaba el *opus reticulatum* –pequeños bloques de forma piramidal colocados de tal forma que dibujaban una retícula-; en tiempos del emperador Nerón se generalizó y se pudo de moda el *opus testaceum* –revestimiento con ladrillos cocidos rectangulares y triangulares para pegarse mejor al hormigón-; en tiempos de los emperadores Trajano y Adriano era muy frecuente el uso del *opus mixtum* –mezcla de *opus reticulatum* y *opus testaceum*-. En ocasiones los muros también podían aparecer revestidos de *opus vittatum* –empavesado, es decir, adornado o dispuesto en franjas- con piedras de tamaño medio regular.



Figura 19. *Opus vittatum*. En muros de casas en Vasio (Vaison la Romaine, Provenza, Francia). (Foto: Roberto Lérída Lafarga 6/8/2007). (<http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.

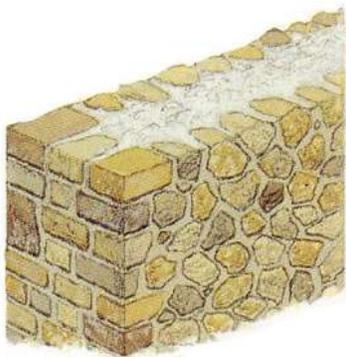


Figura 20. Opus incertum. Reconstrucción procedente de CONNOLLY, Peter y DODGE, Hazel: *La Ciudad Antigua. La vida en la Atenas y Roma clásicas*, Madrid, 1998. (<http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.



Figura 21. Opus reticulatum. Reconstrucción procedente de CONNOLLY, Peter y DODGE, Hazel: *La Ciudad Antigua. La vida en la Atenas y Roma clásicas*, Madrid, 1998. (<http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.



Figura 22. Muros con *opus reticulatum* conservado en las casas imperiales del Palatino, en Roma. (Foto: Roberto Lérica Lafarga 28/12/2004). (<http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.

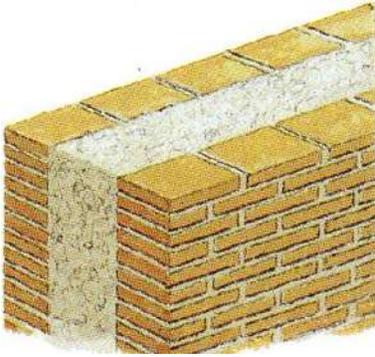
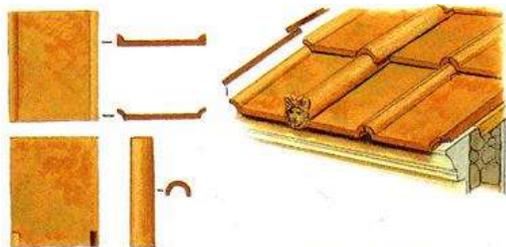


Figura 23. Opus testaceum. Reconstrucción procedente de CONNOLLY, Peter y DODGE, Hazel: *La Ciudad Antigua. La vida en la Atenas y Roma clásicas*, Madrid, 1998. (<http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.



Figura 24. Muros con *opus testaceum* conservado en las termas de Caracalla, en Roma (Foto: Roberto Lérica Lafarga 29/12/2004). (<http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.

Los techos se hacían de madera y se cubrían con tejas planas rectangulares de terracota – *tegulae*- generalmente de unos 45 x 60 cms.; las tejas eran unidas por otra teja semicilíndrica –*imbrices*- para evitar filtraciones de agua; decorativamente, la unión de las *tegulae* y los *imbrices* eran tapados por tejas llamadas *antefixi*, que representaban cabezas humanas, animales, etc.



△ ◁ Frente y parte posterior de una cubierta de tejas (*tegulae*) rectangulares. Las semicilíndricas se utilizaban para cubrir las juntas de las *tegulae*.

Figura 25. Reconstrucción de las *tegulae* y de un tejado procedente de CONNOLLY, Peter y DODGE, Hazel: *La Ciudad Antigua. La vida en la Atenas y Roma clásicas*, Madrid, 1998. (<http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.



Figura 26. Tejas planas –*tegulae*– procedentes de Caesar Augusta (s. I d. C.), teja curva –*imbrex*– (s. I d. C.) procedente de la Colonia Celsa (Velilla de Ebro, Zaragoza) y antefija –*antefixus*– (s. I d. C.) procedente de El Convento (Mallén, Zaragoza). Museo Provincial de Zaragoza. (Foto: Roberto Lériida Lafarga 3/1/2008). (<http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.



Figura 27. Disposición de *tegulae*, *imbrices* y *antefixi* en la reconstrucción de un tejado. Museo de Vasio (hoy Vaison la Romaine, Provenza, Francia). (Foto: Roberto Lériida Lafarga 6/8/2007). (<http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.

Para la decoración de edificios públicos y de las mansiones de los poderosos y de los ricos se utilizaba mármol, granito y pórfiro. El mármol blanco hasta el año 35 a. C. era importado generalmente de Grecia, pero después se empezó a usar el mármol blanco de Carrara “en el norte de África”, mientras que los mármoles coloreados provenían de las islas del Egeo y de África.

De manera general los mosaicos eran utilizados como pavimento de estancias y fuentes, e incluso en las paredes de determinadas habitaciones. De estos se conservan gran cantidad a lo largo de todo el imperio.

Para dividir estancias se podían levantar paredes con hormigón que luego eran recubiertas con yeso y pintadas con coloristas frescos; no obstante, hay evidencias de que los romanos también usaban tabiques de madera e incluso celosías de madera “semejante a las usadas en los batientes de las ventanas”, móvil y con bisagras a modo de biombos.<sup>10</sup>



Figura 28. Coliseo o Anfiteatro Flavio (<http://canchales.blogspot.mx/2013/07/paseo-por-roma-sin-prisas-pero-sin.html>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.

### 2.2.10. Materiales utilizados en la antigua China.

Los materiales de construcción más utilizados fueron la madera y el ladrillo. Las columnas suelen tener escasa elevación y carecen de capitel. Las techumbres o cubiertas se completan con un alero grande cuyo borde, sobre todo en sus puntas, se encorva hacia arriba. Aunque más ordenada en la ornamentación que la arquitectura india, se usan en ella variadas decoraciones policromadas: azulejos, baldosas de porcelana, incrustaciones, entre otras aplicaciones. En los edificios de la arquitectura china destacaron los palacios (*ting*), las pagodas o templos (*taa*) y los arcos de triunfo (*peleu* o *pailu*).



Figura 29. China – Shanxi – Pingyao – Sala de teatro. (<http://gustavothomasteatro.blogspot.mx/2008/10/escenas-de-la-opera-de-shanxi-en-la.html>) Consultada el 30 de Octubre del 2013.

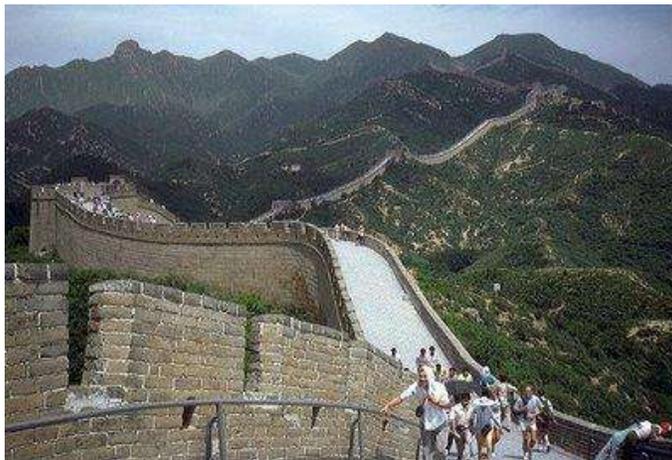


Figura 30. Muralla china (<http://elblogdetucidides.blogspot.mx/2009/06/expresiones-culturales-de-la-antigua.html>) Consultada el 12 de septiembre del 2013.

Mención aparte tiene la Gran Muralla China, reconocida como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1987. Es una enorme construcción de piedra y ladrillo que data de poco más de dos siglos a.C. y se extiende por 6,350 Km de longitud, desde el paso de Shanghái, cerca de Bohai (Golfo de Zhili) hasta el paso de Jiayu ( en la actual provincia de Gansu). Se construyó con el objetivo de contener las invasiones de los pueblos del Norte (Mongolia y Manchuria), especialmente de los xiongnu o hunos. El principal propósito del muro no era impedir que fuera atravesado, sino más bien el imposibilitar que trajeran caballos con ellos. Está formada por una serie de murallas construidas y reconstruidas por diferentes dinastías durante más de 1,000 años. La parte de la muralla que permanece hasta hoy, formaba parte de la Ruta de la Seda y fue construida durante la Dinastía Ming.<sup>11</sup>

## 2.2.11. Materiales utilizados en casas tradicionales japonesas.

Las Casas japonesas tradicionales son de materiales de construcción naturales, principalmente de madera, paja y barro. Una casa tradicional japonesa tiene algunos elementos que no suelen encontrarse en las casas del occidente. Lo primero que se nota al entrar, es el Genkan. Es el espacio inmediatamente detrás de la puerta de entrada donde se puede tomar y dejar fuera los zapatos, como es la costumbre de no caminar en los zapatos del resto de la casa. El genkan está a menudo un poco más bajo, o más bien, el resto de la casa es a menudo un poco más alto. Dentro de la casa el suelo será de madera y tatami para los pasillos, esteras de paja, para las habitaciones. Los zapatos se consideran sucios, pero también dañan el delicado material de estos tatamis. Incluso los apartamentos modernos en ciudades muy pobladas como Tokio tienen genkan. Una casa tradicional en el Japón es una construcción de un solo piso. Todas las habitaciones van de frente al jardín, situado en la parte trasera de la casa, y tiene un engawa o pequeña terraza en la que pueden sentarse y disfrutar de este jardín. El hecho de que el piso se eleva es para impedir que el agua llegue durante la temporada de lluvias. Por supuesto, el engawa es protegido del agua que viene por encima del techo. El techo será de baldosas/azulejos de arcilla, algunos son muy ornamentados, pero también se utiliza la paja. Muchas de las paredes de la casa están hechas de papel pegado sobre marcos de madera, llamado sjoji, que se desliza como diapositiva para abrir y que incluso se pueden remover para ampliar la habitación, así como para permitir la entrada de una brisa fresca a la casa en los cálidos días de verano. Algunas casas antiguas tendrán un irori, una chimenea en la habitación principal, ofreciendo un lugar ideal para una barbacoa cubierta en invierno. En la habitación principal se puede encontrar también el tokonoma, una alcoba reservada para el desplazamiento combinado con una flor en un florero o alguna otra obra de arte. Con la despoblación del campo y los altos precios de la tierra en las ciudades tradicionales y amplias estas casas están desapareciendo. Pero muchos de sus elementos se pueden encontrar en los pequeños apartamentos que se hacen hoy en día. En una casa moderna a menudo se encuentra por ejemplo, una sala tradicional con tatami y tokonoma, proporcionando un enlace con el pasado y una vía de escape de la vida agitada en la ciudad.<sup>12</sup>



Figura 31. Todaiji construcción japonesa.

(<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1d/Todaiji18s3200.jpg>) consultada el 03 de octubre del 2013.

## 2.2.12. Corales Escleractinios, “Piedra Mucar” y San Juan de Ulúa, Veracruz, México.

Los corales madreporicos o escleractinios, principales elementos de los arrecifes coralinos, son animales que se caracterizan por presentar un exoesqueleto de carbonato de calcio. Estos esqueletos, en forma de ladrillos a los que se da el nombre de “piedra mucar”, han sido utilizados a lo largo de los siglos, por varias culturas, para la construcción de edificios. Por ejemplo, en las islas Maldivas, localizadas en el océano Indico, todavía a fines de la década de los setenta y principios de los ochenta, el uso de la piedra mucar era una práctica muy socorrida, pero la extracción de corales les causó grandes catástrofes ecológicas y económicas, como la desaparición de enormes extensiones de playa de carácter turístico, lo cual trajo como consecuencia quebrantos millonarios para las islas, tanto a causa de la pérdida de las playas *per se*, como porque se necesitó restaurar los arrecifes de manera artificial.

En México, el primero en citar el uso de la piedra mucar, de origen madreporico, para la construcción de casas en el puerto de Veracruz fue Alexander von Humboldt en su *Ensayo político sobre la Nueva España*. Los edificios del centro de la ciudad y las edificaciones como el baluarte de Santiago y la fortaleza de San Juan de Ulúa están contruidos con dicha piedra.

Ubicada en la isla de San Juan de Ulúa, del arrecife de La Gallega (véase fig. 32), la fortaleza de San Juan de Ulúa es, entre las que aún perduran, la fortificación colonial más importante del continente americano, y ha estado vinculada de manera muy significativa a la historia del pueblo de México por relevantes acontecimientos sociales, económicos y culturales.

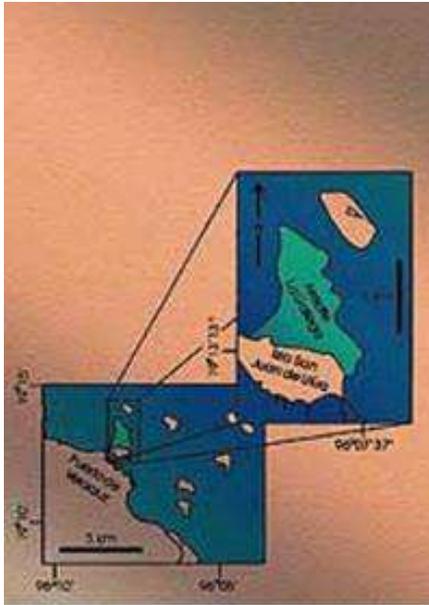


Figura 32. Localización del arrecife La Gallega. JUAN PABLO CARRICART GANIVET, CORALES ESCLERACTINIOS, "PIEDRA MUCAR" Y SAN JUAN DE ULUA, VERACRUZ. Consultada el 12 de septiembre del 2013.

El conjunto que conforma esta fortaleza, como ahora se le conoce (véase fig.31), no pertenece a una sola época pues consta de una combinación de proyectos y construcciones, así como de estilos y materiales. Esta fortificación fue edificada y modificada desde mediados del siglo XVII hasta ya entrado el XX.

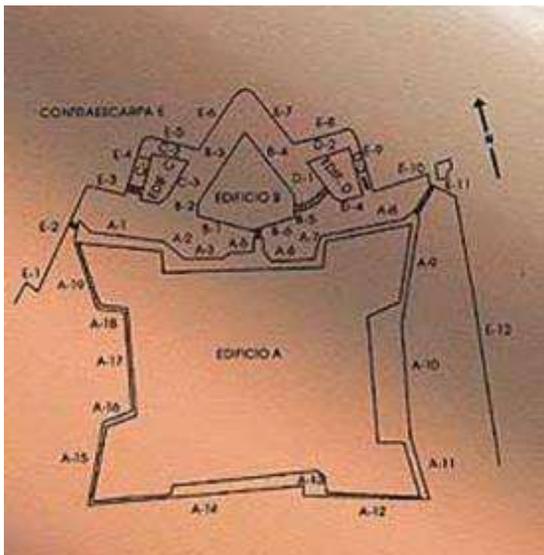


Figura 33. Edificios y paredes de la fortaleza de San Juan de Ulúa, Veracruz. JUAN PABLO CARRICART GANIVET, CORALES ESCLERACTINIOS, "PIEDRA MUCAR" Y SAN JUAN DE ULUA, VERACRUZ. Consultada el 12 de septiembre del 2013.

El Centro del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) en Veracruz inició, en 1993, el proyecto denominado Estudio del estado actual de la cimentación de la fortaleza de San Juan de Ulúa, en el cual se encuentran involucrados investigadores pertenecientes a varias disciplinas; así, antropólogos, biólogos, historiadores, físicos y oceanólogos han aportado datos muy valiosos para conocer cabalmente el estado de deterioro o conservación en que se encuentran los cimientos y muros de la fortaleza. Uno de los objetivos del proyecto era averiguar con qué especies de corales pétreos se construyó la fortaleza y de qué arrecifes fueron extraídos, y tener idea de cuál sería su repercusión ecológica.



Figura 34. Muestras de piedra mucar. JUAN PABLO CARRICART GANIVET, CORALES ESCLERACTINIOS, "PIEDRA MUCAR" Y SAN JUAN DE ULUA, VERACRUZ. Consultada el 12 de septiembre del 2013.

## Lista sistemática de las especies de corales escleractinios utilizadas como piedra mucar en la construcción de la fortaleza de San Juan de Ulúa, Veracruz

Especie	Figura
<i>Siderastrea radians</i> (Pallas, 1766)	3a
<i>Porites astreoides</i> (Lamarck, 1816)	3b
<i>Diploria</i> spp (Milne Edwards y Haime, 1948)	3c
<i>Colpophyllia natans</i> (Houttuyn, 1772)	3d
<i>Montastraea annularis</i> (Ellis y Solander, 1786)	3e,f
<i>M. cavernosa</i> (Linneo, 1767)	3g

Tabla 1. Muestra un listado sistemático de las especies de dichos corales escleractinios. JUAN PABLO CARRICART GANIVET, CORALES ESCLERACTINIOS, “PIEDRA MUCAR” Y SAN JUAN DE ULUA, VERACRUZ. Consultada el 12 de septiembre del 2013.

En los arrecifes pertenecientes al Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) se han registrado dos especies del género *Diploria*, *D. clivosa* (Ellis y Solander, 1786) y *D. strigosa* (Dana, 1848); por tal motivo, es muy probable que en la construcción de la fortaleza de San Juan de Ulúa se hayan utilizado las dos, pero dado el deterioro de las rocas fue imposible determinar los ejemplares en el nivel de especie.

De las 29 especies de corales escleractinios registradas para el SAV, diez son de las que forman esqueletos masivos y por tal motivo son susceptibles de emplearse como piedra mucar para la construcción. En el presente estudio no fueron observadas las especies *Stephanocoenia intersepta*, *Madracis decactis* y *Dichocoenia stokesi*, pues las dos primeras forman esqueletos muy pequeños, mientras que la tercera es poco frecuente en la zona, y probablemente por estas razones no se utilizaron.

Por otro lado, las especies *C. Natans*, *M. annularis* y *M. cavernosa* fueron las más usadas como piedra mucar; por ejemplo, la pared 13 del edificio A (véanse figs. 2 y 3f) está construida con bloques pulidos de *M. annularis*, cubiertos con pedacera de coral a manera de repello. Esta circunstancia no es de extrañar, porque estas tres especies son las que forman los esqueletos más grandes y son las más abundantes en el SAV.

La piedra mucar de la fortaleza fue extraída de los arrecifes pertenecientes al SAV, ocasionando en consecuencia cambios importantes en el paisaje submarino y deterioro en el ambiente de los mismos. Por ejemplo, los arrecifes Gavias y Hebreos, que se localizaban entre el arrecife La Gallega y el actual puerto de Veracruz, fueron destruidos totalmente después del año de 1763. Por fortuna, el uso de la piedra mucar para la construcción ya no es una práctica permitida ni utilizada en nuestro país, aunque el SAV aún se ve amenazado por otros efectos antrópicos.<sup>13</sup>



Figura 35. Interior Fuerte San Juan de Ulúa, (panoramio.com) consultada el 19 de septiembre del 2013.



Figura 36. Fortaleza de San Juan de Ulúa, (fortalezas.org) consultada el 19 de septiembre del 2013.

### **2.2.13. Pirámides submarinas en Japón - Antigua Ciudad Bajo el agua.**

Noticia del 2007.

Uno de los mayores descubrimientos en la historia de la arqueología se hizo el verano pasado, frente a Japón, repartidas en unas sorprendentes 311 millas (210 km) en el suelo

marino, son los restos de una antigua ciudad bien preservados. O al menos, un número de sitios relacionados.



Figura 37. (<http://www.mundomisterioso.net/2010/10/piramides-submarinas-en-japon-antigua.html>) consultada el 30 de septiembre del 2013.



Figura 38. (<http://www.mundomisterioso.net/2010/10/piramides-submarinas-en-japon-antigua.html>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

En las aguas de Okinawa y más allá de la pequeña isla de Yonaguni, buzos situados en ocho lugares distintos comenzaron en marzo de 1995. Ese primer avistamiento fue equívoco - una estructura provocativa, cuadrada, incrustada en coral por lo que su identidad para el hombre era incierta. Luego, en fecha tan reciente como el verano de 1996, un buzo deportivo descubrió accidentalmente una enorme plataforma, angular de alrededor de 40 pies por debajo de la superficie, frente a la costa suroeste de Okinawa. La pregunta de si era de procedencia artificial fue más allá. En la ampliación de su búsqueda, los equipos de buzos encontraron otro más, un monumento diferente cercano. Luego otro y otro. Vieron largas calles, bulevares, escaleras majestuosas arcadas magníficas, enormes

bloques de piedra perfectamente cortados y encajados - todos armoniosamente 'soldados' entre sí en una arquitectura lineal diferente a todo lo que habían visto nunca antes.

En las siguientes semanas y meses, la comunidad arqueológica de Japón se unió alimentando el frenesí del descubrimiento. Profesionales capacitados forman una saludable alianza con los entusiastas que hicieron el hallazgo. En un espíritu progresista de respeto mutuo una alianza de trabajo, académicos y aficionados se unieron para dar un ejemplo de cooperación para el resto del mundo. Su causa común pronto dio sus ricos frutos. En septiembre, no lejos de la costa de la isla de Yonaguni, más de 300 millas aéreas al sur de Okinawa, se encontraron con una estructura piramidal gigantesca, de 100 pies (30 m). En lo que parecía ser un centro ceremonial con paseos amplios y torres flanqueantes, el edificio colosal mide 240 pies (74 m) de largo.

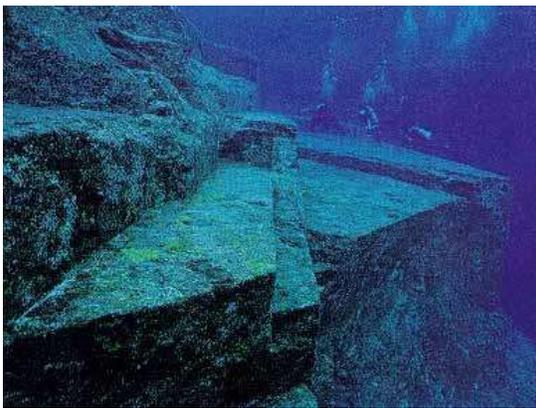


Figura 39. (<http://www.mundomisterioso.net/2010/10/piramides-submarinas-en-japon-antigua.html>) consultada el 30 de septiembre del 2013.



Figura 40. (<http://www.mundomisterioso.net/2010/10/piramides-submarinas-en-japon-antigua.html>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

Con claridad excepcional debajo de la superficie, con 100 pies (30 m) de visibilidad un factor común, permitió la documentación fotográfica completa, tanto la fotografía fija como el vídeo. Estas imágenes proporcionan la base de los principales titulares de Japón durante más de un año. Sin embargo, ni una palabra sobre el descubrimiento de Okinawa ha llegado al público de EE.UU., hasta la revista, "*Ancient American*" dio la noticia de pasada. Desde esa primicia, sólo la red televisiva *CNN* hizo un reportaje sobre la ciudad bajo el agua de Japón. Nada de ello ha sido mencionado en ninguna de las otras publicaciones de arqueología de la nación, ni siquiera en cualquiera de los diarios. Uno quiere imaginar que este tipo de descubrimientos pueden ser las noticias más alucinantes que un arqueólogo podría esperar para aprender. Aún así, fuera de la "*Ancient American*" y el único informe de la *CNN*, el manto de silencio que cubre todos los hechos acerca de las estructuras de Okinawa a la vista con mayor eficacia es su ubicación en el fondo del mar. ¿Por qué? ¿Cómo puede esta negligencia terrible persistir en ante un descubrimiento de una magnitud sin precedentes? A riesgo de acusaciones de paranoia, se puede concluir que una verdadera conspiración que maneja la información domina los manantiales de conocimiento público de Estados Unidos.

*Frank Joseph - "Ancient American"*



Figura 41. (<http://www.mundomisterioso.net/2010/10/piramides-submarinas-en-japon-antigua.html>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

### **2.2.13.1. Los buzos encuentran el edificio más antiguo del mundo.**

La estructura hace pensar que es el edificio más antiguo del mundo, casi con el doble de la edad de las grandes pirámides de Egipto, ha sido descubierto. El **ziqurat** de piedra rectangular bajo el mar frente a las costas de Japón podría ser la primera evidencia de una civilización desconocida de la edad de piedra, dicen los arqueólogos.



Figura 42. (<http://www.mundomisterioso.net/2010/10/piramides-submarinas-en-japon-antigua.html>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

El monumento es 600 pies (182 m) de ancho y 90 pies (27 m) de altura y ha sido fechado por lo menos a 8.000 años antes de Cristo. La más antigua pirámide en Egipto, la pirámide escalonada de **Saqqara**, fue construida más de 5.000 años después.

La estructura de Yonaguni, una pequeña isla al suroeste de Okinawa, fue descubierta por primera vez a 75 pies (22 m) bajo el agua por buceadores hace 10 años y los lugareños creyeron que era un fenómeno natural.

El profesor **Masaki Kimura**, un geólogo de la *Universidad de Ryukyu* en *Okinawa*, fue el primer científico en investigar el sitio y ha concluido que la misteriosa estructura de cinco capas fue hecha por el hombre. "El objeto no ha sido fabricado por la naturaleza. Si ese hubiera sido el caso, cabría esperar que los residuos de la erosión estarían alrededor del sitio, pero no hay fragmentos de roca allí", dijo.

El descubrimiento de lo que parece ser un camino que rodea el edificio era una prueba más de que la estructura fue hecha por los seres humanos, añadió.



Figura 43. (<http://www.mundomisterioso.net/2010/10/piramides-submarinas-en-japon-antigua.html>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

**Robert Schoch**, profesor de geología en la *Universidad de Boston*, se sumergió en el sitio el mes pasado. "Básicamente, se parece a una serie de grandes escaleras, cada una cerca de un metro de altura. Esencialmente, se trata de un acantilado, como la ladera de una pirámide escalonada. Es una estructura muy interesante", dijo. "Es posible que la erosión natural del agua combinada con el proceso de división de rocas agrietadas hayan creado una estructura, pero es difícil la creación de una estructura tan fuerte como ésta."

Otras pruebas de que la estructura es el trabajo de las personas llegó con el descubrimiento de pequeños montículos cercanos de piedra bajo el agua. Al igual que el edificio principal, estos mini-zigurats están hechos de bloques escalonados y son de unos 10 metros de ancho y 2 m de alto.

**Kimura** dijo que era demasiado pronto para saber quien construyó el monumento o su propósito. "La estructura puede ser un santuario religioso antiguo, posiblemente en honor a antiguas deidades como las de **Nirai-Kanai**, los lugareños dicen que sus dioses dieron la felicidad a la gente de Okinawa desde más allá del mar. Esto podría ser evidencia de una nueva cultura ya que no existen registros de un pueblo lo suficientemente inteligente como para haber construido un monumento hace 10.000 años", dijo.

Nirai Kanai es un lugar mítico de donde proviene toda vida. Es adorado en el oriente, y se fabulea que era una isla. Se dice que dioses de Nirai Kanai han traído diferentes cultivos y herramientas a las personas Ryukyuan en diferentes momentos.

"Esto sólo se podría haber hecho por un pueblo con un alto grado de tecnología, probablemente procedentes del continente asiático, de donde vienen las civilizaciones más antiguas. Tendría que haber existido algún tipo de maquinaria involucrada para haber creado una estructura tan enorme."



Figura 44. (<http://www.mundomisterioso.net/2010/10/piramides-submarinas-en-japon-antigua.html>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

**Teruaki Ishii**, profesor de geología en la *Universidad de Tokio*, dijo que la estructura se remonta a por lo menos 8000 años antes de Cristo cuando el terreno sobre el que se construyó fue sumergido al final de la última edad de hielo. "Espero que este sitio sea artificial, ya que sería muy emocionante. Pero en este momento creo que es demasiado pronto para decirlo. Creo que la estructura podría ser natural, pero parte de la misma haberse hecho", dijo.

Los primeros signos de la civilización en Japón se remontan al período neolítico alrededor de 9000 años antes de Cristo. La gente de este tiempo vivía como cazadores y recolectores. No hay nada en el registro arqueológico que sugiera la presencia de una cultura lo suficientemente avanzada como para haber construido una estructura como el zigurat.



Figura 45. (<http://www.mundomisterioso.net/2010/10/piramides-submarinas-en-japon-antigua.html>) consultada el 30 de septiembre de 2013.

**Jim Mower**, un arqueólogo de la *Universidad College de Londres*, dijo: "Si se confirma que el sitio es tan antiguo como los 10,000 años y es del hombre, entonces esto va a cambiar un montón de las ideas anteriores sobre la historia del sureste de Asia. Pondría a la gente que hizo el monumento a la altura de la antigua civilización de **Mesopotamia** y el **Valle del Indo**."<sup>14</sup>

## 2.3. Materiales Tradicionales Utilizados Para La Construcción.

Los materiales siempre han estado ligados al aprovechamiento de elementos localizados en la misma zona. La **pedra caliza** ha sido el material base en todas las construcciones por la facilidad de obtención, resistencia y durabilidad. Esta tipología característica tiene su origen en la prehistoria ya que se utilizaba para proteger la entrada de las cuevas donde se refugiaban, dando lugar así, a las primeras formas de arquitectura de piedra donde la estética, el arte o el estilo no contaban, porque sólo se buscaba lo práctico.



Figura 46. Piedra para refuerzo de cuevas esquinera Piedra y argamasa para muros Piedra de toba como refuerzo de esquinas.

([http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7\\_materiales.htm](http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7_materiales.htm))  
consultada el 29 de agosto del 2013.

Más recientemente las piedras se acarreaban con “pedreras”, piezas de madera que se colocaban sobre caballerías (burros o mulos). Las piedras se recogían por los alrededores, caminos o canteras, transportándolas hasta la zona de construcción. Un duro trabajo en el que intervenían vecinos y diferentes miembros de la familia.

La piedra **toba** se ha utilizado tradicionalmente para reforzar las esquinas de las viviendas, también es de uso común en la construcción de hornos para el amasijo del pan, muros y otras edificaciones anexas a la vivienda tradicional. La toba es el resultado de la acumulación de sedimentos de agua caliza, es porosa, fácil de trabajar y de moldear.

Otro material utilizado desde que la especie humana tiene conciencia ha sido la **madera**, elemento que siempre acompañó al hombre en su evolución. Fácil de conseguir en casi todas partes. Quizás la utilización de madera a lo largo de la historia nos haga recordar inconscientemente la seguridad que teníamos en los árboles. Lo cierto es que la madera y el fuego fueron compañeros de viaje del humano desde tiempos remotos, hecho que les permitió sentirse más seguros en sus rudimentarios habitáculos y durante los desplazamientos.



Figura 47. Barro o arcilla.

([http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7\\_materiales.htm](http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7_materiales.htm))  
Consultada el 29 de agosto del 2013.

El **barro o arcilla** también ha sido tradicionalmente un material utilizado para la unión o “*casamiento*” de las piedras. Pueblos como los Iberos, ya construían sus viviendas con este material base que era fácil de localizar. Se preparaba en unos “*amasaderos*” al uso, que consistían en agujeros o “*cajones*” cavados en tierra y a veces rodeados con tablas. El proceso de preparación era muy simple: se trataba de pisar el barro hasta que estaba suficientemente amasado para trabajarlo. Con esta argamasa se daba más consistencia a los muros y se usaba también para reforzar o tapar grietas en hornos tradicionales y edificaciones anexas más recientes.

Los **adobes** eran unos ladrillos macizos compuestos de arcilla y paja que posteriormente se amasaban y preparaban en unos moldes cuadrados de madera, dejándose secar al sol. Se utilizaban en la construcción de tabiques interiores, entrelazándolos y uniendo con cal y rollizos finos colocados en posición vertical. Recientemente se empezaron a realizar las uniones con yeso.

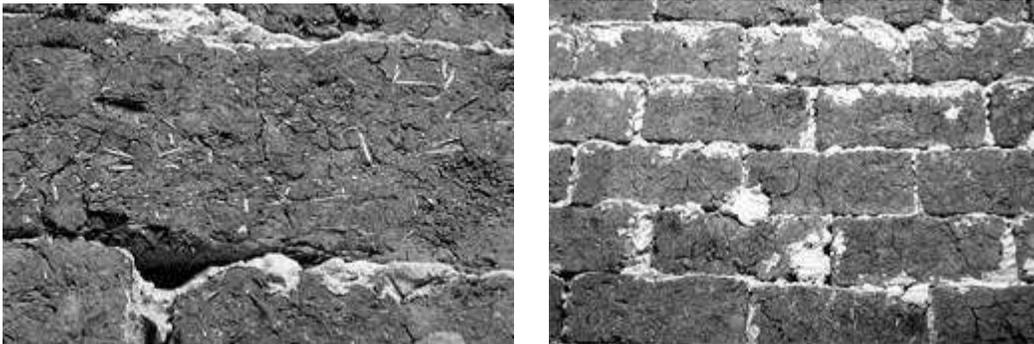


Figura 48. Utilización de adobes.

([http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7\\_materiales.htm](http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7_materiales.htm))

consultada el 29 de agosto del 2013.

Los muros de piedra de antiguas viviendas serranas tenían una media de cincuenta a sesenta centímetros de ancho. Estaban unidas mediante argamasa y en su interior se podían encontrar huecos llenos de morteros de cal o paja. La operación tenía doble finalidad, por un lado rellenar para terminar antes la construcción, y por otro, se utilizaba como aislante. Dicha práctica también favorecía la existencia de “nidos” o “*guardidas*” que utilizaban ratones, aves, reptiles, insectos..., una fauna que convivía armoniosamente junto al hombre. Las “*paratas*” como se les denominaba a los muros exteriores de las viviendas, y los muros de terrazas o “*poyos*” (destinadas a la siembra agrícola) eran de menor grosor y también de piedra.



Figura 49. Muros de piedra.

([http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7\\_materiales.htm](http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7_materiales.htm))  
consultada el 29 de agosto del 2013.

Una de las debilidades importantes de estos muros eran los cimientos sobre los que se asentaban. Muchas de las viviendas tradicionales estaban construidas sobre terrenos arcillosos sin que se le prestara demasiada atención a las bases, por ello, en la actualidad la rehabilitación se hace más complicada y costosa, en cambio hay otras viviendas que tienen mejor calidad por estar situadas sobre suelo rocoso.

La **cal** es un elemento que se extrae tras un proceso de sometimiento a altas temperaturas de la piedra caliza en unos hornos al uso, que se denominan *caleras*. La cal *blanquea*, *repele* el calor, *desinfecta* y es *ecológica* su aplicación.

Hoy en día está en auge su utilización ya que es conocida su resistencia y dureza a largo plazo. Con la mezcla de cal y arena o cal hidráulica y cemento blanco se produce una argamasa muy resistente y ecológica. Las construcciones romanas y árabes son el mejor ejemplo de utilización de argamasas de cal y canto y de blanqueo de fachadas, costumbres que han perduraron en el tiempo llegando hasta nuestros días.



Figura 50. Piedra caliza.

([http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7\\_materiales.htm](http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7_materiales.htm))  
consultada el 29 de agosto del 2013.

El **azulete** es otro componente más de las construcciones tradicionales. Fue importado a estas tierras por los primeros pobladores cristianos manchegos, aunque con anterioridad, los árabes ya lo conocían y utilizaban con el objetivo de ahuyentar los malos espíritus, desinfectar, decorar y repeler los insectos.

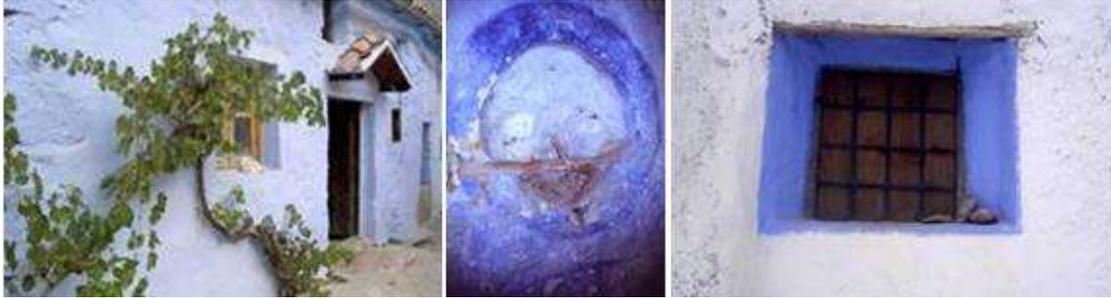


Figura 51. Azulete.

([http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7\\_materiales.htm](http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7_materiales.htm))  
consultada el 29 de agosto del 2013.

Las **cañas** localizadas en riberas de ríos eran otra materia prima utilizada por diferentes culturas y que han llegado hasta nuestros días, de hecho aún se puede apreciar en algunas antiguas viviendas formas constructivas con vegetales tales como: **cañamo, jaras, retamas, conchas de pinos, juncos, esparto, centeno**, etc.

Hablamos de técnicas, materiales y procesos constructivos de culturas que a diferencia de los utilizados actualmente eran más ecológicos y sostenibles.

Los techos o tejados de las viviendas tradicionales evolucionaron poco con el paso del tiempo, al principio se utilizaron fibras vegetales y maderas llegando hasta el conocido *revoltón* de nuestros días. Dicho *revoltón* está compuesto de madera, conchas de pino, cal o yeso y con forma de bóveda característica de las casas serranas más recientes.



Figura 52. Cubierta de caña y madera      Cubierta con madera      Transición de madera a revoltón.

([http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7\\_materiales.htm](http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7_materiales.htm))  
consultada el 29 de agosto del 2013.

En las últimas remodelaciones estos techos han ido sustituyéndose por vigas de cemento o hierro, dejando de utilizar la materia prima propia del lugar, y transformando así, la fisonomía interior de estas construcciones tradicionales.

La **teja** es el elemento característico en las cubiertas tradicionales, elemento que junto al blanco de la cal en fachadas son símbolos de la arquitectura o tipología serrana propia de cortijadas, aldeas o pueblos.



Figura 53. Techos de teja.

([http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7\\_materiales.htm](http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7_materiales.htm)) consultada el 29 de agosto del 2013.

Este elemento constructivo se producía en las *tejerías* que eran los lugares destinados a la fabricación de tejas. El proceso de fabricación era el siguiente: primero obtenía el barro o arcilla extrayéndolo cerca de los cauces de agua o en zonas concretas donde se localizaba. Se amasaba mezclada con cal y se depositaba en unos moldes de madera donde se raseaba, manteniendo así la misma cantidad de material para cada teja. Después, esta porción de masa se colocaba sobre otro molde también de madera (con la forma curvada de la teja). Una vez conseguida la teja en crudo se dejaba secar expuesta al sol.

El trabajo de *tejero* era otro oficio característico de la cultura tradicional.

Actualmente podemos encontrar en antiguas cubiertas de viviendas **tejas** con manos impresas en ellas. Ello era parte de un ritual que procede de la cultura árabe y que simboliza a la mano de Fátima, hija de Mahoma y diosa protectora. Se solía poner una teja en cada tejado para desear la protección del hogar, esta práctica de fe aún se mantiene en algunos países árabes, pudiéndose apreciar en algunas fachadas de viviendas.



Figura 54. Teja con mano impresa.

([http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7\\_materiales.htm](http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7_materiales.htm))  
consultada el 29 de agosto del 2013.

En otros tejados se han encontrado tejas con inscripciones o estrellas árabes y judías, así como algunos jeroglíficos.

En el interior de algunos muros han aparecido medallas o monedas antiguas que son rituales cristianos de agradecimiento, de deseo de felicidad, prosperidad..., creencias de fe que también se pueden ver reflejadas en antiguos rituales paganos como por ejemplo en la época Neolítica con la manifestación del arte rupestre.

En ocasiones también se encuentran clavos y otros herrajes romanos, visigodos, árabes..., que los cristianos encontraron y reutilizaron, llegando hasta nuestros días gracias al uso que se les dio.

Otra práctica curiosa era la de albergar vasijas y ollas secretas enterradas en muros, recipientes cuyo destino era el de ocultar y proteger los bienes más preciados.

Tal y como vamos profundizando en las formas constructivas descubrimos la relación existente de unas culturas respecto a otras, en el aprovechamiento de materiales, técnicas y en heredadas creencias milenarias. Aspectos que nos indican la riqueza cultural que se esconde tras las humildes construcciones tradicionales de la Sierra de Segura.<sup>15</sup>



Figura 55. Herrajes.

([http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7\\_materiales.htm](http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7_materiales.htm))  
consultada el 29 de agosto del 2013.

## **2.4. Clasificación De Materiales Para La Construcción.**

### **2.4.1. Clasificación de los materiales de construcción.**

Los llamados materiales de construcción engloban a aquellos materiales que entran a formar parte de los distintos tipos de obras arquitectónicas o de ingeniería, cualquiera que sea su naturaleza, composición o forma. Los materiales de construcción abarcan un gran número y de orígenes muy diversos, pudiéndose clasificar para su estudio en base a diferentes criterios, siendo los más habituales su función en la obra, su intervención y su origen.

Según su función en la obra, los materiales de construcción se clasifican en: resistentes, aglomerantes y auxiliares. Los materiales resistentes son los que soportan el peso de la obra y los ataques meteorológicos o los provocados por el uso (piedras, ladrillos, hormigón, hierro, etc.). Los materiales aglomerantes son los que sirven de ligazón entre los resistentes para unirlos en formaciones adecuadas a su función (cemento, yeso, cal, etc.). Por último, los materiales auxiliares son aquellos que tienen una función de remate y acabado (maderas, vidrios, pinturas, etc.).

Por su intervención en la obra, los materiales se clasifican en: de cimentación, de estructura, de cobertura y de cerramiento. Los de cimentación son fundamentalmente los hormigones, en particular, el hormigón armado. Las estructuras pueden ser de hormigón, metálicos, de madera o mixtas. Las coberturas pueden ser de prefabricadas, metálicas, de materiales cerámicos o pétreos. Por último, los cerramientos pueden ser ladrillos, acristalados, prefabricados, etc.

En función de su origen los materiales de construcción se pueden dividir en función de su origen, siendo este criterio el más adecuado para el estudio de las propiedades características de los mismos, y será el que se seguirá en el desarrollo del presente tema. Presenta además la ventaja de que, a diferencia de las otras clasificaciones, no hay materiales que se repiten en los diferentes apartados. Según este criterio, los materiales se dividen en:



Tabla 2. Clasificación de materiales para la construcción.

([http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesalfonso\\_romero\\_barcojo/departamentos/tecnologia/unidades didacticas/ud construccion/pdf/materiales de construccion.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesalfonso_romero_barcojo/departamentos/tecnologia/unidades_didacticas/ud_construccion/pdf/materiales_de_construccion.pdf)) consultada el 29 de agosto del 2013.

#### 2.4.2. Materiales cerámicos.

Se obtienen a partir de arcillas, que por la gran plasticidad que presentan en estado húmedo, son fácilmente moldeables. La plasticidad de las arcillas depende fundamentalmente del contenido en agua que posean, y de las sustancias que la acompañan como carbonatos, micas, cuarzo, etc.

Las arcillas que se utilizan habitualmente para fabricar piezas de uso industrial están compuestas por una mezcla de arcilla común y caolín, que constituyen la materia plástica, junto con otros componentes no plásticos y que se añaden con diferentes objetivos.

En cuanto a las materias plásticas, tanto la arcilla común como el caolín son silicatos aluminicos hidratado, puro en el caso del caolín, e impuro por diversos minerales procedentes de las rocas que la originaron en el caso de la arcilla.

En lo que se refiere a los componentes no plásticos, éstos se clasifican según su función en: desgrasantes, cuya misión es disminuir la plasticidad de la masa evitando el agrietamiento y contracción, siendo lo más importantes la sílice, feldespatos y la chamota, que son restos cerámicos pulverizados; fundentes, que se agregan para aumentar la plasticidad y disminuir el punto de fusión de las arcillas con objeto de lograr durante la cocción el vitrificado de la pieza, lo que le confiere mayor resistencia e impermeabilidad, siendo los más importantes las micas, fosfato tricálcico y feldespatos; por último, tenemos los accesorios, que no son fundamentales para la fabricación, sino que sirven para dar características especiales como los vitrificantes, sílice, ácido bórico, borax, etc., y los colores de decoración, óxidos y sales metálicas.

## **2.4.2.1. Propiedades, fabricación y conformado.**

La acción del calor sobre la arcilla hace que ésta pierda su plasticidad y experimente cambios en sus propiedades, las cuales dependerán del tiempo y temperatura de cocción, así como de las sustancias añadidas. En general, las propiedades más características de los materiales cerámicos son: elevado punto de fusión, mayor que el de los metales; baja conductividad térmica, en general son duros pero frágiles; resistentes al desgaste, sirviendo como materiales abrasivos; poseen una gran estabilidad química y frente a los agentes medioambientales.

Dentro de las propiedades, la concentración de poros es especialmente importante ya que, además de influir sobre las propiedades mecánicas y en la permeabilidad, sirve como criterio de clasificación de los materiales cerámicos. Según esta clasificación, los materiales cerámicos se dividen en: porosos, ladrillos, tejas, bovedillas, y lozas; compactos, porcelana, gres; y vitrificados, vidrio. Otra clasificación de los materiales cerámicos los divide en: permeables, que coinciden con los porosos; impermeables, que coinciden con los compactos y vitrificados; y refractarios, que se encuentran dentro de los porosos.

El proceso de fabricación de los diferentes materiales cerámicos puede variar de unos a otros, sin embargo, todos ellos constan de una serie de pasos comunes. En primer lugar se deben preparar las materias primas mediante una serie de procesos mecánicos, como la molienda, y de depuración como la limpieza y eliminación de elementos extraños.

A continuación se realiza la mezcla de las materias primas, plásticas y no plásticas, junto con la cantidad adecuada de agua a fin de dotar a la mezcla de la plasticidad idónea. Tras realizar la mezcla, ésta se deja reposar para que sufra una especie de fermentación, mejorando la calidad de la misma.

Seguidamente se procede al moldeado de las piezas, que puede realizarse de diferentes formas según la pieza deseada y el grado de plasticidad de la mezcla. Dentro de las técnicas de moldeado tenemos las técnicas manuales mediante tornos o gradillas. Moldeado mediante torno es quizás la técnica más compleja, y se emplea hoy en día sólo para la elaboración de piezas huecas de artesanía (platos, botijos, jarrones, etc.). El moldeado en gradilla se emplea fundamentalmente para la fabricación de ladrillos macizos, y consiste en comprimir la pasta dentro de gradillas, pasando posteriormente un listo para alisar la superficie, y dejar secar en superficies planas. En la actualidad, la mayoría de las piezas cerámicas se moldean mediante técnicas mecánicas como extrusión a través de boquillas que le dan la forma de la sección y cortados por alambres, por prensado sobre moldes, por colada sobre moldes, para lo que la pasta debe estar licuada, etc.

Las piezas moldeadas contienen cantidades de agua que oscilan entre el 15 y el 50% en peso, cantidad que debe de reducirse lo más posible (hasta ~5%). Este proceso de secado debe llevarse a cabo de forma gradual y lenta a fin de evitar la aparición de grietas y contracciones. El secado se puede llevar a cabo de forma natural, depositando las piezas moldeadas en lugares aireados y cálidos, o bien de forma artificial en cámaras cerradas por donde circulan las piezas a contracorriente de aire caliente forzado por ventiladores.

Después del secado se procede a la cocción de las piezas, durante la cual adquieren la consistencia pétreo y la inalterabilidad de su forma. La temperatura y tiempo de cocción determinan la resistencia del material. Así, un material poco cocido será menos frágil, menos resistente pero más permeable que uno muy cocido, que será más frágil, más resistente pero menos permeable.

Finalmente, los objetos cocidos pueden recibir diferentes tratamientos superficiales como vidriado, esmaltado, pintado, etc.

### **2.4.2.1.1. Azulejos y gres.**

Los azulejos son materiales cerámicos que constan de dos capas: una gruesa de arcilla denominada galleta, y otra fina de esmalte vitrificado, que le proporciona impermeabilidad, resistencia al desgaste y una buena adherencia. Las galletas se fabrican introduciendo a presión arcilla fresca dentro de un molde, o mediante vaciado de barbotina, proceso que consiste en verter barbotina (arcilla líquida) dentro de un molde poroso y dejar que seque. Si las galletas no se recubren de la capa vitrificada se comercializan como baldosas cerámicas.

Una vez que se tiene la baldosa, si el esmalte es de un solo color se aplica sobre la baldosa, con silicato diluido en agua al que se agregan los óxidos que le darán color. Si tiene diversos colores o dibujos se emplean plantillas que van tapando las diferentes partes para ir aplicando los diferentes colores. Los azulejos se emplean para el revestimiento de paredes, adhiriéndose con mortero de cemento.

El gres se obtiene por cocción hasta vitrificación, obteniéndose un material muy compacto, impermeable a los líquidos y gases, inatacable por los ácidos, hongos y bacterias, muy duro, no siendo rallado por el acero y rallando al vidrio, muy resistente al desgaste, y con sonido metálico por percusión. La pasta empleada en su fabricación está compuesta por un 30-70% de arcilla, 30-60% de cuarzo y 5-25% de feldespato.

Se presenta en dos variantes, el gres común y el gres fino, sometiendo en ambos casos la pasta a un solo proceso de cocido a unos 1,300°. El gres común se obtiene a partir de

arcillas ordinarias, mientras que el gres fino se obtiene a partir de arcillas refractarias a las que se añaden fundentes a fin de rebajar el punto de fusión. Cuando está a punto de finalizar la cocción se impregnan las piezas con sal común, que reacciona con la arcilla formando una capa delgada de silicoaluminato alcalinovitrificado, que le confiere al gres su vidriado característico.

### **2.4.2.1.2. Porcelanas y lozas.**

La loza es un material de fractura blanquecina después de cocidos, ligero, poroso y absorbente, teniendo que ser recubierta con un esmalte para hacerlas impermeables y duraderas. La loza más importante en construcción es la loza sanitaria, que se fabrica con una pasta formada por un 40-50% de arcilla, 32-54% de cuarzo y 8-15% de feldespato. Se trata de una loza muy compacta, que se recubre de un grueso esmalte, constituyendo un producto parecido a la porcelana que se denomina semiporcelana.

La porcelana se obtiene a partir de arcillas muy puras, en especial caolín, a la que se añade cuarzo como desgrasante y feldespato como fundente. Se trata de un material muy duro pero frágil, de color blanco o traslúcido. Para que un producto pueda considerarse como porcelana es necesario que haya sufrido dos procesos de cocción, uno primero a unos 1,000-1,200º, y un segundo a temperatura más alta, que puede alcanzar varios miles de grados. Realmente no se suele emplear en construcción, salvo en la industria química por su gran resistencia a los ácidos o en aislantes eléctricos, dedicándose fundamentalmente a la fabricación de vajillas y objetos decorativos.

### **2.4.2.1.3. Vidrios.**

El vidrio es una sustancia amorfa fabricada sobre todo a partir de sílice fundida a altas temperaturas. El vidrio es una sustancia amorfa, se enfría hasta solidificarse sin que se produzca cristalización, que se halla en un estado vítreo en el que las unidades moleculares, aunque están dispuestas de forma desordenada, tienen suficiente cohesión para presentar rigidez mecánica.

#### **2.4.2.1.3.1. Componentes y características.**

El vidrio se obtiene por la fusión de la arena de cuarzo, rica en sílice, bien molida, que el elemento vitrificador y el que constituye verdaderamente el vidrio, proporcionando resistencia mecánica al vidrio. Junto con la sílice es necesario añadir caliza que actúa de estabilizador aportando también resistencia, dureza y brillo, y carbonato sódico que actúa de fundente, rebajando el punto de fusión de la sílice desde los 1,700º hasta los 850º. Además pueden añadirse otros ingredientes como el plomo o el bórax, que proporcionan

al vidrio determinadas propiedades físicas. Todos los componentes deben mezclarse finamente molidos, y en proporciones precisas para obtener el vidrio con las características óptimas deseadas.

El vidrio es un material duro pero muy frágil, transparente o traslúcido, muy resistente a la tracción y a los agentes químicos, salvo el ácido fluorhídrico que lo disuelve, y mal conductor del calor y la electricidad.

#### **2.4.2.1.4. Materiales aglomerantes.**

Los materiales aglomerantes son aquellos materiales que, mezclados con agua, forman una masa plástica capaz de adherirse a otros materiales, y que al cabo del tiempo, por efectos de transformaciones químicas, fraguan, es decir, se endurecen reduciendo su volumen y adquiriendo una resistencia mecánica.

Los materiales aglomerantes se suelen clasificar en aéreos e hidráulicos. Los aglomerantes aéreos son los que fraguan y endurecen en el aire, siendo incapaces de adquirir cohesión en un medio húmedo. Dentro de este grupo se encuentran el yeso y la cal grasa o aérea. Por su parte, los aglomerantes hidráulicos son aquellos que fraguan y endurecen en el aire y en un medio húmedo. Dentro de este grupo están el cemento y la cal hidráulica, así como los morteros y hormigones.<sup>16</sup>

#### **2.4.2.1.5. Materiales para la construcción de mampostería.**

##### **2.4.2.1.5.1. Unidades o piezas.**

El componente básico para la construcción de mampostería es la unidad o pieza que por su origen puede ser natural o artificial. Las unidades de piedra natural se utilizan sin labrar o labradas.

##### **2.4.2.1.5.2. Piedras artificiales.**

Existe una gran variedad de piezas de mampostería (piedras artificiales) que se utilizan en la construcción. Estas difieren entre sí tanto por la materia prima utilizada, como por las características geométricas de las piezas y por los procedimientos de fabricación empleados (Figs. 56) las materias primas más comunes son el barro, el concreto, con agregados normales o ligeros, y la arena con cal.<sup>17</sup>

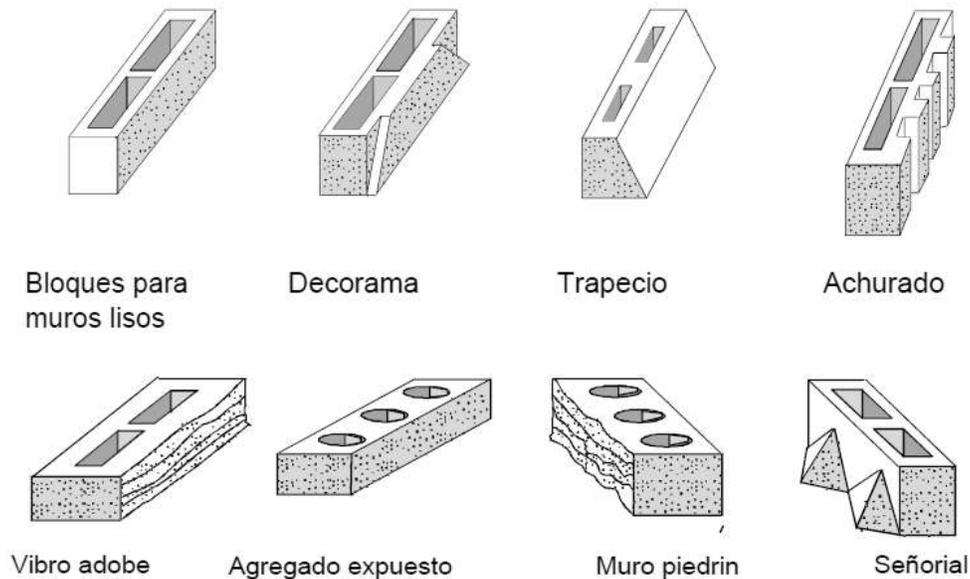


Figura 56. Piezas en relieve para mampostería (MATERIALES D. VASCONCELOS T. SÁNCHEZ, SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA VIVIENDA DE MAMPOSTERÍA O. DE LA TORRE) consultada el 29 de agosto del 2013.

### 2.4.3. Metales.

El hierro es un material metálico blando, dúctil y de baja resistencia en sus condiciones de hierro puro tiene poca aplicación y además es costoso producirlo, pues se encuentra en la naturaleza en forma de óxido de hierro, con una gran cantidad de impurezas que mejoran algunas de sus características, tales como resistencia, ductilidad, haciéndolo apto para diferentes usos en la industria.

Los materiales ferrosos son principalmente aleaciones de hierro y en carbono que contienen pequeñas cantidades de azufre, fósforo, silicio, manganeso y aluminio. La presencia de manganeso, aumenta la dureza y resistencia pero dificulta la ductilidad, favorece la separación de azufre. El silicio es un agente desoxidante que disminuye la presencia de burbujas en los lingotes vaciados, aumenta la resistencia y el límite elástico sin disminuir la ductilidad.

El azufre es una de las impurezas más perjudiciales, reduce la resistencia, forjabilidad y ductilidad, su contenido debe limitarse a 0.05%.

El aluminio es un desoxidante que facilita el escape de los gases en el acero derretido.

La presencia de fósforo, hace que el acero sea frágil en frío: su contenido debe limitarse a 0.05%.

Algunos materiales ferrosos se alean con otros materiales como níquel, cromo, molibdeno vanadio u otros elementos para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.

Las formas más comunes de los materiales ferrosos son:

- a. Acero.
- b. Hierro fundido.
- c. Hierro forjado.

Por ser de mayor interés nos referiremos al acero.

El acero es una solución sólida de carbono y hierro, como el hierro a temperatura ambiente no retiene en solución más de 1.7% de carbono en peso, este valor es el máximo del contenido de carbono en el acero, sin embargo los aceros comerciales raramente contienen más de 1.2% de carbono.

#### **2.4.3.1. Del acero al carbono.**

De todos los productos de acero, éste es el que se produce en cantidades mayores que cualquier otra aleación ferrosa. Las propiedades del acero al carbono son muy sensibles al contenido de este.

Aunque se encuentren presentes otros elementos de aleación, no se añaden intencionalmente y no afectan las propiedades de manera tan significativa como el carbono. Los aceros de bajo contenido de carbono tienen hasta un 0.25% aproximadamente, de este elemento, son los más dúctiles y blandos, no responden de manera apreciable al calentamiento y al enfriamiento por inmersión y, por lo común, no se endurecen por medio de esos métodos. Las secciones ligeras, incluyendo las barras y los lingotes, se fortalecen con frecuencia por medio de los trabajos en frío. Las aplicaciones típicas del acero debajo contenido de carbono son las piezas de la carrocería, el chasis de los automóviles, que requieren gran ductilidad y facilidad para ser soldadas; asimismo, se usa en grandes cantidades para la producción de recipientes de hojalata, para los miembros estructurales, como las vigas en I y para piezas labradas a máquina. Los aceros de contenido medio de carbono, tienen, aproximadamente, de 0.30 a 0.50% de ese elemento. Ese contenido de carbono es suficiente para permitir la formación de martensita dura y, por lo tanto, esas composiciones se calientan y enfrían por inmersión, con mucha frecuencia, para mejorar sus propiedades. Los aceros de este tipo se utilizan para vías y ruedas de ferrocarril, varillas de conexión, cigüeñales y otras aplicaciones similares. Los aceros de alto contenido de carbono tienen de 0.55. a 0.95% de ese elemento. Son los aceros al carbono más duros, fuertes y menos dúctiles, y los que mejor

responden al tratamiento térmico. Por esa razón no pueden soldarse con facilidad. Casi siempre se utilizan en la condición de enfriamiento y templado, con el fin de que desarrollen su mejor combinación de dureza, resistencia, tenacidad y ductilidad. Se utilizan para herramientas agrícolas de corte, alambre de alta resistencia a la tensión y resortes.

### **2.4.3.2. Composiciones del acero.**

La aleación de hierro - carbono se denomina acero. El contenido de carbono puede variar de 0.02% a 1.7% siendo la gama más común de 0.05% a 1.1 %. Por cada 0.1% de adición de carbono se aumenta la resistencia a la tensión en 1 0000 psi y se reduce el % de elongación en un 5% hasta alcanzar un punto límite de 0.84% llamado Punto Eutectoide arriba de este contenido se aumenta la resistencia y dureza pero se acrecienta la fragilidad. Solo los aceros con su contenido de carbono del 0.4% poseen punto de cedencia bien definido.

El acero puede cambiar sus características de resistencia si se somete a cambios rápidos de temperatura. Para entender el efecto de la temperatura sobre las propiedades del acero, es necesario comprender que el hierro sólido está formado por cristales semejantes a los de azúcar o arena pero fuertemente unidos entre si.

Se tienen tres fases individuales en el hierro puro. Se comienza con el hierro  $\alpha$  (alfa) a 20°C, calentándolo lentamente,  $\alpha$  se transforma en  $\gamma$  (gama) a 910°C a  $\delta$  (delta) a 1.3 93 °C y se funde finalmente a 1,538 °C. Para las fases  $\alpha$  y  $\delta$  se tiene la misma estructura cristalina BCC o cúbica decuerpo centrado. La fase  $\delta$  tiene la estructura cristalina CCC o cúbica de cara centrada, y por lo tantode empaquetamiento más compacto.

Hay una contracción de alrededor el 1% en volumen en la transformación de  $\alpha$  y  $\gamma$  una expansión del 0.5% en volumen en el cambio de  $\gamma \rightarrow \delta$ . A este cambio de forma de los cristales al variar la temperatura se le denomina cambio o transformación alotrópica.

Cuando el hierro gama contiene carbono en solución se le denomina Austenita. El hierro gama puede disolver hasta 1.7% de carbono. Por otra parte el hierro alfa también puede disolver carbono pero en menor cantidad 0.4%. Cuando el hierro alfa tiene carbono en solución se llama Ferrita.

Aplicando lo anterior, si se tiene un acero que contenga 1% de carbono, y si el conjunto está a una temperatura de por ejemplo 1,200°C, la masa estará en estado sólido en forma de austenita, o sea una solución de hierro gama y carbono. Cuando la temperatura disminuye, la austenita comienza a convertirse en ferrita que no es capaz de disolver todo

ese carbono y por lo tanto el exceso de carbono que se va liberando se combina con el hierro formando Cementita. Así se va formando una masa que va a estar constituida por capas de ferrita y cementita, a esta mezcla de ferrita y cementita se le da el nombre de Perlita.

La velocidad de enfriamiento es muy importante en esa transformación y si la velocidad es muy lenta, las capas formadas son anchas, y cuanto más rápida es la velocidad de enfriamiento más finas son las capas, y sin cambiar el contenido de carbono entre más finas sean las capas más resistente es el acero. Sin embargo cuando la velocidad de enfriamiento es muy rápida no hay tiempo para que se forme la perlita y en ese caso se forma un cristal parecido a la ferrita pero con más carbono al que normalmente puede aceptar y con características muy diferentes a las de la ferrita. A ese cristal se le llama Martensita, que es muy duro, tiene alta resistencia pero es sumamente frágil y de muy poca ductilidad.

Esta propiedad alotrópica del acero o sea el poder pasar de una estructura a otra con el cambio de temperatura es muy importante y es aprovechada industrialmente para obtener aceros con diferentes propiedades de resistencia y ductilidad. Esto se logra obligando al acero a hacer la transformación más o menos rápida. Esos cambios de temperatura a que se somete el acero para ganar sus propiedades se denominan Tratamientos Térmicos. Entre mayor es el contenido de carbono mejor será el efecto obtenido con el tratamiento térmico.

### **2.4.3.3. Propiedades de los materiales ferrosos.**

#### **2.4.3.3.1. Elasticidad.**

Es la propiedad de recuperar su estado primitivo al cesar la fuerza que lo deforma. Pero existe una fuerza, límite por encima de la cual no recupera su forma comenzando el período de deformación permanente.

#### **2.4.3.3.2. Ductilidad.**

Es la capacidad de alargarse en sentido longitudinal, convirtiéndose en alambres o hilos, es decir puede alterarse mecánicamente entre límites muy amplios sin romperse.

#### **2.4.3.3.3. Forjabilidad.**

Es la propiedad de variar de forma en estado sólido caliente mediante acciones mecánicas sin pérdida de cohesión.

#### **2.4.3.3.4. Resistencia a la tensión.**

Es la resistencia a la rotura por tracción que tienen los cuerpos debido a la cohesión de sus moléculas, esta propiedad aumenta con tratamientos térmicos adecuados.

#### **2.4.3.3.5. Soldabilidad.**

Consiste en unir los metales por presión hasta formar un trozo único realizándose a altas temperaturas por medio del martillo, soplete, etc.

#### **2.4.3.3.6. Facilidad de corte.**

Es la propiedad de separarse el metal en pedazos por medio de una herramienta adecuada. En la práctica se realiza por medio de sierra y soplete.

#### **2.4.3.4. Clasificación de los aceros.**

La industria y las sociedades de Normas técnicas han clasificado los aceros comunes, basados principalmente en el contenido de carbono. Otros lo hacen basándose en la resistencia o en el tratamiento térmico.

Uno de los sistemas más sencillos consiste en el adoptado por Aceros SAE (Society of Automotive Engineers); y el AISI (American Iron and Steel Institute) que consiste en cuatro dígitos.

Los dos primeros dígitos indican el contenido de aleante (10 para los aceros al carbono) y los dos últimos dígitos dan el contenido de carbono, así un acero 1040 es un acero al carbono con un 0.40% de carbono.

Otra clasificación muy usada es la empleada por el ASTM (American Society of Mechanical Engineers) que usa la misma designación numérica.

Teniendo en cuenta que el carbono es el material que más afecta las propiedades del acero se ha hecho la siguiente clasificación del acero:

- Acero de bajo contenido de carbono: Los que contienen hasta 0.15% de carbono.
- Aceros dulces: Los que contienen entre 0.15 y 0.29% de carbono.
- Acero de medio contenido de carbono: Los que contienen entre 0.30 y 0.59% de carbono.
- Aceros de alto contenido de carbono: Los que tienen entre 0.6 y 1.7% de carbono.
- Cuando el contenido de carbono pasa del 1.7% se dice que es un hierro de fundición.

## **2.4.4. Polímeros.**

La palabra polímero literalmente significa "muchas piezas". Puede considerarse que un material sólido polimérico está formado por muchas partes químicamente enlazadas como unidades enlazadas entre sí para formar un sólido. En este capítulo se estudian algunos aspectos de la estructura, propiedades, procesado y aplicaciones de dos materiales poliméricos importantes para la construcción: plásticos y elastómeros. Los plásticos son un gran y variado grupo de materiales sintéticos que se procesan mediante el moldeo de la forma. Al igual que tenemos muchos tipos de metales, como el aluminio y cobre, tenemos muchos tipos de plásticos, como el polietileno y el nylon. Los plásticos pueden dividirse en dos clases, termoplásticos y termoestables, dependiendo de la estructura química de su enlace. Los elastómeros o cauchos pueden deformarse grandemente de forma elástica cuando se les aplica una fuerza y pueden volver a su forma original (o casi) cuando se elimina la fuerza.

### **2.4.4.1. Termoplásticos.**

Los termoplásticos necesitan calor para hacerlos deformables y después de enfriarse mantienen la forma a la que fueron moldeados. Estos materiales pueden calentarse y volver a moldearlos un buen número de veces sin cambio significativo de sus propiedades. La mayoría de los termoplásticos consisten en cadenas principales muy largas de átomos de carbono enlazados entre sí. Algunas veces también se encuentran enlazados en la cadena principal de forma covalente átomos de nitrógeno, oxígeno o azufre. Puede suceder que átomos o grupos de átomos se enlacen de forma covalente a la cadena principal de átomos. En los termoplásticos las largas cadenas moleculares se enlazan entre sí mediante enlaces secundarios.

### **2.4.4.2. Termoestables.**

Los plásticos termoestables que adquieren una forma permanente y son curados mediante una reacción química, no pueden ser refundidos y remodelados en otra forma, sino que se degradan o descomponen al ser calentados a temperaturas demasiado altas. Por ello, los plásticos termoestables no pueden reciclarse. El término termoestable implica que el calor (en griego calor es therme) es necesario para que el plástico mantenga permanentemente la forma. Hay, sin embargo, muchos plásticos termoestables que fraguan o curan a temperatura ambiente, solamente con una reacción química. La mayoría de los plásticos termoestables consisten en una red covalente de átomos de carbono enlazados entre sí para formar un sólido rígido. Algunas veces el nitrógeno, oxígeno y azufre se enlazan de forma covalente en la red de la estructura reticular del plástico termoestable.

## **2.4.4.3. Clasificación de los materiales poliméricos.**

### **2.4.4.3.1. Según su origen.**

- Naturales: caucho, celulosa, seda, lana
- Derivados: Nitrato de celulosa, Acetato de Celulosa, Caucho vulcanizado.
- Sintéticos: Nylon, Dacron, Polivinil cloruro.
- Proteínicos: Proteínas, ADN.

### **2.4.4.3.2. Según la estructura.**

#### **2.4.4.3.2.1. Polímeros de cadena lineal:**

Las unidades monoméricas se unen mediante enlaces covalentes, sin embargo, moléculas diferentes del material se mantienen juntas mediante fuerzas secundarias más débiles. El polímero puede formarse por crecimiento de uno de sus extremos de la cadena. Éstos sólo tienen dos puntos de reacción o grupos funcionales; este tipo de polímeros es fusible y soluble en solventes adecuados.

#### **2.4.4.3.2.2. Polímeros de cadena ramificada:**

Aquí se emplean unidades de funcionalidad superior a dos y se unen a otras unidades formando la molécula ramificada. Éstos presentan gran dureza y aspecto amorfo; son insolubles y si se calientan se descomponen químicamente.

#### **2.4.4.3.2.3. Polímeros de cadena reticular:**

Tienen sus cadenas unidas en forma de malla.

### **2.4.4.3.3. Según respuesta al calentamiento.**

#### **2.4.4.3.3.1. Termoplásticos:**

Se ablandan con el calor y pueden ser soldados; son solubles en determinados solventes; se forman por cadenas de moléculas largas generalmente no ramificadas. Su uso general se encuentra en la elaboración de plásticos, fibras, elastómeros, recubrimientos y adhesivos.

## **2.4.4.3.3.2. Termoestables (termofijos o termofraguables):**

Se descomponen con el calor; no se funden ni se solubilizan; forman estructuras tridimensionales con entrecruzamiento y sus aplicaciones se encuentran en todos los campos excepto en la formación de fibras.

## **2.4.4.4. Propiedades físicas.**

- **Cristalinidad:** Varía de 0 a 100. Existen tres grados de cristalinidad: No cristalino (poliestireno), parcialmente cristalino y totalmente cristalino (polietileno de alta densidad HDP).
- **Cohesión molecular:** Es la fuerza promedio entre las unidades repetidas de una cadena de polímeros y sus vecinas. Su magnitud se calcula a partir de la densidad de energía cohesiva, los enlaces de hidrógeno son los que más contribuyen a la cohesión molecular y se presentan en polímeros tales como el nylon, la celulosa y las proteínas.
- **Peso:** El peso de los polímeros es función directa del grado de polimerización, es decir, que para un mismo monómero se obtienen polímeros de diferente peso según se hallan polimerizado en menor o mayor grado.

## **2.4.4.5. Propiedades mecánicas.**

- **Elongación:** Es una medida de la deformación que se desarrolla continuamente sobre un material mediante alargamiento a velocidad constante. La resistencia de un material polimérico a la ruptura se determina mediante un ensayo de tracción sobre una muestra de tamaño estándar. La curva mostrada en la Figura N°57 tiene, en general, variaciones de forma, pero responde al comportamiento general, según sean las características específicas del polímero.

- **Tensión:** Definida como la capacidad del polímero para resistir una fuerza de tracción sin romperse.
- **Resistencia a la fatiga:** Propiedad que determina la capacidad del polímero para soportar cargas en forma repetida hasta el momento de la falla.
- **Resistencia al impacto:** Propiedad que determina si un material polimérico es dúctil o frágil.
- **Resistencia al rasgado:** Propiedad que se mide, especialmente, cuando se van a utilizar los polímeros en forma de película.
- **Resistencia a la abrasión:** Es una relación directa de la resistencia de los polímeros al rayado o acción de desgaste por fricción o erosión.

- Dureza: Es una propiedad compuesta que combina los conceptos de resistencia a la penetración, rayado, daño superficial.

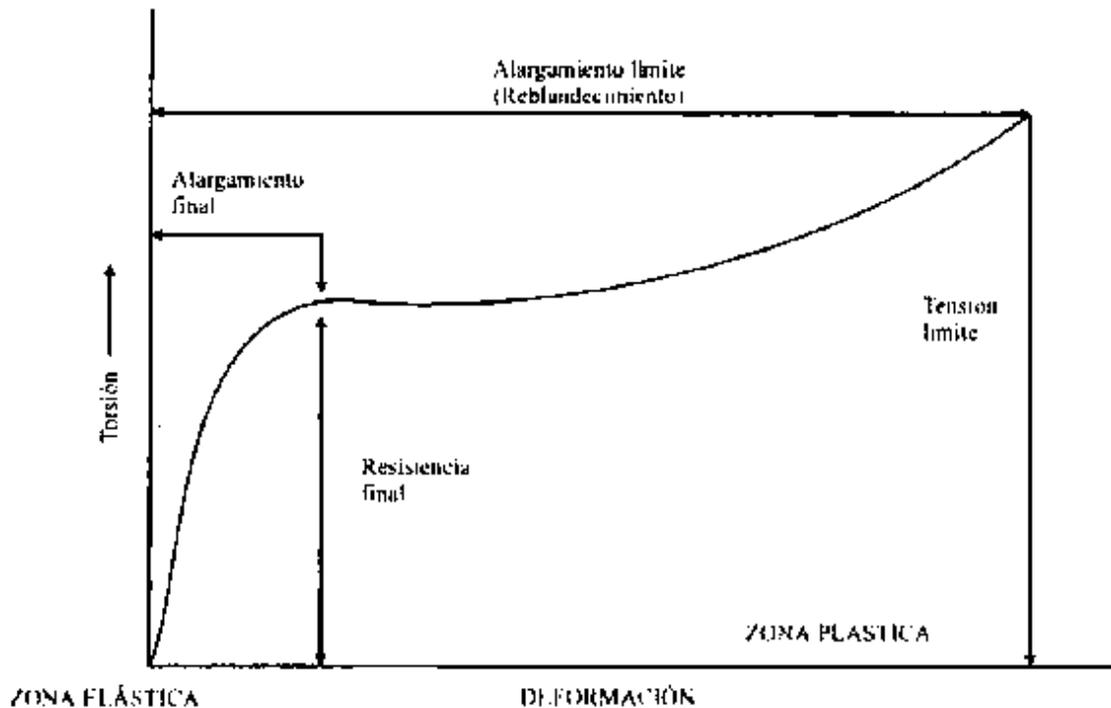


Figura 57. CURVA GENERAL DE TENSIÓN - DEFORMACIÓN PARA PLÁSTICOS, (GUTIÉRREZ DE LÓPEZ, EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES, PAG.222, 2003 ©). Consultada el 23 de septiembre del 2013.

#### 2.4.4.6. Propiedades ópticas.

- Color: Es la sensación subjetiva en el cerebro que resulta de la percepción de aquellos aspectos de la apariencia de los objetos resultante de la descomposición espectral de la luz que alcanza al ojo.
- Brillo: Es la reflectancia geoméricamente selectiva de una superficie causante de su aspecto brillante o lustroso. Depende de la conformación cristalina del polímero.
- Reflectancia: Es la relación de las intensidades entre la luz reflejada y la incidente (Opacidad).
- Transmitancia: Consiste en la relación entre la intensidad de la luz que atraviesa un material y la luz que incide sobre el mismo (transparencia).
- Opalescencia: Es el porcentaje de la luz transmitida que al atravesar la muestra se desvía del haz incidente por una dispersión hacia delante.

- **Transparencia:** Se define como el estado que permite la percepción de los objetos a través o más allá de la muestra. Es función directa de la homogeneidad de los cristales que forman el polímero.
- **Translucidez:** Propiedad de un cuerpo de transmitir una parte y de reflejar otra, de la luz incidente sobre él.
- **Dispersión:** Resultado de la presencia de irregularidades e impurezas en la estructura cristalina del polímero.

#### **2.4.4.7. Propiedades eléctricas.**

- **Constante dieléctrica (Capacidad Aislante):** Es la relación de las capacidades de un condensador de placas paralelas medida con y sin material dieléctrico entre sus placas. En los polímeros, generalmente es muy alta.
- **Resistividad:** Es la resistencia que la mayoría de los polímeros presenta al flujo de la corriente continua. Normalmente es muy alta.
- **Rigidez dieléctrica:** Propiedad de los polímeros por medio de la cual se mide la capacidad de la sustancia de soportar aplicaciones repetidas de corriente hasta alcanzar la falla del material.
- **Resistencia al arco:** Estado en el cual la superficie de un polímero se carboniza y puede conducir la corriente con facilidad.

#### **2.4.4.8. Propiedades químicas.**

- **Resistencia a la solvencia:** Se incrementa rápidamente con el aumento del peso molecular, las porciones insolubles tienden a presentar el fenómeno conocido como "ojo de pescado (se forman burbujas donde el material pierde la resistencia)" en películas y fibras.
- **Permeabilidad al vapor:** Es producto de la solubilidad de los gases o vapores en el polímero y de su coeficiente de difusión. Se mide como la velocidad de transferencia del vapor a través de un espesor unidad del polímero en forma de película, por unidad de área y diferencia de presión a través de la película.
- **Degradación a la intemperie:** Es el comportamiento de los materiales en exposiciones prolongadas a la intemperie.

#### **2.4.4.9. Propiedades térmicas.**

- **Temperatura:** La temperatura de los polímeros es de tres clases:
  - **Transición vítrea (TG):** temperatura a la que un polímero fundido, sometido a enfriamiento se convierte en un sólido vídrioso.

- Transición cristalina (TM): Es la temperatura a la que un polímero fundido pasa a un estado de líquido viscoso o sólido microcristalino.
- Reblandecimiento: Es la temperatura a la que el polímero alcanza un grado de ablandamiento específico.
- Inflamabilidad: La inflamabilidad de los plásticos se define como la velocidad de combustión de una muestra específica.<sup>18</sup>©

## 2.4.5. Compuestos y avanzados.

Se denomina material compuesto a un material que está formado por la combinación de diferentes componentes (multifase) obtenido a partir de la unión (no química) de ellos (por ejemplo, resina + fibras), de tal manera que se consigue un efecto sinérgico en las propiedades finales, obteniéndose materiales con unas propiedades o características específicas superiores a las de los componentes individuales. Además, las fases constituyentes deben ser químicamente distintas y separadas por una intercara. Deben presentar discontinuidad estructural, de tal modo que los componentes sean distinguibles físicamente y separables física (Mecánicamente) o químicamente. Se pueden así diseñar materiales que poseen propiedades que no están disponibles en los materiales monolíticos.

Es el principio de la acción combinada, mediante el cual se consiguen mejores propiedades mediante la combinación de dos o más materiales distintos. Normalmente, se tiene que las propiedades de la matriz se mejoran al incorporar el otro constituyente. En estos materiales se deben considerar las matrices, las cargas y los refuerzos. La matriz es la fase continua que rodea a la otra fase y el refuerzo es la fase discontinua o dispersada. Existe una intercara entre la matriz y el refuerzo, que es el tercer componente del material compuesto. La importancia de la intercara radica en que es la responsable de la interacción refuerzo (fibra)-matriz.<sup>19</sup>

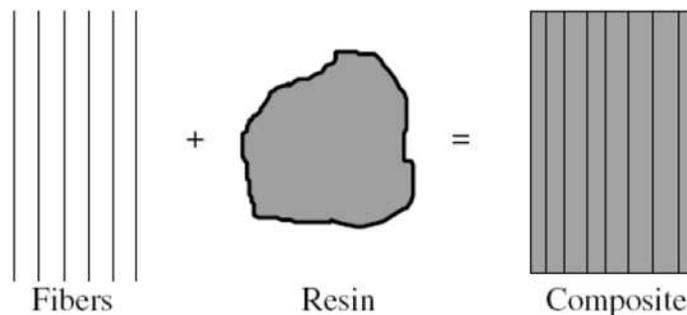


Figura 58. Formación de un material compuesto usando una resina y fibras, (<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/AP.T9.1-MPyC.Tema9.IntroduccionMaterialesCompuestos.Generalidades.pdf>) consultada el 29 de agosto del 2013.

## **2.4.5.1. Morteros.**

El mortero es la mezcla de uno o más aglomerantes junto con agua y arena, pudiéndose añadir también otros componentes o aditivos para mejorar las propiedades, y que sirve como elemento de unión entre materiales, y como revestimientos en enlucidos o enfoscados. Cada tipo de mortero se nombra con el nombre del aglomerante empleado en su elaboración, hablándose de mortero de yeso, decemento, etc., y cuando hay dos aglomerantes se denominan morteros bastardos.

La arena empleada puede ser de grano fino, medio o grueso, y su naturaleza geológica no afectará a la resistencia del mortero, siempre que sean duras y no reacciones con el aglomerante de forma desfavorable, como ocurre con las arcillas, escorias, carbones, limos y materia orgánica, sustancias que sólo se admiten en porcentajes inferiores al 3%. Sin embargo, sí afectará a la resistencia la forma de los granos de arena, produciendo morteros más resistentes las arenas de grano anguloso que las de grano redondeado. Por su parte, el agua ha de ser limpia, sin aceites, ácidos, álcalis o materia orgánica, ya que estas sustancias pueden alterar el fraguado del aglomerante. En la dosificación de los diferentes ingredientes sólo se señala la relación de aglomerante: arena (en volumen), ya que la cantidad de agua varía.

El mortero de yeso admite poca arena, no más de un tercio del volumen de la pasta. La cantidad de agua a añadir varía según el trabajo a realizar, entre un 50% para los trabajos corrientes y un 70% para moldeo. El mortero de cal se prepara en relaciones de 1:2 a 1:4, empleándose generalmente cal grasa para su elaboración. El mortero bastardo de yeso y cal se emplea en enlucidos en proporciones variables según se trate de paredes (1:3:1) o techos (2:3:1). Los morteros de cemento se preparan en relación 1:3 – 1:5, pudiéndose añadir una pequeña cantidad de cal, y puede considerarse una variante de hormigón que carece de grava.

## **2.4.5.2. Hormigones.**

En la actualidad, la mayor parte del cemento que se produce se emplea en la fabricación de hormigón por el gran número de aplicaciones que tiene, empleándose en cimientos, forjados, columnas, etc., etc.

### **2.4.5.2.1. Componentes y propiedades.**

Entre las propiedades del hormigón destacan: su facilidad para construir elementos de cualquier forma; su gran estabilidad química; su gran resistencia a la compresión, aunque poca a la tracción; su resistencia mecánica, que depende de la dosificación de los

componentes y del tamaño de grano de la arena y grava; gran adherencia al hierro, importante para fabricar el hormigón armado y pretensado; y su bajo coste y larga duración.

Los componentes del hormigón son cemento, arena y grava, y agua en diferentes proporciones, según el tipo de hormigón que se desee obtener, es decir, según sus condiciones de dureza, tiempo de fraguado y resistencia a los agentes medioambientales.

El cemento empleado suele ser tipo Portland. La cantidad empleada influye directamente en la impermeabilidad y en la resistencia mecánica, pero aumenta la contracción durante el fraguado provocando grietas. La arena y grava denominadas áridos fino y grueso respectivamente, deben estar limpias, especialmente de sustancias terrosas. Los áridos se distinguen por criterios de tamaño, origen geológico y por su textura superficial. Por último, el agua debe ser limpia y exenta de aceites, ácidos, etc., evitándose el empleo de aguas carbonatadas.

Además de estos componentes, pueden añadirse diferentes aditivos a fin de mejorar o alterar las propiedades del hormigón. Entre estos aditivos tenemos: aceleradores del fraguado como los carbonatos sódicos; aceleradores del endurecimiento como el cloruro sódico; plastificante que fluidifican el hormigón como la cal grasa; aireantes que producen una red de conductos llenos de aire, que evitan la rotura del hormigón al congelarse el agua que haya penetrado, pero que disminuyen su resistencia; impermeabilizantes, colorantes, etc.

La dosificación de los diferentes componentes se especifican en forma de relación entre los volúmenes de cemento, arena y grava utilizados, así, una mezcla 1:2:3 consiste en una parte por volumen de cemento, dos partes de arena y tres partes de grava. Según su aplicación, las proporciones varían a fin de conseguir cambios específicos en sus propiedades, sobre todo en cuanto a resistencia y duración. La cantidad de agua que se añade a estas mezclas varía de 1 a 1,5 veces el volumen de cemento, influyendo en las propiedades finales del hormigón. En general, cuanta más agua se añada a la mezcla, más fácil será trabajarla, pero más débil será el hormigón cuando se endurezca, así, para obtener hormigón de alta resistencia el contenido de agua debe ser bajo, sólo el suficiente para humedecer toda la mezcla.

#### **2.4.5.2.2. Elaboración y puesta en obra.**

Una de las ventajas del hormigón es que puede elaborarse directamente en obra, bien de forma manual si se trata de pequeñas cantidades, o de forma mecánica mediante hormigoneras si se trata de grandes cantidades. También puede elaborarse en plantas de

hormigonado y transportarse posteriormente. En este último caso, debe tenerse en cuenta que el hormigón debe revolverse constantemente para evitar su fraguado, y que el tiempo transcurrido entre su fabricación y puesta en obra no debe sobrepasar 60-90 minutos.

En el amasado de la mezcla, los componentes deben mezclarse de forma minuciosa para obtener una masa homogénea. Si la mezcla está bien hecha, los compuestos del cemento reaccionan y forman una pasta aglutinadora que envuelve cada trozo de grava, que soporta los esfuerzos, y cada partícula de arena, que rellena los huecos. Cuando la pasta se seca y se endurece, todos estos materiales quedan ligados formando una masa sólida. En general, cuando un hormigón está sometido a esfuerzos de tracción, los procesos de rotura se inician en las superficies de unión entre la grava y el cemento. En consecuencia, la presencia de tierra, que impide el adecuado recubrimiento de los áridos, introduce puntos débiles en la estructura. Además, este comportamiento supone que los áridos de aristas vivas den lugar a hormigones de mayor resistencia que los de grano redondeado, al “agarrar” mejor el cemento.

Una vez elaborado el hormigón se debe verter en moldes de la forma que deba adoptar finalmente. Estos moldes son los denominados encofrados, los cuales pueden ser de tabloncillos de madera o de planchas de hierro, y que se retiran cuando el hormigón se ha secado. También pueden utilizarse encofrados deslizantes para formar columnas y los núcleos de los edificios, los cuales se van moviendo hacia arriba, de 15 a 38 cm por hora, mientras se vierte el hormigón y se colocan los refuerzos. Por último, en ciertas aplicaciones, el hormigón puede aplicarse por inyección. Con este método el hormigón se pulveriza a presión con máquinas neumáticas sin necesidad de utilizar encofrados, y se puede aplicar hormigón en lugares donde los métodos convencionales serían difíciles o imposibles de emplear.

Una vez depositado el hormigón en el encofrado, se lleva a cabo la compactación o consolidación del mismo. Esta fase consiste en una serie de operaciones cuyo fin es compactar el hormigón para que éste adquiera la máxima densidad, eliminando el aire que pueda haber en su interior. En obras pequeñas se realiza mediante picado con barras, que consiste en pinchar el hormigón con una barra. En estructuras de poco espesor se puede realizar mediante pisones manuales o neumáticos. Por último, para hormigones secos, a los cuales se les exige mucha resistencia, se realiza mediante vibradores, que se introducen en el hormigón lanzando sacudidas para que se asiente y se rellenen los huecos.

Por último, se realiza el curado que consiste en mantener húmedo el hormigón, durante unos 10 días, ya que en el proceso de fraguado se desprende calor, por las reacciones químicas que tienen lugar. La reacción química entre el cemento y el agua que produce el endurecimiento de la pasta y la compactación de los materiales que se introducen en ella, es rápida al principio pero después es mucho más lenta. Así, la resistencia del hormigón puede pasar de 70 kg./cm<sup>2</sup> al día siguiente del vertido a 316 kg./cm<sup>2</sup> una semana después, 422 kg./cm<sup>2</sup> al mes siguiente, y si hay humedad, el hormigón puede seguir endureciéndose durante años.

### 2.4.5.2.3. Tipos de hormigón.

Los diferentes de hormigón más importantes son:

**Hormigón armado:** Se trata de un hormigón al que se le introducido una armadura de varillas o barras de acero. De esta forma se logra un material resistente tanto a la compresión, aportada por el hormigón, como a la tracción, aportada por la estructura metálica. Para la construcción de elementos con hormigón armado, se introduce la armadura en el interior del encofrado y a continuación se vierte el hormigón. Si se trata de un elemento horizontal como una viga, la armadura metálica se sitúa en la parte inferior del elemento, que es la sometida a tracción al aplicar un esfuerzo de flexión.

**Hormigón pretensado:** Es una variedad de hormigón armado, cuyas barras metálicas han sido tensadas antes de que se produzca el fraguado del hormigón, manteniéndolas tensadas hasta el endurecimiento del hormigón. De este modo, se crea una compresión previa del hormigón, de forma que, además de las características mecánicas del hormigón armado, se logra mejorar sustancialmente la resistencia a la tracción.

**Hormigón ciclópeo:** Es un hormigón en el que se introducen mampuestos o bloques de piedra, empleándose sólo en obras de poca importancia.

**Hormigón de cascotes:** Es el elaborado con restos de ladrillos y hormigones como áridos.

**Hormigón ligero:** Se prepara empleando rocas volcánicas, piedra pómez o grava volcánica, como árido. Su densidad es menor, pero poco resistente aunque es buen aislante térmico.

**Hormigón percolado:** Se elabora colocando primero la grava en la obra, y a continuación se vierte o inyecta el mortero de cemento.<sup>15</sup>

## **2.4.6. Biomateriales.**

Los bioproductos, son el resultado de la aplicación de la biotecnología dentro del ámbito industrial (biotecnología blanca o industrial), dónde, mediante procesos Biológicos, Bioquímicos, Físicos, Térmicos de: Fermentación, Esterificación, Transesterificación, Digestión, Hidrólisis; con la incorporación de enzimas, microorganismos, bacterias, etc., se transforma la biomasa (cultivos de no alimentación, masa forestal, residuos vegetales, etc.) en bioproductos como: bioplásticos, las biopinturas, los biolubricantes, los biomateriales de la construcción, la bioenergía, los biocombustibles, etc.<sup>20</sup>

### **2.4.6.1. La biomasa.**

Es el aprovechamiento de la materia prima de origen forestal, residuos vegetales, subproductos industriales, etc. Como combustible de centrales térmicas de producción de electricidad o como combustibles de sistemas de calefacción (en casas privadas e instalaciones públicas: centros deportivos, universidades, etc.)

Para la producción de este combustible-biomasa, se parte de materia prima de origen forestal, residuos vegetales, subproductos industriales, etc., y con procesos de secado natural y físicos de compactación se producen pellets (combustible granulado) cuyas características dependerán de la aplicación posterior (producción de electricidad, de calefacción y agua caliente, etc.)<sup>21</sup>

### **2.4.6.2. Los biomateriales de la construcción.**

La construcción de viviendas y de edificios públicos, es un sector dónde también puede aprovecharse la biomasa, utilizando los denominados biomateriales para la construcción. Dichos materiales es el resultado del aprovechamiento de las fibras de las plantas como el lino, cáñamo, yute, pita/henequé (sisal), de subproductos del sector forestal y de la madera etc. En la producción de biomateriales.

Estos biomateriales de la construcción además de ser biodegradables, aportan ventajas en sus aplicaciones y son usados como:

- Aislante térmico y acústico de superior capacidad.
- Paredes estructurales más ligeras
- Acabados de superficies, suelos, paredes; cementos.

... y para a un futuro y de la mano de la biotecnología, se habla de los biometales.<sup>22</sup>



Figura 59. Pared de botellas recicladas (Archivo: Bottle-wall.jpg) Consultada el 29 de agosto del 2013.

## **3. Materiales Sustentables Derivados de la Madera.**

### **3.1. INTRODUCCIÓN.**

La madera es una materia prima de origen vegetal que constituye los tallos leñosos (troncos) de árboles y arbustos. Está formada por fibras de celulosa, una sustancia que conforma el esqueleto de los vegetales, y lignina, que le proporciona rigidez y dureza.

La madera contiene sustancias como almidón, taninos, colorantes, alcanfor, resinas, aceites, azúcares..., que se aprovechan industrialmente.

La resina es una sustancia de color pardo o amarillo, líquida y pegajosa, que segregan muchas plantas. Forma una capa que protege a la planta de heridas, cortes y posibles ataques de otros organismos. Para su obtención, se practica un corte en la corteza del árbol, y el líquido que fluye se recoge en pequeños recipientes.

Las propiedades de la madera dependen de muchos factores: tipo de árbol, condiciones ambientales, terreno en el cual ha crecido, edad, naturaleza y composición de la madera.

## 3.1.1. Propiedades físicas.

A continuación, se especifican algunas propiedades generales de la madera.

Propiedades físicas	Características
Dureza	La madera presenta resistencia a la penetración de objetos como tornillos, clavos... o a ser rayada.
Densidad	La madera es menos densa que el agua, por lo que flota. En la mayoría de las maderas, la densidad oscila entre $0,3 \text{ g/cm}^3$ y $0,9 \text{ g/cm}^3$ .
Aislante eléctrico	La madera seca es un buen aislante eléctrico.
Aislante térmico	Es un buen aislante térmico; sin embargo, arde con facilidad.
Conductor acústico	Buen transmisor del sonido. Por ejemplo: a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura, el sonido viaja por el aire a una velocidad de $334 \text{ m/s}$ y por la madera de roble, a $3850 \text{ m/s}$ .
Porosidad	La madera es un material capaz de absorber o desprender líquidos o gases, ya que posee huecos o poros.
Higroscopicidad	Es la capacidad de la madera de absorber o exhalar la humedad, según el medio en el que se encuentre. Los cambios de humedad afectan a la madera: se hincha cuando la humedad aumenta y se contrae cuando disminuye. Esto hace que la madera pueda <b>deformarse</b> .
Resistencia mecánica	Buena resistencia mecánica a los esfuerzos de tracción, compresión y flexión.
Tenacidad	La madera opone resistencia a romperse cuando es golpeada.
Hendibilidad	Es la facilidad de la madera para partirse en el sentido de las fibras o vetas.
Color y avetado	Presenta cualidades estéticas (gran variedad de colores y vetas) que influyen en la elección de trabajos o decoración.

Tabla 3. Propiedades de la madera.

([http://www.oupe.es/es/Secundaria/Tecnologias/proyadarvemotriztecnologiasnacional/Galeria%20documentos/TECNO\\_1\\_interiores.pdf](http://www.oupe.es/es/Secundaria/Tecnologias/proyadarvemotriztecnologiasnacional/Galeria%20documentos/TECNO_1_interiores.pdf)) consultada el 12 de septiembre del 2013.

## 3.1.2. Propiedades ecológicas.

La madera es una materia prima **renovable**. Sin embargo, la rápida deforestación llevada a cabo por el ser humano está causando un grave desequilibrio en nuestro ecosistema, dado que los bosques tardan mucho en regenerarse.

La madera es **biodegradable**, es decir, se descompone de forma natural con el paso del tiempo en sustancias más simples.

La madera se puede **reciclar** para elaborar otros derivados como tableros prefabricados (aglomerados, de fibras y táblex), papel y cartón.

El reciclado de la madera y de sus derivados contribuye de manera considerable a la protección del medio ambiente, pues favorece la conservación de las zonas forestales. Además, se evita con ello el trabajo que implica desde el proceso de obtención de la madera, extracción de los árboles mediante el uso de grandes máquinas, descortezado, tronzado,..., hasta el posterior tratamiento para la obtención de la pasta celulosa en la elaboración del papel.

### 3.1.3. Clasificación de la madera.

Desde el punto de vista técnico, las maderas se suelen clasificar en maderas duras y blandas, según el árbol del que se obtengan.

#### 3.1.3.1. Maderas duras.

Las maderas duras proceden de árboles de hoja caduca. Su crecimiento es muy lento, y desarrollan troncos muy gruesos; contienen poca resina. Presentan una amplia variedad de colores y son compactas y muy resistentes a esfuerzos mecánicos. Las más utilizadas son las siguientes:



Figura 60. Madera Haya y Roble.

([http://www.oupe.es/es/Secundaria/Tecnologias/proyadarvemotriztecnologiasnacional/Galeria%20documentos/TECNO\\_1\\_interiores.pdf](http://www.oupe.es/es/Secundaria/Tecnologias/proyadarvemotriztecnologiasnacional/Galeria%20documentos/TECNO_1_interiores.pdf)) consultada el 12 de septiembre del 2013.



Figura 61. Madera de cerezo y caoba.

([http://www.oupe.es/es/Secundaria/Tecnologias/proyadarvemotriztecnologiasnacional/Galeria%20documentos/TECNO\\_1\\_interiores.pdf](http://www.oupe.es/es/Secundaria/Tecnologias/proyadarvemotriztecnologiasnacional/Galeria%20documentos/TECNO_1_interiores.pdf)) consultada el 12 de septiembre del 2013.

### 3.1.3.2. Maderas blandas.

A diferencia de las anteriores, las maderas **blandas proceden**, en general, de las coníferas, árboles de hojas con forma de aguja. Estos árboles de crecimiento rápido presentan anillos anuales que se distinguen con claridad. Sus maderas son muy resinosas y suelen ser de un color pálido o castaño claro. Son ligeras y fáciles de trabajar, debido a que ofrecen menor resistencia. Algunas de las maderas blandas más utilizadas son las siguientes:<sup>23</sup>



Figura 62. Madera de pino y abeto blanco.

([http://www.oupe.es/es/Secundaria/Tecnologias/proyadarvemotriztecnologiasnacional/Galeria%20documentos/TECNO\\_1\\_interiores.pdf](http://www.oupe.es/es/Secundaria/Tecnologias/proyadarvemotriztecnologiasnacional/Galeria%20documentos/TECNO_1_interiores.pdf)) consultada el 12 de septiembre del 2013.



Figura 63. Madera de abeto rojo y chopo blanco.

([http://www.oupe.es/es/Secundaria/Tecnologias/proyadarvemotriztecnologiasnacional/Galeria%20documentos/TECNO\\_1\\_interiores.pdf](http://www.oupe.es/es/Secundaria/Tecnologias/proyadarvemotriztecnologiasnacional/Galeria%20documentos/TECNO_1_interiores.pdf)) consultada el 12 de septiembre del 2013.

## 3.2. Vigas y pilares compuestos a base de madera.

Los perfiles ligeros de madera en doble T son elementos compuestos, formados por dos alas situadas en los bordes, y un alma intermedia a la cual van encoladas. Se utilizan como elementos estructurales en edificación, su uso está limitado a las clases de servicio 1 y 2 (conforme a ÖNORM EN 1995-1-1, Eurocódigo 5). Las alas son generalmente de madera maciza estructural clasificada (conforme a ÖNORM EN 338, ÖNORM EN 14081), de madera laminada (según según ÖNORM EN 14080) o de madera microlaminada (LVL) (conforme a ÖNORM EN 14374). El alma suele ser de tablero de virutas orientadas (OSB) de tipo OSB/3 u OSB/4 (conforme a ÖNORM EN 300) o tablero de fibras duro (conforme a ÖNORM EN 622-2). Las uniones encoladas entre el alma y las alas o entre alma y alma deben cumplir los requisitos de ÖNORM EN 301 o ÖNORM EN 15425<sup>a</sup>. Estos perfiles pueden ser utilizados como montantes en muros portantes de entramado ligero o como vigas en forjados y cubiertas. Los materiales, dimensiones y propiedades mecánicas del producto dependen del fabricante y son recogidos en el correspondiente Documento de Idoneidad Técnica Europeo (ETA/DITE). El comportamiento a fuego está determinado por los materiales utilizados; la mayoría tienen una reacción al fuego de euroclase D / producción de humo clase s2 / goteo inflamado clase d0. Los perfiles estructurales de sección doble T necesitan acreditar su utilidad mediante un Documento de Idoneidad Técnica Europeo según la Guía DITE 011 "Guía para la Idoneidad Técnica Europea, de vigas y pilares compuestos a base de madera" (ETAG 011) y el correspondiente certificado CE. También deberán cumplir cuanta legislación y reglamentación europea o nacional le sea aplicable.<sup>24</sup>



Figura 64. Perfil de madera en doble T. (<http://www.dataholz.at/cgi-bin/WebObjects/dataholz.woa/wa/baustoff?baustoff=Leichte+Holzbautr%C3%A4ger%2F-st%C3%BCtzen&language=es>) consultada el 7 de septiembre del 2013.

### 3.3. Ladrillo Térmico Ecotec©.

El ladrillo térmico Ecotec© es un desarrollo e innovación tecno-ecológica de procesos de fabricación limpia para el ramo de la construcción, donde se responde favorablemente a la creciente demanda de ahorros de energía, agua y combustibles utilizados para la climatización de espacios habitables, reduciendo costos de mantenimiento y funcionamiento de los mismos, mejorando la calidad de vida de los usuarios, a la vez que se protege y conserva el medio ambiente.

Ecotec© utiliza la filosofía del “Desarrollo Sustentable” y de “procesos de producción limpios” reduciendo, reusando y reciclando biofibras lignocelulosicas cuyas características térmicas, aislantes y acústicas garantizan una alta resistencia térmica.

#### 3.3.1. FACTOR R.

Todos los materiales de aislamiento tienen su propio R. El R es la Resistencia Térmica, representa la capacidad del material de oponerse al flujo del calor, entre mayor es la capacidad de oponerse al flujo de calor mayor será el confort interior de la vivienda y menores serán los gastos de energía, por lo cual estos productos son de mayor eficiencia en comparación a los convencionales.



Figura 65. Comparativo Ladrillo Ecotec© Vs Ladrillos Comerciales. ([http://www.construyesustentable.com/Ecotec\\_Ficha\\_Tecnica.pdf](http://www.construyesustentable.com/Ecotec_Ficha_Tecnica.pdf)) consultada el 8 de septiembre del 2013.

# UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

LADRILLO PUMICITA					LADRILLO ECOTEC						
1- MANO DE OBRA					1- MANO DE OBRA						
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE		
ALBAÑIL	JOR	0.12	\$ 450.00	\$ 54.00	ALBAÑIL	JOR	0.12	\$ 450.00	\$ 54.00		
AYUDANTE	JOR	0.12	\$ 290.00	\$ 34.80	AYUDANTE	JOR	0.12	\$ 290.00	\$ 34.80		
2- MATERIALES					2- MATERIALES						
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE		
MORTERO	M3	0.035	\$ 900.00	\$ 31.50	MORTERO	M3	0.035	\$ 900.00	\$ 31.50		
LADRILLO ROJO	PZA.	63	\$ 1.70	\$ 107.10	LADRILLO ECOTEC	PZA.	51	\$ 1.80	\$ 91.80		
3- EQUIPO					3- MAQUINARIA						
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE		
REVOLVEDORA	DIA	0.04	\$ 250.00	\$ 10.00	REVOLVEDORA	DIA	0.04	\$ 250.00	\$ 10.00		
ANDAMIOS	JGO	0.125	\$ 20.00	\$ 2.50	ANDAMIOS	JGO	0.125	\$ 20.00	\$ 2.50		
PALAS	PZA	0.01	\$ 65.00	\$ 0.65	PALAS	PZA	0.01	\$ 65.00	\$ 0.65		
CARRUCHAS	PZA	0.01	\$ 450.00	\$ 4.50	CARRUCHAS	PZA	0.01	\$ 450.00	\$ 4.50		
				Subtotal No1:	\$ 88.80					Subtotal No1:	\$ 88.80
				Subtotal No2:	\$ 138.60					Subtotal No2:	\$ 123.30
				Subtotal No3:	\$ 17.65					Subtotal No3:	\$ 17.65
TOTAL POR M2:					\$ 245.05	TOTAL POR M2:					\$ 229.75

Tabla 4. Comparativo Ladrillo Ecotec© Vs Ladrillos Comerciales. (<http://www.construyesustentable.com/Ecotec Ficha Tecnica.pdf>) consultada el 8 de septiembre del 2013.

### 3.3.2. Datos técnicos.

Este Ladrillo está hecho a base de **fibra de Celulosa** (desperdicio del proceso de fabricación de papel), **arena, cemento y acerrín** por lo cual **el 20% de la materia prima** de estos ladrillos es **material 100% reciclado**.

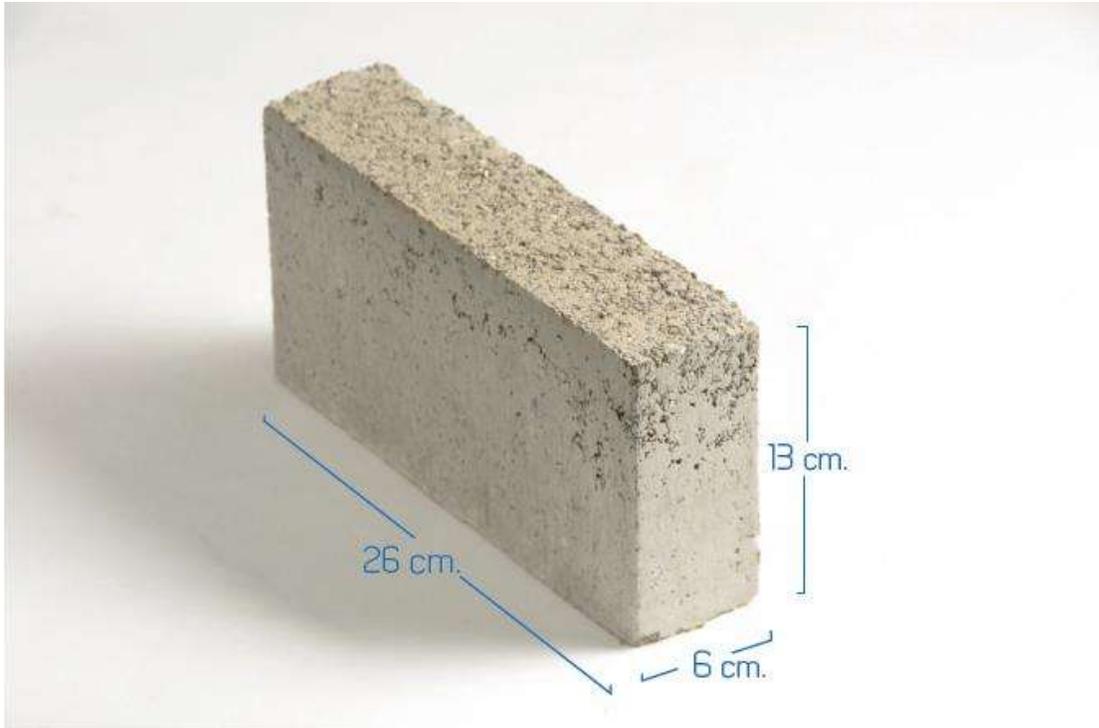


Figura 66. Ladrillo térmico Ecotec©.

[http://www.construyesustentable.com/Ecotec\\_Ficha\\_Tecnica.pdf](http://www.construyesustentable.com/Ecotec_Ficha_Tecnica.pdf)) consultada el 8 de septiembre del 2013.

### 3.3.3. Beneficios.

- Reducción de costos climatización de Energía hasta de un **25%**.
- Método de Construcción **tradicional**.
- **Compatible con cualquier tipo de recubrimiento** exterior o interior, no requiere malla ni alguna especificación para la aplicación de los mismos.
- **Ideal para muros interiores**, ya que es un material que cuenta con una densidad más alta que los materiales convencionales, lo que permite que conserve por más tiempo la temperatura de los aparatos de climatización.

Estos son sólo algunos de los beneficios que **LADRILLO TERMICO ECOTEC©** proporciona, lo que no tienen los demás materiales convencionales de construcción de concreto y Tabique quemado utilizados comúnmente en el mercado.<sup>25</sup>

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso	3.5	Kg
Densidad	1750.00	Kg / m <sup>3</sup>
Resistencia Mecánica	65	Kg / cm <sup>2</sup>
Absorción	33	%
Resistencia Térmica	1.87	Ft <sup>2</sup> oF Hr / Btu
Conductividad Térmica	0.2631	Btu / Ft <sup>2</sup> oF Hr
Retraso Térmico	4.5	Hr.

Tabla 5. Ladrillo térmico características térmicas y mecánicas.

([http://www.construyesustentable.com/ECotec\\_Ficha\\_Tecnica.pdf](http://www.construyesustentable.com/ECotec_Ficha_Tecnica.pdf)) consultada el 8 de septiembre del 2013.

Empresa de Chihuahua, Chih. Méx. ©

### 3.4. Maderas laminadas de gran resistencia y flexibilidad de uso.

Las maderas laminadas no son novedad en la construcción y el equipamiento interior. Pero en este caso sorprenden la flexibilidad en las aplicaciones de la misma. Muy delgadas láminas de pino Oregón son pegadas a presión con pegamentos que presentan baja emisiva de solventes a posteriori del pegado.

El resultado es una sólida masa de madera y pegamento de gran resistencia e inmune a los ataques de insectos, hongos y a los agentes atmosféricos.

Para comprender mejor la importancia de esta tecnología, vale recordar la absoluta preeminencia de las aberturas de madera entre los tipos de aberturas que en la actualidad se ofrecen en el mercado europeo. Esto es una consecuencia de las regulaciones ambientales.

Pero normalmente, la madera aunque provenga de bosques certificados (con certificaciones tipo FSC) sufre a posteriori del proceso de aserrado la acción de preservantes que son altamente tóxicos.

Estos preservantes suelen estar compuestos por sustancias del tipo CCA (cobre-cromo-arsénico) solubles en agua y que tienen una vida activa de más de 25 años. Por lo general, los consumidores de madera aserrada o productos terminados no tienen mucha información al respecto y suponen que por el hecho de adquirir maderas certificadas, esta

certificación se extiende a toda la cadena de custodia hasta el producto terminado y esto no es así. La certificación del tipo FSC termina en el manejo del bosque.



Figura 67. Madera laminada.

([http://www.argsustentable.net/actualidad\\_ecobuildlondres.html](http://www.argsustentable.net/actualidad_ecobuildlondres.html)) consultada el 8 de septiembre del 2013.

Por eso esta técnica del laminado ofrece aspectos muy interesantes. La compenetración de fibras de la madera y pegamento es tal que constituyen un material nuevo, inerte, no atacable por insectos u hongos, sumamente resistente y de buen aspecto.

Se pueden aserrar en el sentido perpendicular a las láminas de madera hasta conseguir placas de no mas de 1 ó 2 cm. de espesor. Por eso se lo puede emplear como pisos, escalones, tapas de muebles, estantes, etc.,

Por el contrario se logran superponer una enorme cantidad de láminas hasta conseguir piezas estructurales de grandes dimensiones. Vale la pena fijar la atención en esta tecnología que seguramente ocupará un lugar importante en las futuras propuestas de productos hechos con madera.<sup>26</sup>

## **3.5. Terminaciones sustentables.**

Existen a disponibilidad infinita cantidad de materiales respetuosos del medio ambiente, con sus respectivos colores y texturas ofrecen una amplia gama dentro de la cual es posible elegir la estética de la obra a construir. Seleccionados desde el comienzo, los distintos componentes finales pueden llegar a configurar completamente a la arquitectura, y hacerlos protagonistas a lo largo de todo el proceso de diseño. Atrás quedaron los edificios sostenibles catalogados por el común de la gente como fríos y sobrios, desde hace años técnicos y profesionales de la construcción vienen perfeccionando e innovando sobre las miles de posibilidades, aplicadas a materiales, en pos de contribuir al equilibrio ecológico.

### **3.5.1. Pisos de madera.**

#### **3.5.1.1. Descripción – Propiedades.**

Los pisos de madera son una buena opción si se quiere ser respetuoso del medio ambiente, siempre y cuando sean certificadas y provengan de bosques administrados de manera sustentable.

Las maderas que provienen de árboles de rápido crecimiento son las más sustentables. El pino, por ejemplo, es más sustentable que el roble. Los bosques en Europa están protegidos por una legislación, es por esto que la madera que de allí proviene es una opción segura. Deberá figurar en todo caso el logo del Concejo de Administración Forestal (FSC) que la certifique.

Los pisos de madera mejoran la calidad de aire interior, ya que no albergan ácaros o moho, perjudiciales para las personas.

## 3.5.1.2. Pisos hechos de diferentes tipos de madera.



Figura 68. Piso de madera recuperada. (<http://www.bibliocad.com/blog/terminaciones-sustentables-pisos>) consultada el 8 de septiembre del 2013.

### 3.5.1.2.1. Pisos de madera recuperada.

La madera recuperada se toma de edificios y estructuras viejas para reutilizarla en diferentes aplicaciones constructivas. La mayoría del material recuperado proviene de viejas fábricas, graneros y depósitos que han sido demolidos. El carácter original de estas maderas tiende a ser significativamente diferente de las especies que se encuentran en los bosques en la actualidad. El vetado denso y apretado es un signo de estabilidad y longevidad del árbol.

### 3.5.1.2.2. Pisos de bambú.

#### 3.5.1.2.2.1. Descripción – Propiedades.

Uno de los productos destacados dentro del mercado de pisos de madera es el bambú. De características y cualidades únicas, posee una serie de ventajas que son importantes destacar a la hora de optar por un material verde.



Figura 69. Piso de bambú. (<http://www.bibliocad.com/blog/terminaciones-sustentables-pisos>) consultada el 8 de septiembre del 2013.

### 3.5.1.2.2.2. Comportamiento sustentable.

**Económico:** el costo de la aplicación del bambú en pisos es bastante razonable y tiene más valor que otros productos que se encuentran en el mercado mucho menos duraderos, haciéndolo un producto de larga vida apto tanto para la vivienda como para oficinas.

**Material verde:** es una hierba de rápido crecimiento, ya que las plantas de bambú requieren de cinco a seis años para alcanzar la maduración. Es por esto que es considerado un recurso renovable y sustentable que puede aplicarse como alternativa responsable a las maderas tradicionales.

**Elegante:** con diversas gamas de colores, los pisos de bambú pueden lograr una imagen casual o formal y toda la variante que exista entre ambas.

**Durable:** fuerte como un arce, y 50% más estable que el roble rojo, y con una buena terminación, es un producto de excelente durabilidad.

**Flexible:** las posibilidades de diseño son infinitas y adaptables las condiciones particulares de instalación de cada proyecto.

**Apariencia única:** posee una textura diferente de las maderas convencionales que lo hacen único y combina muy bien con cualquier diseño.

El bambú crece en grandes volúmenes y predomina en Asia, y es esencialmente uno de los recursos más abundantes y renovables del planeta.

Las cañas de bambú son generalmente cortadas en tiras y luego hervidas para remover azúcares y cualquier tipo de insectos, seguido generalmente por un secado en horno. Las tiras luego son adheridas unas a otras para formar una superficie sólida. Están formadas por tres capas, las cuales le confieren estabilidad adicional y además compensan las propiedades naturales de expansión del bambú. Esto permite que el piso permanezca estable lo suficiente como para ser clavado o pegado.

Algunos fabricantes usan adhesivos que contienen componentes tóxicos, que destruyen completamente las características de material verde. Generalmente los productos de bambú más baratos son sospechosos respecto de esto.

### **3.5.1.2.2.3. Ventajas de los pisos de bambú.**

Lejos de ser propiamente “madera”, el bambú es actualmente uno de los materiales disponibles más resistentes dentro de las maderas tradicionales para revestimiento de pisos.

Tiene una increíble resistencia a la tensión y un índice de fibra muy superior que cualquier madera, lo cual le confiere una durabilidad muy difícil de igualar.

No presenta cambios de contracción y expansión extremos, por lo cual a menudo puede ser colocado en áreas húmedas sin mayores problemas.

El bambú está disponible en una amplia gama de colores, en una línea que va desde los tonos tostados a un caramelo oscuro, logrados mediante el proceso de secado de las tiras de bambú durante el proceso de producción. El cuidado y mantenimiento es relativamente simple. Barrido regular con una escoba de cerdas suaves, limpiando con un trapeador o aspiradora sería suficiente para mantenerlo en buenas condiciones.

Los derrames deben ser trapeados inmediatamente ya que es desaconsejable que el piso de bambú absorba líquido. Cuidado con el uso de aceites, ceras y limpiadores abrasivos en la superficie del piso. Lo mejor es seguir las recomendaciones del fabricante.

### **3.5.1.2.3. Pisos de corcho.**

#### **3.5.1.2.3.1. Descripción – Propiedades.**

El corcho es uno de los materiales naturales únicos, completamente renovable y 100% biodegradable. Es elástico y compresible, por lo cual se siente suave debajo de los pies, mientras que al mismo tiempo es fuerte y durable. Es también impermeable a la

humedad, fuerte y luminoso, con resistencia natural a la degradación y propiedades de resistencia al fuego. Es un material natural con una serie de propiedades únicas que son el resultado de sus membranas flexibles, su estructura de panal y su ligero material de base.

El árbol de corcho es proveniente del Norte de África, España, Portugal, Italia y el sur de Francia.



Figura 70. Piso de corcho. (<http://www.bibliocad.com/blog/terminaciones-sustentables-pisos>) consultada el 8 de septiembre del 2013.

### 3.5.1.2.3.2. Comportamiento sustentable.

**Suave y comfortable:** tiene un maravilloso efecto amortiguador, debido a su extrema elasticidad y compresibilidad. Es suave al tacto, y sometido a presión retoma rápidamente su forma original. Esto lo hace comfortable al caminar.

**Cálido:** la estructura natural del corcho está compuesta por diminutos compartimentos de aire que proveen una capa de aislación en contra de la transferencia de calor. Su baja conductividad térmica lo hace uno de los mejores aislantes en el mundo.

**Durable:** los pisos de corcho tienen una durabilidad superior que otros tipos de revestimiento de pisos. Su elasticidad permite que se recupere satisfactoriamente de la compresión, de modo que funciona bien en áreas de alto tránsito y uso constante.

**Silencioso:** las burbujas de aire atrapadas dentro del panal de la estructura del corcho proveen una fantástica aislación acústica en contra de sonidos o vibraciones. Es por esto que el corcho es también utilizado en los sistemas de pisos flotantes como silenciador y para contribuir a dar a los pisos un sonido más natural. Es una buena elección para

proyectos de edificios de departamentos, donde se necesita aislar sonidos de los ocupantes superiores al caminar.

**Resistencia natural:** el corcho es naturalmente resistente a la degradación gracias a sus propiedades antimicrobiales. Es además resistente al fuego y antiestático y no atrae el polvo, es por esto que es ideal para personas con alergias.

**Resistente al agua:** la humedad no penetra en el corcho porque contiene una sustancia natural que lo hace impermeable. Esto lo convierte en material ideal para áreas en donde el porcentaje de humedad es elevado. Gracias a esta característica puede ser usado en cocinas ya que los derrames no pueden penetrarlo y puede ser simplemente limpiado.

**Fácil mantenimiento:** el corcho es muy fácil de limpiar y es resistente a la suciedad.

**Belleza natural:** el corcho ofrece una belleza natural que transmite una sensación de tranquilidad al mirarlo, en tonos color miel. También se encuentra disponible teñido en otros colores que pueden variar del rojo al verde o negro.

**Material ecológico:** es un recurso completamente renovable, 100% natural y biodegradable.

El corcho es susceptible a la luz solar intensa y la exposición extrema durante un largo período de tiempo acabará por desteñirlo. Es por esto que se desaconseja su uso en habitaciones que reciben luz solar directa durante largo tiempo a lo largo del día. Puede tener un ligero aroma distintivo, pero esto no es considerado una cuestión de preocupación.

Debido a la impermeabilidad del corcho a los líquidos, puede ser instalado con seguridad en habitaciones como baños, pero debe ser secado inmediatamente cuando se produzcan grandes derrames. Es importante asegurarse de enmasillar el perímetro del lugar antes de instalarlo.

Gracias a sus cualidades el corcho se ha convertido en una opción para pisos, y puede aplicarse tanto en escuelas como hospitales, restaurantes, hoteles, comercios y oficinas. En la escala doméstica es aconsejable para todas las habitaciones, y es especialmente bueno para casas en donde viven niños y mascotas.

## 3.5.1.2.4. Pisos de caucho.

### 3.5.1.2.4.1. Descripción – Propiedades.

Las baldosas de caucho están hechas de caucho reciclado o provienen de cosechas sustentables. El caucho es uno de los revestimientos para pisos disponibles y puede ser usado en una enorme cantidad de lugares, tanto interiores como exteriores. Su propiedad antideslizante lo convierte en material ideal para áreas húmedas, superficies propensas a resbalones o exteriores expuestos a clima húmedo. Cuando está mojado provee una excelente adherencia y tiene además propiedades de drenaje cuando se usa en exteriores.

El caucho es antiestático y absorbe los ruidos, convirtiéndose en un fantástico aislante acústico y reductor de vibraciones. Es además resistente al fuego, rayaduras de zapatos y objetos angulosos y permanece como nuevo por muchos años.

Este tipo de piso es fácil de instalar y de limpiar, simplemente usando una escoba, una esponja húmeda, trapeador o aspiradora si está en un interior, o una manguera con agua, barredora de hojas o escoba si está aplicado en un exterior.

La estética industrial del caucho provee una terminación limpia y contemporánea en cualquier espacio y con su suave superficie es bueno para trabajadores que deben permanecer de pie a lo largo de todo el día.



Figura 71. Piso de caucho. (<http://www.bibliocad.com/blog/terminaciones-sustentables-pisos>) consultada el 8 de septiembre del 2013.

## **3.5.1.2.4.2. Comportamiento sustentable.**

El caucho es considerado un material de bajo impacto ambiental. De todas maneras, se debe tener cuidado con el tipo de caucho a elegir, ya que algunas compañías proveen caucho sintético y conformado por aceites crudos, lo cual debe evitarse si se desea optar por un material respetuoso del medio ambiente. Otras compañías ofrecen caucho extraído de árboles, cuidadosamente cosechado, lo cual desde el punto de vista sustentable, es una buena opción.

El caucho reciclado es la mejor opción para revestimiento de pisos, no sólo por el bajo impacto comparado con el sintético o el virgen, sino porque es más barato y durable a la vez. Puede personalizarse según medidas específicas gracias a que es fácil de cortar; puede ser reciclado para reutilizarse nuevamente en otra aplicación, reduciendo problemas de desperdicios generados.

Las baldosas de caucho son fáciles de instalar y pueden aplicarse sobre casi cualquier superficie lisa, como concreto, madera o cualquier cerámico. No se requieren herramientas especiales, ya que encajan perfectamente sin necesidad de adhesivos tóxicos, presionándolas con los dedos o un mazo de caucho. Esto también significa un ahorro de la mano de obra para su colocación y que pueden desensamblarse o reensamblarse en el momento que se desee sin provocar daños en el resto del revestimiento.

Puede aplicarse en una gran cantidad de lugares, como aeropuertos, cafés, restaurantes, gimnasios, clubhouses de golf, escuelas, universidades, centros de información, hospitales, centros médicos, veterinarias, zoos, galerías, prisiones y foyers de edificios públicos.<sup>27</sup>

## **3.6. La guadua: un material natural de características asombrosas.**

La Guadua es una especie de bambú muy conocida y utilizada en la región cafetera de Colombia, en donde históricamente se ha diseminado a partir de bosques nativos muy densos y monovarietales.

Frente a otras especies de bambúes comunes en las regiones tropicales, cuya utilización abarca desde la alimentación (de los brotes) hasta el uso en cestería y muebles livianos, la guadua es una especie con cualidades especiales que la hacen apta para su uso como elemento estructural y de cerramiento en construcciones.

Por eso su explotación y utilización se ha ido incrementando en la última década y actualmente se hacen plantaciones de guadua para uso comercial. Se estima que de un guadal implantado se pueden obtener a partir del sexto año de implantación (que es el período de desarrollo) unos 1300 tallos por hectárea al año y que ello es suficiente para construir 10 viviendas de unos 60m<sup>2</sup> c/u.

A partir de este primer aprovechamiento, a los dos años se podrá hacer una nueva cosecha y luego de otros dos años; otra, y así sucesivamente hasta mas allá de los 20 años desde su implantación. Una verdadera fábrica de materia prima.

Definitivamente hay en la guadua un gran potencial para la solución de muchos problemas en especial el de vivienda y ello sin pasar por alto otras ventajas como la producción de etanol - alcohol - celulosa - fabricación del papel - carbón, usos medicinales, bosques protectores, "sumidero" de carbono, control de erosión, paisajístico y muchos más.

### **3.6.1. Características Técnicas de la guadua como material de construcción.**

Uno de los problemas actuales sobre las características físico-mecánica de la guadua es que la documentación de las investigaciones hechas en los últimos años, no se encuentra homologada; pero para tener un orden de magnitud y dada la seriedad y representatividad de los ensayos realizados por el "Instituto Alemán de Prueba de Materiales de Construcción Civil de Stuttgart" en noviembre de 1999 para el pabellón ZERI de Colombia en Expo Hannover, construido en guadua variedad "macana" procedente de la zona cafetera; se pueden mostrar los resultados advirtiendo que éstos no corresponden a los límites sino a los de diseño:



Figura 72. Casa fabricada con guadua.

([http://www.argsustentable.net/ecoarg\\_guagua.html](http://www.argsustentable.net/ecoarg_guagua.html)) consultada el 8 de septiembre del 2013.



Figura 73. Techo de guadua. ([http://www.argsustentable.net/ecoarg\\_guagua.html](http://www.argsustentable.net/ecoarg_guagua.html)) consultada el 8 de septiembre del 2013.



Figura 74. Techo reforzado con guadua. ([http://www.argsustentable.net/ecoarg\\_guagua.html](http://www.argsustentable.net/ecoarg_guagua.html)) consultada el 8 de septiembre del 2013.

- 1) **Compresión.** Sigma: 18 N/mm<sup>2</sup>, Lamda: 0, Módulo de Elasticidad: 18.400N/mm<sup>2</sup>.
- 2) **Tensión.** Sigma: 4 18 N/mm<sup>2</sup>, Módulo de Elasticidad: 19.000 N/mm<sup>2</sup>.
- 3) **Flexión:** Sigma 18 N/mm<sup>2</sup>, Módulo de Elasticidad: 17.900 N/mm<sup>2</sup>.
- 4) **Cortante:** Tau - sin cemento en el cañuto - 1.1 N/mm<sup>2</sup>.
- 5) **Peso Específico:** 790 Kg/M<sup>3</sup>.

Como comparación, una caña de 12 cm<sup>2</sup> de sección tiene, según estos resultados para la tracción la misma resistencia que 5 cm<sup>2</sup> de acero de construcción.

### 3.6.2. Su empleo en edificios.

Se ha construido con guadua viviendas, pabellones, iglesias, bibliotecas, restaurantes, etc. Su empleo más frecuente es como cubiertas livianas apoyadas en columnas hechas también con manojos de guadua atados y vinculados entre si, empotrados en fundaciones

de hormigón. Salvo el corte que se hace con maquinarias adecuadas, la construcción empleando guadua es totalmente artesanal y requiere mano de obra especializada en su manejo. Mas recientemente, se utiliza la guadua también para hacer estructuras laminadas.

Una aplicación de la guadua muy atractiva por sus posibilidades técnico-expresivas, es el de emplearla para hacer puentes. Las imágenes que se muestran son muy elocuentes en este sentido.

Sin embargo, es quizás su empleo en la vivienda popular en donde puede brindar los mayores servicios, tanto en el aspecto constructivo, como en el social, laboral, cultural, etc.

Es que la guadua es especialmente apta para formar parte de sistemas constructivos integrales, junto a otros materiales naturales.

El Arq. Simón Vélez, que ha realizado construcciones emblemáticas con guadua, nos informa en su tesis: “Símbolo y Búsqueda de lo Primitivo” – Cap. 7:–“Actualidad de la Construcción de Guadua en Colombia” de los sistemas constructivos que mejor se adaptan a las características de este material

Especial potencial tiene la llamada “opción timagua” o “sistema timagua” desarrollado por el ingeniero colombiano Luis Carlos Ríos, quién explica su objetivo en el siguiente escrito: *“Con el objetivo definido en términos de la búsqueda del mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad, teniendo como una de sus estrategias centrales el desarrollo de soluciones de vivienda con tecnologías y metodologías no convencionales, en la búsqueda del cobijo humano, **opción timagua** involucra los materiales del sitio y retoma la tradición con elementos de arquitectura e ingeniería actuales, cumpliendo con normas de sismo-resistencia, mezclando los componentes de una vivienda sanadora: las ofrendas de la naturaleza, tales como suelo, madera, guadua, fibras naturales y agua.”*



Figura 75. Construcción hecha con el sistema timagua. ([http://www.arqsustentable.net/ecoarq\\_guagua.html](http://www.arqsustentable.net/ecoarq_guagua.html)) consultada el 8 de septiembre del 2013.

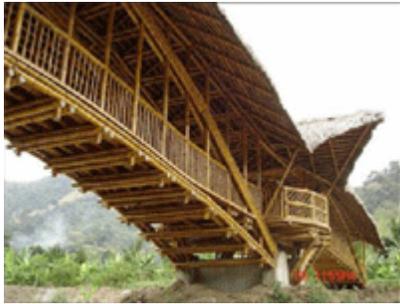


Figura 76. Puente construido con el sistema timagua.  
([http://www.argsustentable.net/ecoarg\\_guagua.html](http://www.argsustentable.net/ecoarg_guagua.html)) consultada el 8 de septiembre del 2013.



Figura 77. Pequeño puente hecho con el sistema timagua.  
([http://www.argsustentable.net/ecoarg\\_guagua.html](http://www.argsustentable.net/ecoarg_guagua.html)) consultada el 8 de septiembre del 2013.

En esta tecnología se unen para la construcción, la guadua, madera, cal, cemento, tierra, fibras y agua. Se levanta la estructura de guadua y los entramados de muros y cubiertas, se continúa con las esterillas que sostendrán al relleno hecho de barro estabilizado con cal y cemento y se termina con tierra, cal, fibras y yeso.

El resultado es una vivienda muy económica, de excelente comportamiento antisísmico debido a su flexibilidad y sumamente apta para autoconstrucción y participación comunitaria. Es de destacar que el clima subtropical reduce los requerimientos termofísicos de la vivienda ya que con un buen sombreado y ventilación adecuada se alcanzan los niveles de confort térmico necesarios.

Otra ventaja de la guadua es que, con mínima protección, puede quedar a la intemperie. Esto la diferencia favorablemente de la madera tradicional empleada en la construcción, para cuya preservación en el tiempo se utilizan productos de un alto nivel de toxicidad (aún en las llamadas maderas certificadas).

Todo indicaría que nos encontramos ante un material natural renovable y ambientalmente favorable, que tiene un enorme potencial para resolver masivamente el

tema de la vivienda popular en extensas áreas de nuestra América, especialmente en el cinturón subtropical desde México al norte hasta Bolivia y Paraguay al sur, con ventajas que no son solo técnicas sino también expresivas, sociales y culturales.<sup>28</sup>

### 3.7. Catedral de Cartón de Shigeru Ban se construye en Nueva Zelanda.



Figura 78. Estructura de la catedral de Nueva Zelanda.

(<http://www.archdaily.mx/206709/catedral-de-carton-de-shigeru-ban-se-construye-en-nueva-zelanda/?lang=MX>) consultada el 9 de septiembre del 2013.

El arquitecto japonés Shigeru Ban, conocido por el diseño de estructuras de bajo costo y que pueden ser levantadas rápidamente en zonas de desastre, sorprende una vez más, ahora en la ciudad de Christchurch, Nueva Zelanda. En Febrero pasado, esta ciudad fue duramente golpeada por un devastador terremoto de magnitud 6.3, matando a más de 200 personas y causando daños irreparables en la legendaria catedral gótica de la ciudad, de 132 años de antigüedad.

Pionero en “arquitectura de emergencia”, Shigeru Ban ha iniciado la construcción de una sustitución única: una estructura simple compuesta de tubos de papel de igual longitud y

contenedores de 6 metros. Los tubos serán revestidos con poliuretano resistente al agua y retardantes de llama que el arquitecto ha venido desarrollando desde 1986.

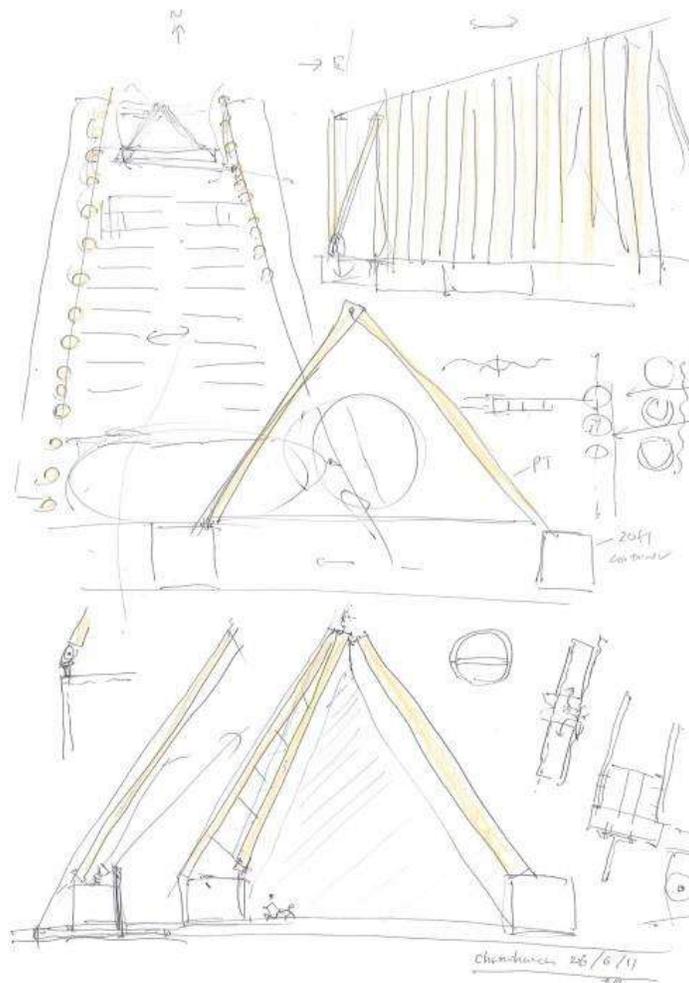


Figura 79. Cortesía de Shigeru BanArchitects. (<http://www.archdaily.mx/206709/catedral-de-carton-de-shigeru-ban-se-construye-en-nueva-zelanda/?lang=MX>) consultada el 9 de septiembre del 2013.

La estructura se apoya en una fundación profunda de hormigón, con ocho contenedores de transporte que se disponen en la parte superior – cuatro en cada lado – para estabilizar los taludes de la catedral. Estos muros, que se unen por encima del altar, se componen de 96 tubos de cartón. Los tubos están reforzados internamente por vigas de madera local laminada. Por último, pequeños espacios entre los tubos permiten que la luz se filtre en el interior, creando un ambiente tranquilo y espacioso.



Figura 80. Cortesía de Shigeru BanArchitects. (<http://www.archdaily.mx/206709/catedral-de-carton-de-shigeru-ban-se-construye-en-nueva-zelanda/?lang=MX>) consultada el 9 de septiembre del 2013.

*“La gente no muere por los terremotos, mueren por el derrumbe de los edificios”, afirma Ban. “Esa es la responsabilidad de los arquitectos, pero los arquitectos no están ahí cuando las personas necesitan algún tipo de estructura temporal porque estamos demasiado ocupados trabajando para los privilegiados. Incluso una estructura temporal puede convertirse en un hogar”.*



Figura 81. Cortesía de ShigeruBanArchitects. (<http://www.archdaily.mx/206709/catedral-de-carton-de-shigeru-ban-se-construye-en-nueva-zelanda/?lang=MX>) consultada el 9 de septiembre del 2013.

Victoria Matthews, obispo de la catedral de Christchurch, no podría estar más de acuerdo con la visión de Ban, teniendo la experiencia de primera mano con el terremoto y sus consecuencias desgarradoras. *“En este momento, lo que [la ciudad de] Christchurch necesita por encima de todo lo demás es algo para celebrar”,* dice ella. *“Ha habido tanta pérdida, tanta tristeza [y] hemos dicho adiós a tantas cosas. Poder levantar esta catedral con rapidez y eficacia, y ser capaces de motivar a la gente, ha sido absolutamente fantástico.”*



Figura 82. Cortesía de Christchurch City Libraries' Flickr.

(<http://www.archdaily.mx/206709/catedral-de-carton-de-shigeru-ban-se-construye-en-nueva-zelanda/?lang=MX>) consultada el 9 de septiembre del 2013.

La Catedral de cartón será la estructura más grande de tubos de papel construida por Shigeru Ban en su carrera; tendrá una capacidad para 700 personas y será utilizada no sólo como lugar de culto, sino también como un espacio de eventos y conciertos. Shigeru Ban planea terminar la Catedral de cartón antes de abril de 2013, mientras trabaja en estructuras similares en Rusia, India, Suiza, entre otras. Las autoridades de la Iglesia ven el diseño como algo temporal, con fecha de vida de 10 años hasta que la catedral original pueda ser restaurada, pero el arquitecto japonés espera que la respuesta entusiasta -ya evidente- de los residentes de Christchurch hará que la nueva catedral sea permanente.

*“Incluso un edificio de cartón puede ser permanente si entusiasma a la gente”,* dijo Ban.<sup>29</sup>

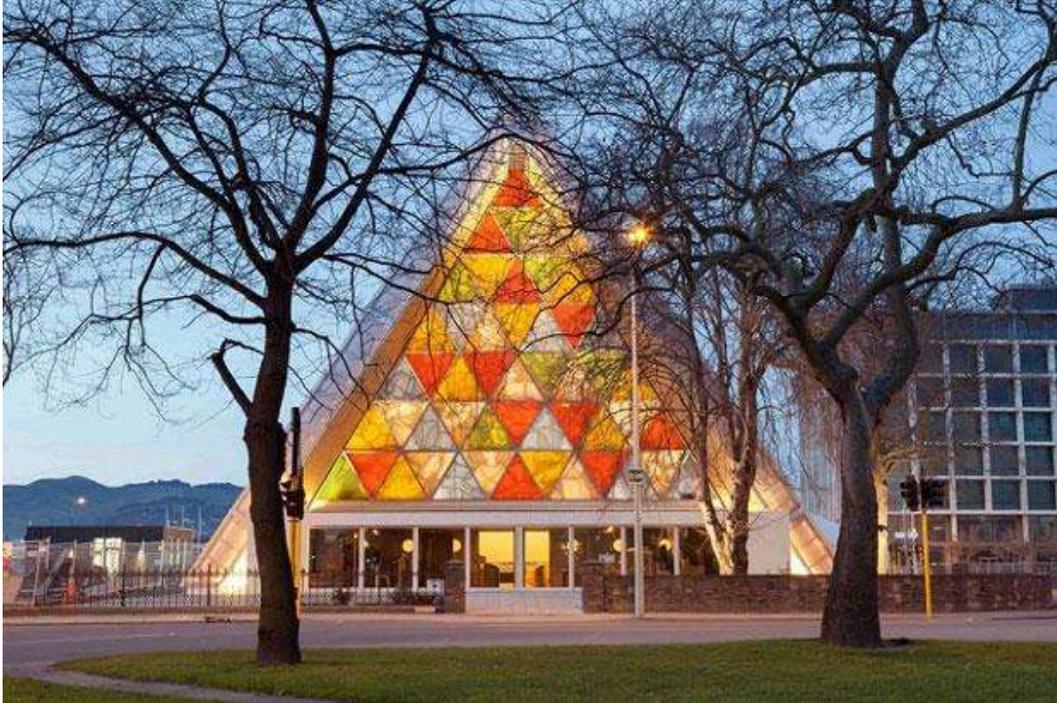


Figura 83. En Nueva Zelanda recientemente se construyó una catedral de cartón reciclado para sustituir la que se destruyó tras un terremoto. Además, 8 contenedores reutilizados le dan fuerza a la estructura. El arquitecto, Shigeru Ban, ha construido otros proyectos similares.

(<http://noticias.arg.com.mx/cgi-bin/page.cgi?page=imagengrande&link=15874&imagen=/15874-11.jpg>) consultada el 9 de septiembre del 2013.

País: Nueva Zelanda.

## 4. Materiales Sustentables Derivados del Vidrio y Cerámica.

### 4.1. Introducción: La contaminación del aire.



Figura 84. Fotografía de Peter Essick. (<http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/contaminacion-aire>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

#### 4.1.1. Gases que son los causantes del efecto invernadero.

La niebla tóxica que flota por encima de las ciudades es la forma de contaminación del aire más común y evidente. No obstante, existen diferentes tipos de contaminación, visibles e invisibles, que contribuyen al calentamiento global. Por lo general, se considera contaminación del aire a cualquier sustancia, introducida en la atmósfera por las personas, que tenga un efecto perjudicial sobre los seres vivos y el medio ambiente.

El dióxido de carbono, un gas de efecto invernadero, es el contaminante que está causando en mayor medida el calentamiento de la Tierra. Si bien todos los seres vivos emiten dióxido de carbono al respirar, éste se considera por lo general contaminante cuando se asocia con coches, aviones, centrales eléctricas y otras actividades humanas que requieren el uso de combustibles fósiles como la gasolina y el gas natural. Durante los últimos 150 años, estas actividades han enviado a la atmósfera una cantidad de dióxido de

carbono suficiente para aumentar los niveles de éste por encima de donde habían estado durante cientos de miles de años.

Existen otros gases de efecto invernadero, como el metano (que proviene de fuentes como ciénagas y gases emitidos por el Ganado) y los clorofluorocarbonos (CFCs), que se utilizaban para refrigerantes y propelentes de los aerosoles hasta que se prohibieron por su efecto perjudicial sobre la capa de ozono de la Tierra.

Otros contaminantes relacionados con el cambio climático son el dióxido de azufre, uno de los componentes de la niebla tóxica. Una de las características principales del dióxido de azufre y de otros productos químicos íntimamente relacionados es que son los causantes de la lluvia ácida. Sin embargo, también reflejan la luz cuando son liberados en la atmósfera, lo que mantiene la luz solar fuera y hace que la Tierra se enfríe. Las erupciones volcánicas pueden arrojar cantidades enormes de dióxido de azufre a la atmósfera, lo que en ocasiones provoca un enfriamiento que dura varios años. De hecho, antes los volcanes eran la fuente principal de dióxido de azufre; hoy en día, han sido sustituidos por los seres humanos.

Los países industrializados han tomado medidas para reducir los niveles de dióxido de azufre, niebla tóxica y humo para mejorar la salud de sus habitantes. Sin embargo, uno de los resultados, no previsto hasta hace poco, es que unos niveles de dióxido de azufre más bajos podrían, de hecho, empeorar el calentamiento global. Del mismo modo que el dióxido de azufre de los volcanes puede enfriar el planeta al bloquear el paso de la luz del sol, la reducción de la cantidad de este compuesto presente en la atmósfera hace que pase más luz solar, lo que calienta la Tierra. Este efecto se magnifica cuando cantidades altas en la atmósfera de otros gases invernadero hacen que se retenga el calor adicional.

La mayor parte de la gente está de acuerdo en que, para luchar contra el calentamiento global, se deben tomar una serie de medidas. A nivel individual, un menor uso de coches y aviones, el reciclaje y la protección del medio ambiente son medidas que reducen la huella de carbono de una persona, es decir, la cantidad de dióxido de carbono liberada a la atmósfera debido a las acciones de cada individuo.

En un nivel más amplio, los gobiernos están tomando medidas para limitar las emisiones de dióxido de carbono y de otros gases de efecto invernadero. Una de ellas es el Protocolo de Kioto, un acuerdo entre países para reducir las emisiones de dióxido de carbono. Otro método es el de gravar las emisiones de carbono o aumentar los impuestos de la gasolina, para que tanto la gente como las empresas tengan más motivos para conservar la energía y contaminar menos.<sup>30</sup>

## 4.1.2. México, 2º país de AL con más muertes por contaminación.

El Clean Air Institute presentó un informe en el que se destaca que México registra 14 mil decesos por año atribuibles a la contaminación del aire ambiental.

Abril 24, 2013.



Figura 85. Altos índices de contaminación en el Valle de México.

(<http://www.animalpolitico.com/2013/04/mexico-2o-pais-de-al-con-mas-muertes-por-contaminacion-oms/#axzz2gPawQXCL>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

**México es el segundo país con mayor número de muertes por contaminación atmosférica de toda América Latina.** Así lo reporta un estudio realizado por el *Clean Air Institute*, en el que se destaca que, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), México registra **15 mil decesos por año atribuibles a la contaminación del aire ambiental**, siendo únicamente superada por **Brasil**, que acumula 23 mil muertes. Argentina ocupa el tercer lugar con algo más de 10 mil decesos relacionados con la contaminación.

En este sentido, el informe *La calidad del aire en América Latina: una visión panorámica* remarca que la ciudad de **Monterrey tiene los niveles más altos en toda América Latina de contaminación por PM10** (Material Particulado, por sus siglas en inglés, que provienen de los gases emitidos por los vehículos y la generación de energía), mientras que el **Distrito Federal y Guadalajara** superan los niveles de polución de ciudades como **Medellín, Bogotá, Montevideo, Sao Paulo, o San Salvador**.

El estudio detalla al respecto que Monterrey tiene una concentración de material particulado (PM<sub>10</sub>) en el aire de **85.9 microgramos por metro cúbico**, cuando el nivel exigido por la **Unión Europea y la OMS** es de 40 y 20 microgramos por metro cúbico, respectivamente. En la ciudad de México la acumulación de estas partículas contaminantes en la atmósfera es de 57.0 microgramos por metro cúbico, y en **Guadalajara es de 70.1**.

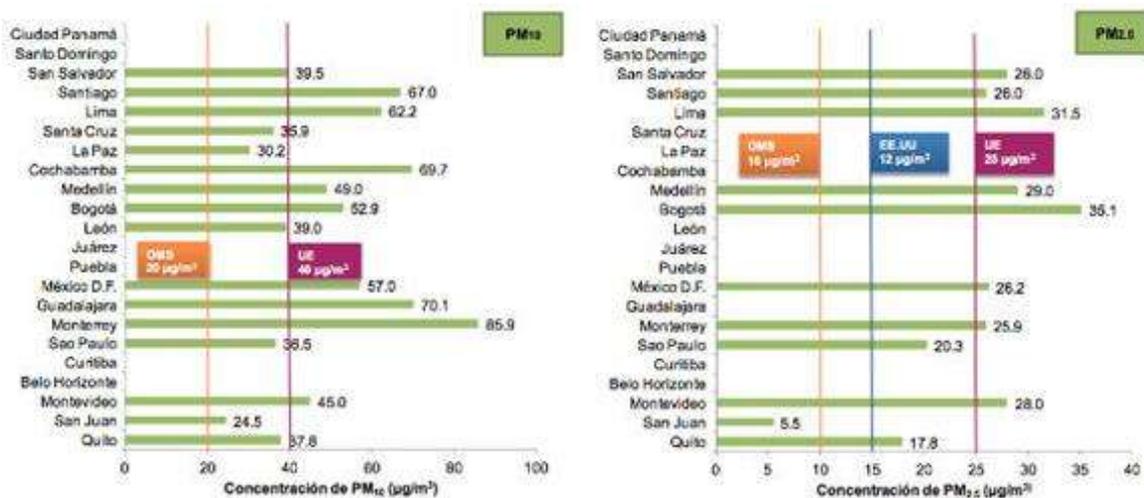


Figura 86. Concentraciones promedio anuales para PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> – 2011. (<http://www.animalpolitico.com/2013/04/mexico-2o-pais-de-al-con-mas-muertes-por-contaminacion-oms/#axzz2gPawQXCL>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

En cuanto a la acumulación de Ozono, **un gas que afecta al sistema respiratorio** incluso en bajos niveles de concentración, el documento revela que la **capital jalisciense alcanzó en el año 2011 el nivel de acumulación más alto de toda América Latina**, con una concentración de 69.3 microgramos por metro cúbico. Le sigue muy de cerca la ciudad de **León con una concentración de 68.9 microgramos por metro cúbico**.

El **Distrito Federal y Monterrey** también se encuentran entre las ciudades que más gases Ozono acumulan en su atmósfera, con 59.4 y 55.2 microgramos por metro cúbico, respectivamente.

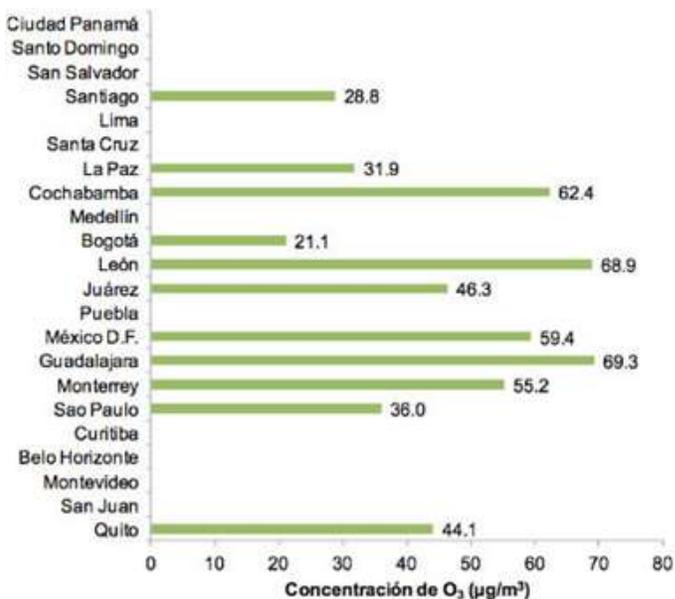


Figura 87. Concentraciones promedio anuales de O<sub>3</sub> – 2011.  
<http://www.animalpolitico.com/2013/04/mexico-2o-pais-de-al-con-mas-muertes-por-contaminacion-oms/#axzz2gPawQXCL> consultada el 30 de septiembre del 2013.

En el apartado correspondiente a las emisiones de **dióxido de nitrógeno**, un gas que en altas concentraciones puede irritar las vías aéreas y potencializar los síntomas de personas que sufren enfermedades pulmonares, tanto **Guadalajara (57.2) como el Distrito Federal (54.2) sobrepasan ampliamente** los 40 microgramos por metro cúbico recomendados por la OMS y la UE. Monterrey, por su parte, registra niveles por debajo de dicha recomendación (**29.0**).

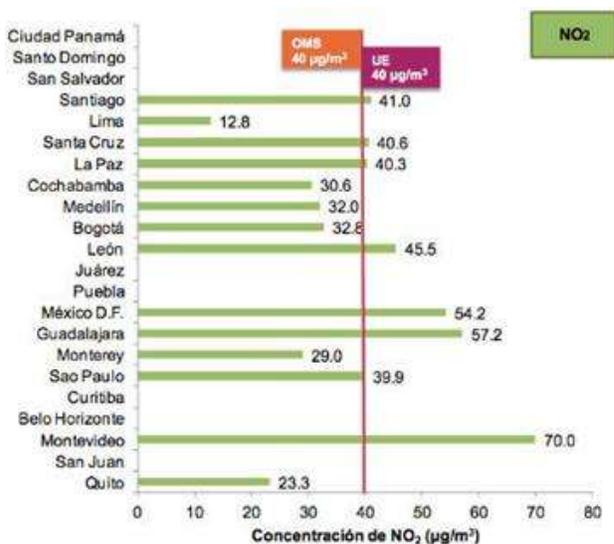


Figura 88. Concentraciones promedio anuales para NO<sub>2</sub> – 2011.  
<http://www.animalpolitico.com/2013/04/mexico-2o-pais-de-al-con-mas-muertes-por-contaminacion-oms/#axzz2gPawQXCL> consultada el 30 de septiembre del 2013.

## 4.1.2.1. No hay personal capacitado para monitoreo de la contaminación.

Durante la presentación del informe, Sergio Sánchez, director del instituto con sede en Washington, y coeditor del estudio junto con Joanne Green, señaló que los países de Latinoamérica, incluido México, deben adoptar un conjunto de estándares de calidad del aire para proteger la salud pública, ya que en la actualidad, dijo, **no hay técnicas estandarizadas de monitoreo, ni de recolección de datos.**

Por su parte, María Amparo Martínez, directora del Centro de Ciencias Atmosféricas de la UNAM, advirtió que un problema en cuanto a la medición de la contaminación en México **es la falta de personal capacitado.**

“Uno de los problemas que tenemos **es la falta de capacidad institucional para abordar el monitoreo** en las diferentes ciudades del territorio”, apuntó.

## 4.1.2.2. Urgen política federal para mejorar calidad del aire.

Tras la publicación del estudio realizado por el *Clean Air Institute*, diversas ONG's emitieron hoy un comunicado conjunto en el que **urgen una política federal para mejorar la calidad del aire** en México.

En ese sentido, las organizaciones sociales recordaron que hasta ahora, **sólo 4 de 10 mexicanos conocen la calidad de aire que respiran** y aun así no hay suficiente claridad acerca de qué hacer con la información, es decir, **no se indica cuáles son las medidas preventivas que deben tomar para proteger su salud.**

Por lo anterior, las organizaciones civiles piden a las secretarías de Salud, Medio Ambiente, Energía y Hacienda, que se armonicen los estándares de calidad del aire **con base en las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS)**, y se mejore el monitoreo para impulsar una mejora en la calidad del aire en México.

El documento está firmado por las organizaciones civiles Bicired-Bicitekas, El Poder del Consumidor, Fundación Tláloc, el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) y la Red por los Derechos de la Infancia en México (REDIM).<sup>31</sup>

## 4.2. FOTOCATÁLISIS Y SU APLICACIÓN A INFRAESTRUCTURAS URBANAS.

La fotocatalisis se puede definir como una reacción de oxidación que se produce cuando la radiación solar activa un catalizador (principio fotocatalítico, usualmente dióxido de titanio o derivado) en presencia de oxígeno. Este proceso propicia la descomposición y eliminación de los contaminantes y evita la acumulación de especies o partículas indeseables en el material. Un factor fundamental es la adsorción de moléculas contaminantes sobre la superficie del catalizador donde tiene lugar la reacción.

Los procesos fotocatalíticos basados en las propiedades del dióxido de titanio han captado un enorme interés desde 1972, cuando este fenómeno fue descubierto. Sin embargo, la aplicación de la oxidación fotocatalítica a los materiales de construcción no se ha producido hasta la última década. No obstante, hoy en día, los materiales fotocatalíticos son aplicados para tratamientos de autolimpieza (*self-cleaning*), anti-vaho (*self-fogging*) y anti-reflejos (*anti-reflecting*) sobre cristal con relativa frecuencia, asimismo, la degradación de contaminantes en ambientes de interior es otra área donde las tecnologías fotocatalíticas pueden resultar muy útiles debido a los prolongados tiempos que pasan las personas del mundo industrializado en ambientes cerrados (oficinas, industrias, centros comerciales, vivienda, etc.).

La actividad fotocatalítica del dióxido de titanio ha sido extensivamente estudiada en aplicaciones de esterilización, desinfección y descontaminación. Estudios previos indican que los materiales de construcción que contienen dióxido de titanio, cuando son expuestos a la radiación solar, pueden oxidar eficientemente los contaminantes adsorbidos sobre su superficie (óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, COVs, formaldehído, emisiones industriales, etc). Especialmente relevantes son los óxidos de nitrógeno (NOx) que representan algunos de los agentes contaminantes del aire más abundantes, directamente relacionado con la formación de smog, generación de ozono y efectos directos sobre la salud humana. Los procesos de oxidación heterogénea fotocatalítica representan una vía prometedora para solventar los problemas causados por los NOx mediante su conversión fotoquímica a nitratos, compuestos solubles que pueden ser arrastrados por el agua de lluvia o riego. Las concentraciones de NOx suelen ser suficientemente bajas para que, incluso con elevados niveles de conversión a nitratos, no represente un problema para el tratamiento del agua en las EDAR (Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales).

Para que estas reacciones de oxidación fotocatalítica sean eficientes son necesarias concentraciones relativamente bajas de dióxido de titanio, recubrimientos fotocatalíticos del orden de 600 nm - 1  $\mu$ m ya demuestran elevada actividad.

Actualmente ya existen algunas compañías que comercializan cementos y otros materiales de construcción fotocatalíticos para su aplicación en fachadas, calles, aceras, cubiertas, etc., existiendo múltiples ejemplos de su aplicación en Europa y Japón.

Por otro lado, se han realizado múltiples estudios intentando aumentar la eficiencia de los catalizadores bajo la radiación visible. En algunos casos se han usado óxidos semiconductores alternativos (óxidos de estaño, de zinc, de tungsteno etc.), dopaje del óxido de titanio con metales (tungsteno, hierro, etc.), dopaje con no metales (carbón, nitrógeno, azufre...) o mezclas de estas soluciones. A pesar de ello, hasta ahora la mayoría de estos esfuerzos no han dado lugar a materiales que mejoren los resultados de los catalizadores basados en dióxido de titanio.

El rendimiento de la fotocatalisis en aplicaciones urbanas puede verse afectado por factores medioambientales como la intensidad de la radiación incidente, humedad relativa, temperatura y viento, pero también depende de otros factores intrínsecos del fotocatalizador cuando está asociado a un soporte a base de cemento, como porosidad, tipo y tamaño de los agregados, método de aplicación, cantidad aplicada y envejecimiento. Asimismo, la adsorción de contaminantes sobre los centros activos de los composites TiO<sub>2</sub>-cemento se ha identificado como el factor determinante de la eficiencia fotocatalítica.

#### **4.2.1. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS FOTOCATALÍTICOS APLICADOS SOBRE INFRAESTRUCTURAS URBANAS.**

##### **4.2.1.1. Pavimentos bituminosos drenantes percolados con lechada fotocatalítica.**

Se trata de una capa de rodadura constituida por una mezcla bituminosa drenante, cuyos huecos se rellenan mediante percolación a partir de una lechada fabricada con cemento y resina, y cuyo objetivo es obtener una superficie de rodadura impermeable, que reduzca las concentraciones de gases contaminantes emitidas por el tráfico, de manera que se mejore la calidad del aire en el entorno de su aplicación.



Figura 89. Proceso de extendido y percolación de lechada fotocatalítica sobre un pavimento drenante, (Faraldos Marisol (ICP-CSIC), Asociación Ibérica de Fotocatálisis (AIF), Bahamonde Ana (ICP-CSIC); Iglesias Ana (ICP-CSIC); Carbajo Jaime (ICP-CSIC); Gianni Rovito (Consultor); Almazán David (Eptisa), CONAMA 2012 Guía Práctica de la Fotocatálisis Aplicada a Infraestructuras Urbanas). Consultada el 26 de septiembre del 2013.

#### 4.2.1.2. Sprays fotocatalíticos para pavimentación de calles y aceras.

Los sprays fotocatalíticos son tratamientos superficiales fotocatalíticos anticontaminación basados en las propiedades del dióxido de titanio. Su aplicación sobre los pavimentos de calles, aceras y carreteras (incluso carriles ciclistas) permite reducir la contaminación atmosférica.



Figura 90. Proceso de pulverización de spray fotocatalítico sobre pavimento existente (Izda.). Detalle de acabado de extendido de spray fotocatalítico en aceras en Milán (Dcha.) (Faraldos Marisol (ICP-CSIC), Asociación Ibérica de Fotocatálisis (AIF), Bahamonde Ana (ICP-CSIC); Iglesias Ana (ICP-CSIC); Carbajo Jaime (ICP-CSIC); Gianni Rovito (Consultor); Almazán David (Eptisa), CONAMA 2012 Guía Práctica de la Fotocatálisis Aplicada a Infraestructuras Urbanas). Consultada el 26 de septiembre del 2013.

## **4.2.1.3. Losas fotocatalíticas para pavimentación de aceras.**

Se trata de un pavimento, normalmente de aceras peatonales, a partir de losas de hormigón descontaminante, de medidas y color a definir, que dota a la superficie exterior de un área ecoeficiente.

## **4.2.1.4. Revestimiento de fachadas con materiales cerámicos fotocatalíticos.**

El revestimiento consiste en un material cerámico porcelánico descontaminante, en forma de placas, dotando al edificio de una envolvente ecoeficiente capaz de reducir los gases

NO<sub>x</sub> y disminuir el HNO<sub>3</sub> (causantes de lluvia ácida) presentes en el aire. Se trata de un revestimiento con capacidad fotocatalítica permanente, que no requiere de suministro de energía o instalación adicional para su permanente función descontaminante.

## **4.2.1.5. Revestimiento de fachadas con mortero fotocatalítico.**

Se trata de un mortero tradicional que incorpora un fotocatalizador, dióxido de titanio, y que se encuentra dentro de la división de los morteros tradicionales.

## **4.2.1.6. Impermeabilización de cubiertas con productos fotocatalíticos.**

Se trata de láminas asfálticas de impermeabilización autoprotegidas con un gránulo formulado con dióxido de titanio (fotocatalizador) en forma de anatasa.

## **4.2.1.7. Pinturas en polvo fotocatalíticas para envolventes metálicas de edificación.**

El revestimiento en polvo fotocatalítico aplicado sobre cualquier envolvente metálica como chapas perforadas, metal expandido, etc, confieren al edificio una envolvente ecoeficiente capaz de adsorber y reducir los gases NO<sub>x</sub> y disminuir el HNO<sub>3</sub> (causantes de lluvia ácida) presentes en el aire. El revestimiento aprovecha la aportación de la luz solar para transformar las concentraciones de gases NO<sub>x</sub> en residuos inertes como nitritos y nitratos.

Su incorporación a la envolvente del edificio lo dota de una capacidad medioambiental activa

País: España.<sup>32</sup>

## **4.3. Eco Adoquín.**

### **4.3.1. LAS EMISIONES DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO<sub>x</sub>).**

Se producen en la combustión a altas temperaturas de combustibles fósiles. Estos óxidos son nocivos para el medio ambiente y tienen efectos negativos en la salud humana. Por ejemplo el ácido nítrico es el principal constituyente de la lluvia ácida. El dióxido de nitrógeno reacciona con la luz solar, lo cual lleva a la formación de ozono y smog en el aire que respiramos. Los niveles bajos de óxidos de nitrógeno en el aire pueden irritar los ojos, la nariz, la garganta, los pulmones, y posiblemente causar tos y una sensación de falta de aliento, cansancio y náusea. La exposición a bajos niveles también puede producir acumulación de líquido en los pulmones 1 ó 2 días después de la exposición. Respirar altos niveles de óxidos de nitrógeno puede rápidamente producir quemaduras, espasmos y dilatación de los tejidos en la garganta y las vías respiratorias superiores, reduciendo la oxigenación de los tejidos del cuerpo, produciendo acumulación de líquido en los pulmones y la muerte.

Empleando prefabricado de hormigón con efecto fotocatalítico se contribuye a la destrucción de los óxidos de nitrógeno entre otros efectos beneficiosos para el medio ambiente que expondremos a continuación.

### **4.3.2. OBTENCIÓN DEL EFECTO FOTOCATALÍTICO.**

El principio de la fotocatalisis se basa en el recubrimiento del sustrato con un semiconductor con el fin de poder ser estimulado por los fotones de luz. Como semiconductor se puede emplear por ejemplo el TiO<sub>2</sub>, en una modificación especial de sus cristales. Cuando la luz solar o la luz artificial UV caiga con una longitud de onda <385nm sobre el sustrato, los cristales nanométricos del TiO<sub>2</sub> comenzarán a reaccionar con la humedad atmosférica. En esta reacción química se libera un radical llamado OH, que dispone de un gran potencial de oxidación. Estos radicales reaccionan con los nocivos NO<sub>x</sub> convirtiéndolos en NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, compuestos estables, no nocivos. En días soleados por medio de la fotocatalisis el aire puede ser limpiado hasta en un 90% de óxidos de nitrógeno, aldehídos, benceno y compuestos aromáticos clorados. Incluso con mal tiempo cuando el sol no brilla y la radiación UV es baja, se pueden eliminar hasta en un 70% de las sustancias contaminantes.

Los compuestos neutralizados se eliminan con el agua de lluvia o simplemente lavando con agua la superficie fotocatalítica. EFECTO AUTOLIMPIEZA Además de reducir los contaminantes gaseosos en el aire, NO<sub>x</sub> y COV (compuestos orgánicos volátiles), el dióxido

de titanio también actúa sobre las sustancias orgánicas y pastosas, líquidas y material orgánico descompuesto. Descompone las películas de aceites y grasas, prácticamente invisibles, que son responsables de la adherencia de los contaminantes sobre las superficies. Bajo la acción de la luz solar y causada por la reacción fotocatalítica inducida se producen los reactivos oxidantes, que transforman los tóxicos NO<sub>x</sub> en NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Es decir, la adición de dióxido de titanio en el hormigón provoca un efecto "repelente de la suciedad" en la superficie del prefabricado de hormigón.

**¡El hormigón se limpia solo!**

#### **4.3.3. DURABILIDAD DEL EFECTO FOTOCATALÍTICO.**

El fotocatalizador envuelve por completo todas las partículas del hormigón pero no es modificado químicamente. No se consume durante la reacción química de la destrucción de los agentes contaminantes y en sí mismo no es alterable, aportando al producto una sustancia con gran poder hidrófugo. La superficie del prefabricado de hormigón queda muy densa siendo así imposible que se lave el fotocatalizador que se encuentra mezclado con el hormigón. Por tanto el efecto fotocatalítico se puede repetir cuantas veces se desee, prolongándose su efecto durante toda la vida del prefabricado en hormigón.

<b>EFECTO</b>	<b>VENTAJA</b>
Evita que se ensucie la superficie	Menos esfuerzo de limpieza – "autolimpieza "
La superficie no se empaña	Buena visión
Deja inactivas las bacterias debido a la oxidación	Desinfección con efecto larga duración, evita la descomposición de los alimentos
Purifica aire en interiores y exterior	Reduce propensión a la alergia por microorganismos y productos químicos
Neutraliza olores "Anti-fouling"	Neutraliza olores con efecto larga duración

Tabla 6. Ventajas de la técnica de fotocatalisis, (<http://prefabricadosjara.com/eco.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

#### **4.3.4. APLICACIONES DE LA FOTOCATALISIS RELEVANTES PARA EL MEDIO AMBIENTE.**

- ✓ **CONTRIBUYE A LA LIMPIEZA DEL AIRE:**
- ✓ destruyendo NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> etc.
- ✓ **CONTRIBUYE A LA LIMPIEZA DEL AGUA:**

- ✓ destruyendo cloruros orgánicos, almigón, etc.
- ✓ **CONTRIBUYE A LA NEUTRALIZACIÓN DE OLORES:**
- ✓ Humo tabaco, basura, amoníaco, aldehídos, etc.
- ✓ **CONTRIBUYE A LA NEUTRALIZACIÓN DE BACTERIAS:**
- ✓ bacterias, hongos, algas, musgo, alergias animales, etc.
- ✓ **EFEECTO AUTOLIMPIEZA:**
- ✓ grasas, suciedad, hollín, huellas dactilares, etc.<sup>33</sup>

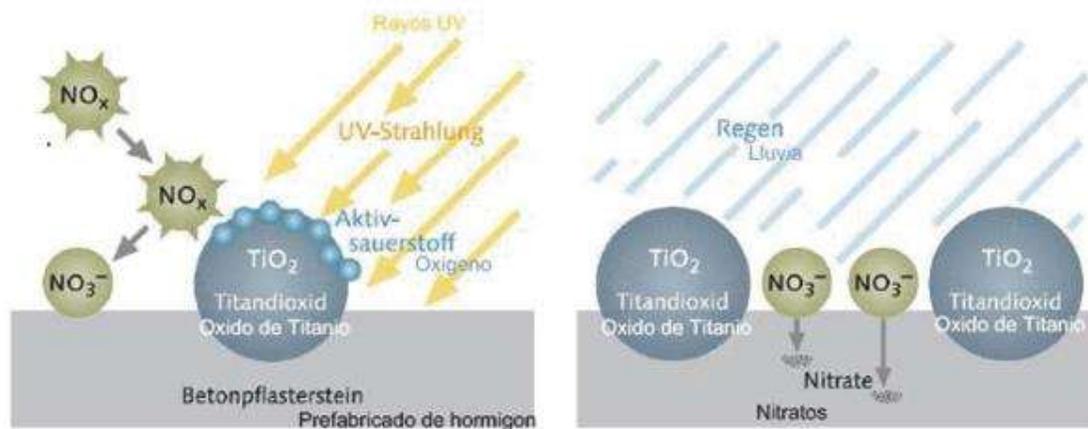


Figura 91. Función del  $TiO_2$ , (<http://prefabricadosjara.com/eco.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.



Figura 92. Tipos de Eco adoquín, (<http://prefabricadosjara.com/productos.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Los adoquines de hormigón de Prefabricados de la Jara, S. L., son piezas prismáticas de alta resistencia final, fabricados bajo una presión extrema y vibraciones de alta frecuencia.

Si muy importantes son las resistencias que se consiguen con estas piezas, no menos importantes es la gama de posibilidades que, para infinidad de pavimentaciones, nos ofrecen los ADOQUINES. Combinando diseños, colores y texturas crean un efecto arquitectónico que sólo la imaginación de técnicos y proyectistas puede limitar.

Para su colocación, no es necesario ningún tipo de aglomerante, entre las piezas se permite un auto bloqueo para obtener una superficie continua, es elástica. Heladas ni otros agentes dañan los adoquines, ni siquiera el aceite que destruye firmes asfálticos puede hacer nada al adoquín. En contraposición a las capas cerradas, los adoquines se pueden quitar y volver a utilizar. Es muy importante porque con más frecuencia de la que deseamos, debemos hacer algo en tubos y cables que están debajo de la tierra. No existen remiendos con el adoquín.<sup>34</sup>



Figura 93. Banqueta adoquinada con adoquín tipo Uni jara.  
(<http://prefabricadosjara.com/unijara.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.



Figura 94. Muestra Tipo picor, (<http://prefabricadosjara.com/picor.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.



Figura 95. Patio adoquinado con tipo rectangular. (<http://prefabricadosjara.com/rectangular.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Empresa: Prefabricados Jara.

#### 4.4. EcoGranic. El pavimento que purifica el aire.

Tras varios años de investigación y ensayos, la compañía pvt desarrolla ecoGranic, un pavimento ecológico fotocatalítico de nueva generación.

**EcoGranic** combate la contaminación mediante la **fotocatálisis**, un proceso de oxidación natural similar a la fotosíntesis de las plantas.

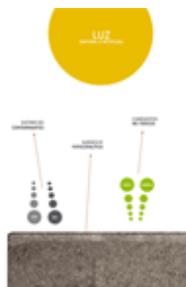


Figura 96. Gráfico del proceso de fotocatalisis, (<http://www.pvt.es/es/ecogranic/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

**EcoGranic** incorpora en su cara superficial un potente catalizador, que se activa en presencia de luz, tanto natural como artificial, y humedad relativa, transformando los gases contaminantes presentes en los núcleos urbanos, en **productos inocuos** para la salud humana y sin impacto alguno en el medio ambiente.

El poder de descontaminación de este pavimento no sufre variación a lo largo de su ciclo de vida, teniendo, por tanto, una **actividad ilimitada**.

Los ensayos realizados por el prestigioso laboratorio holandés de la Universidad de Twente, según norma ISO, y los estudios de campo llevados a cabo en diferentes obras ejecutadas, demuestran una **eficacia descontaminante del pavimento ecoGranic** de hasta un 56% en la degradación de óxidos nitrosos.<sup>35</sup>



Figura 97. Plaza Green Capital, en Vitoria (Álava). (<http://www.pvt.es/es/proyectos/proyecto.php?id=47>), consultada el 26 de septiembre del 2013.

Con motivo del nombramiento de Vitoria (Gasteiz) como capital Verde europea 2013, se van a realizar una serie de actuaciones en honor a este galardón medioambiental, además de seguir con el plan de movilidad que tiene el consistorio.

Ejemplo de ello es la plaza Green Capital, situada entre un cruce de calles y una Glorieta. Este rincón urbano cuenta con una superficie aproximada de 5000 m<sup>2</sup>, dedicando una importante extensión para el jardín, recubierto de plantas de distintas especies.

Por otra parte, para la zona pavimentada, se ha utilizado ecoGranic, un pavimento descontaminante, en dimensiones de 30 x 20 x 10. Esta losa de hormigón se ha colocado sobre una base flexible, (sin solera de hormigón). Esta Forma de colocación es mucho más sostenible, tanto en su ejecución como en su posterior mantenimiento, ya que se ahorra la solera de hormigón y se pueden reutilizar las piezas en posteriores actuaciones. Esta ventaja añadida a la propia capacidad de descontaminación de los gases de ecoGranic® hacen de esta plaza un estandarte de la ecología y la sostenibilidad.

Entre toda su gama, se ha escogido el modelo de árido visto gris de aspecto similar al granito natural. Este además, cuenta con las ventajas medioambientales propias de un pavimento sostenible (capacidad demostrada para descontaminar el aire de Nox y Cov, fabricado con un 30% de material reciclado) a menor precio que el equivalente al de un producto natural.

No es la primera vez que se utiliza ecoGranic en Vitoria, ya que sus calles cuentan con varias actuaciones ejecutadas (Sector diecinueve Arechavaleta, calle Fermín Lasuen y

otras) obteniendo excelentes resultados que hacen de este pavimento una apuesta segura.

EcoGranic es un pavimento que aporta ventajas medioambientales a coste razonable sin perder ninguna característica técnica o estética. Uniendo a estas ventajas su capacidad autoportante para la ejecución sobre base flexible, obtenemos un pavimento altamente innovador para el futuro.<sup>36</sup>



Figura 98. Zerkaldea Kalea, en Segura (Gipuzkoa).  
(<http://www.pvt.es/es/proyectos/proyecto.php?id=46>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

En esta Villa fundada en 1.256 como fortín para asegurar la ruta que comunicaba Castilla con Europa y que probablemente, deba su nombre a esto, también se ha querido asegurar la salud de sus ciudadanos pavimentando una de sus calles principales con ecoGranic®. En esta ocasión se ha utilizado un adoquín en tono semejante a la piedra con la que está construida gran parte de la Villa.

- Estudio: Chavarri y Asociados S.L.P
- Contratista: Excavaciones Iturrioz
- Promotor: Ayuntamiento de Segura

#### **4.4.1. Material utilizado:**

- ecoGranic 20 x 10 x 6,5 Árido Visto Ocre<sup>37</sup>



Figura 99. Plaza Jaizkibel, en Lasarte-Oria.

(<http://www.pvt.es/es/proyectos/proyecto.php?id=40>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

A escasos 8 kms del centro de San Sebastián, el municipio guipuzcoano de Lasarte-Oria se constituyó en 1986 fruto de las reivindicaciones de los dos núcleos urbanos que lo conforman. Su desarrollo económico en los siglos XIX y XX, protagonizado por la instalación en su territorio de grandes compañías industriales, así como su cercanía a la capital, propiciaron una corriente migratoria que atrajo a numerosos trabajadores y perfiló las condiciones sociológicas de la actual población lasarteoritarra. En este contexto urbano, ecoGranic aporta modernidad, elegancia y salubridad a este céntrico entorno de disfrute público recientemente renovado en el barrio de Sasoeta.

Estudio: SCALA Estudio de Arquitectura.

Contratista: Grupo Moyua.

Promotor: Ayto. De Lasarte-Oria.

#### **4.4.2. Material utilizado:**

- ecoGranic 50x33x5 vetado acero
- ecoGranic 20x20x5 vetado mica y blanco<sup>38</sup>

## 4.5. Materiales más poderosos.

Con el aporte de la nanotecnología es posible diseñar materiales nuevos o cambiar las propiedades físicas de aquellos que ya conocemos.



Figura 100. Radiante. Paneles de cemento blanco con nanopartículas que atrapan la suciedad y la descomponen, Iglesia del Jubileo, diseñada por Richard Meier en Roma. ([http://arq.clarin.com/construccion/Materiales-verdes-nanotecnologia\\_0\\_580142201.html](http://arq.clarin.com/construccion/Materiales-verdes-nanotecnologia_0_580142201.html)) consultada el 10 de septiembre del 2013.

La nanotecnología es una ciencia relativamente nueva que, al trabajar en una escala sumamente pequeña, hace posible la manipulación de los materiales a nivel molecular. Gracias al aporte de esta tecnología, es posible diseñar materiales nuevos o cambiar las propiedades físicas de aquellos que ya conocemos.

Para la industria de la construcción, el potencial de esta ciencia es muy interesante, ya que podría corregir defectos de los materiales, prevenir patologías y hasta concebir supermateriales. Propiedades como la fuerza, la superficie, la masa, la conductividad o la elasticidad, pueden ser manipuladas para crear materiales completamente diferentes.

Una nanopartícula es una mil millonésima parte de un metro. Expresado de otro modo, tiene una relación de tamaño equivalente a una pelota de fútbol respecto de la Tierra. Lo

interesante es que, a nivel molecular, los objetos pueden cambiar de color, forma o estado mucho más fácilmente que en una escala macro.

Una de las aplicaciones más tempranas de los nanocompuestos en la construcción son las pinturas y revestimientos autolimpiantes, que combaten el moho y los hongos, según comentó George Elvin, un experto en diseño sustentable que brindó una conferencia en el marco de Buildgreen, una jornada organizada por Argentina Green Building Council.

La Iglesia del Jubileo, diseñada por Richard Meier en Roma, posee una fachada de paneles prefabricados de cemento blanco con nanopartículas de dióxido de titanio fotocatalítico que atrapan la suciedad y luego la descomponen en contacto con la luz solar (foto). También los coches del sistema de subtes de Hong Kong fueron recubiertos en su interior por partículas de dióxido de titanio y plata para combatir la gripe H1N1, ya que matan a la mayoría de bacterias y virus.

Elvin también hizo referencia a las propiedades de auto-regeneración que se pueden inducir en los materiales. Por ejemplo, la incorporación de micro cápsulas de adhesivo en la mezcla de hormigón para reparar fisuras. Al producirse algún tipo de fisura en la masa, la cápsula se rompe y el adhesivo entra en contacto con el aire iniciando un proceso químico de cohesión. De un modo similar, ya se utilizan pinturas anti rayones en los autos de alta gama: “No son tóxicas, no necesitan de calor para regenerarse y se consume menos energía en la terminación de la pintura”, destacó Elvin.

Los aislantes tradicionales también serán superados por los “nanoaislantes”. El nanogel, por ejemplo, puede ofrecer un alto nivel de aislación ya que está estructurado para atrapar aire entre las partículas: “Es el sólido más liviano y etéreo, con un 95% de aire quieto”, destacó Elvin. Y agregó: “Al ser translúcido, se podría hacer una pared tres veces más aislante que una tradicional sin perder iluminación interior”.

Los nanocompuestos utilizados en combinación con acero, hormigón, plástico o vidrio, logran mejorar notablemente las prestaciones de estos materiales. Ya es un hecho el desarrollo de plásticos muy livianos en base a nanos de carbono y se avanza en las investigaciones para alcanzar una resistencia similar al acero. También se ha logrado un efecto electrocrómico en las superficies vidriadas agregando nano tubos de carbono. “Las nano partículas son largas y delgadas por lo que, al cambiar su posición dentro de la masa del vidrio por acción de una corriente eléctrica, puede bloquear el paso de luz y radiación (calor por efecto invernadero).

Si bien estos desarrollos aún tienen un costo altísimo, su viabilidad será posible en poco tiempo. No obstante, el especialista advirtió el desconocimiento, al menor por ahora, de los posibles efectos nocivos de las nanopartículas sobre la salud de las personas. "Los nuevos materiales deberán cumplir con las mismas normas de seguridad respecto a la deposición y toxicidad", concluyó Elvin.<sup>39</sup>

### **4.6. Materiales que absorben los gases de efecto invernadero.**

Para hacer partícipes de las últimas innovaciones en materiales sostenibles aplicables a la vivienda se rescató algunos de los inventos presentados durante el pasado año. Todos ellos tienen un objetivo en común, absorber los gases contaminantes emitidos a la atmósfera.



Figura 101. Ladrillos que absorben el CO<sub>2</sub>.

(<http://www.mimbrea.com/tendencias/materiales-que-absorben-la-contaminacion>)  
consultada el 10 de septiembre del 2013.

Uno de ellos es un ladrillo de fácil fabricación que captura el CO<sub>2</sub> y tiene una resistencia a la tracción 2,5 veces superior a la del hormigón. Este material fue presentado tras los terremotos de 2011 en Japón para ser utilizado en zonas de desastre en las que se requería una rápida rehabilitación de viviendas.

El proceso de fabricación es sencillo, consiste en la colocación de arena con alto contenido en silicio en moldes herméticos. En los moldes se inyecta dióxido de carbono que se combina con el silicio en menos de un minuto creando el ladrillo. Posteriormente se añade epoxi, un aglutinante que le da la consistencia necesaria.

En una línea más cercana a la biomímesis, el investigador Brent Constanz está imitando al coral para fabricar cementos a partir de CO<sub>2</sub> y agua. Imitando los procesos de la naturaleza

no sólo evitan producir CO<sub>2</sub> sino que reducen su presencia en el aire. El proceso es simple: el CO<sub>2</sub> se disuelve en agua de mar produciendo carbonatos que se mezclan con el calcio del agua y solidifican.

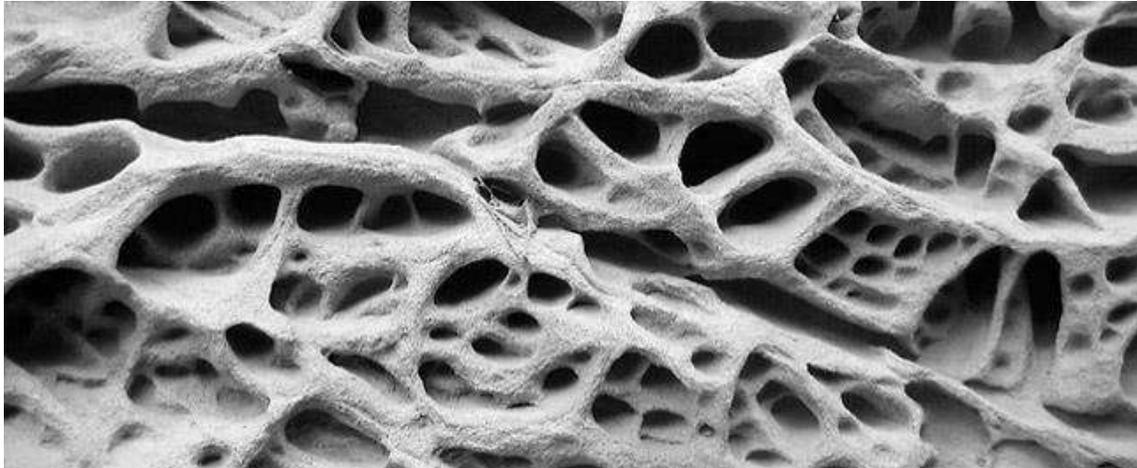


Figura 102. Tafoni, estructuras cavernosas esculpidas por el coral en la piedra arenisca. (<http://www.mimbrea.com/tendencias/materiales-que-absorben-la-contaminacion>) consultada el 10 de septiembre del 2013.

Con este mismo enfoque, y en un entorno más cercano, se ha publicado recientemente una investigación de la universidad de Córdoba en la que se están desarrollando materiales de construcción para frenar la contaminación urbana. Esto se consigue con aditivos fotocatalizadores capaces de degradar las moléculas de los nocivos óxidos de nitrógeno que emitimos a la atmósfera.

Por su parte, investigadores de la Universidad Politécnica de Cataluña han desarrollado un hormigón biológico capaz de hacer crecer organismos pigmentados de forma natural y acelerada. Estos microorganismos absorben el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, reduciéndolo gracias al recubrimiento biológico, además de regular la conductividad térmica hacia el interior de los edificios.

El empleo masivo de estos materiales los convertiría en un importante sumidero de los gases de efecto invernadero. Gracias a la investigación en materia de construcción sostenible podemos obtener nuevos materiales de gran eficiencia para la descontaminación de las atmósferas urbanas.

País: España.<sup>40</sup>

**4.7. Desarrollan un nuevo producto, que aplicado sobre el pavimento de las carreteras, permite reducir la contaminación del aire.**



Figura 103. Pavimento flexible, (<http://www.ingenieros.es/noticias/ver/desarrollan-un-nuevo-producto-que-aplicado-sobre-el-pavimento-de-las-carreteras-permite-reducir-la-contaminacion-del-aire/3662>) consultada el 10 de septiembre del 2013.

Investigadores de la Universidad Politécnica de Valencia y las empresas Serrano Aznar Obras Públicas SL y Talent Ingeniería Instalaciones y Servicios SL. Han desarrollado un nuevo producto que, aplicado sobre las capas de rodadura del pavimento de las carreteras, permite reducir la contaminación del aire. En concreto, ayuda a disminuir la concentración de óxidos de nitrógeno (NOx).

El nuevo producto se llama BITUMENOx. Toma como base o principio activo el OFFNOx®, producto desarrollado y patentado por la multinacional FMC. Según explica Julia Real, investigadora del Instituto de Transporte y Territorio, el OFFNOx® es una solución que, además del fotocatalizador dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), dispone de unas sustancias, llamadas de forma genérica “promotores”, que optimizan y prolongan la actividad purificadora del aire aprovechando propiedades características de dichos aditivos. “Estos componentes no tienen actividad fotocatalítica propia pero sí absorben los productos de la reacción y, debido a su poder auto-regenerante, evitan la desactivación del mismo”, apunta Julia Real.

Para el desarrollo del producto BITUMENOx, los investigadores analizaron multitud de materiales con el objeto de garantizar cuatro objetivos fundamentales: asegurar la adhesión a corto, medio y largo plazo de dicho producto en la capa de rodadura para diferentes tipologías de tráfico, no afectar las condiciones de servicio de los pavimentos

en los que sea colocado, no alterar los componentes que constituyen las mezclas bituminosas y, sobre todo, conseguir una máxima reducción de óxidos de nitrógeno del ambiente.

Hasta el momento, el nuevo producto se ha evaluado a nivel de laboratorio con unos resultados muy positivos. Las primeras pruebas en carretera se están llevando a cabo en la localidad alicantina de Sant Vicent del Raspeig, donde durante las próximas semanas se llevarán a cabo ensayos periódicos para contrastar la capacidad absorbente del producto y la durabilidad de la misma.

“Las pruebas desarrolladas en los laboratorios fueron muy satisfactorias, pero es cierto que sus condiciones ambientales son muy diferentes a las que encontramos en la calle. Estas condiciones juegan un papel fundamental en la eficiencia del producto y son muy variables incluso en un mismo punto geográfico. De ahí que el siguiente paso en nuestra investigación fuera este, instalar el producto en un tramo viario real y analizar su eficiencia y comportamiento”, concluye Julia Real.

El proyecto ha sido cofinanciado por el CDTI órgano adscrito al Ministerio de Economía y de Competitividad.

País: ESPAÑA.<sup>41</sup>

### **4.8. Pinturas fotocatalíticas para purificar el aire.**

Hace poco descubrimos que muchos de los contaminantes habituales en la atmósfera pueden eliminarse gracias a la magia de la fotocatalisis, un descubrimiento que se remonta a 1967. Los productos fotocatalíticos imitan a la naturaleza en el proceso de descontaminación del aire: al igual que la fotosíntesis elimina CO<sub>2</sub> para generar materia orgánica gracias a la luz del sol, la fotocatalisis absorbe otros contaminantes atmosféricos mediante un proceso químico activado por la energía solar.

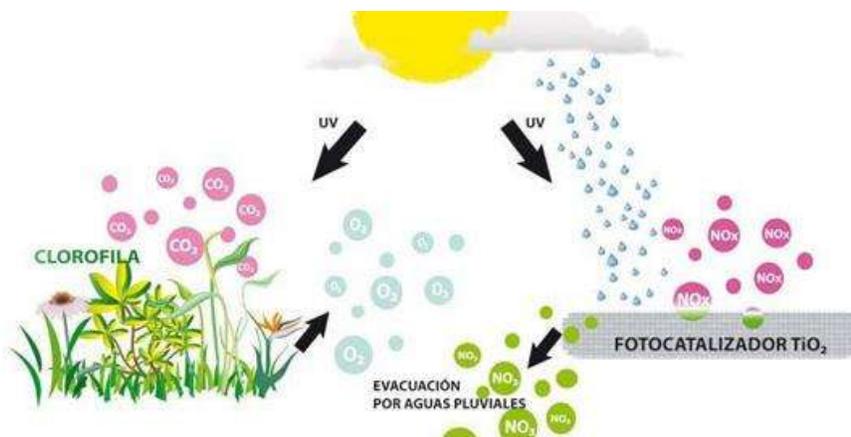


Figura 104. Al igual que la fotosíntesis, gracias a la luz solar, la fotocatalisis elimina algunos contaminantes habituales de la atmósfera. (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/pinturas-fotocataliticas-para-purificar-el-aire>) consultada el 10 de septiembre del 2013.

#### 4.8.1. Obtención:

La fotocatalisis es una reacción fotoquímica que convierte la energía de la luz (natural o artificial) en energía química sobre la superficie de un catalizador: un material semiconductor que acelera la velocidad de reacción. En presencia del aire y de la luz se activa el proceso de oxidación que descompone las sustancias contaminantes que entran en contacto con la superficie fotocatalítica:

1. El contaminante se absorbe en la superficie del material.
2. El contaminante se oxida produciendo un compuesto inerte: los nitratos ( $\text{NO}_3$ ).
3. El compuesto inerte es eliminado de la superficie del material por efecto de la lluvia.

Sustancias que pueden reducirse por la fotocatalisis
<i>Compuestos inorgánicos:</i> $\text{NO}_x$ ; $\text{SO}_x$ ; $\text{CO}$ ; $\text{NH}_3$ ; $\text{CH}_3\text{S}$ ; $\text{H}_2\text{S}$
<i>Compuestos orgánicos clorados:</i> $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ; $\text{CHCl}_3$ ; $\text{CCl}_4$ ; 1,1- $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ ; 1,2- $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ ; 1,1,1- $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$ ; 1,1,2- $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$ ; 1,1,1,2- $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_4$ ; 1,1,2,2- $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$ ; 1,2- $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ ; $\text{C}_2\text{HCl}_3$ ; $\text{C}_2\text{Cl}_4$ ; dioxinas; clorobenceno; clorofenol
<i>Compuestos orgánicos:</i> $\text{CH}_3\text{OH}$ ; $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ; $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; $\text{CH}_4$ ; $\text{C}_3\text{H}_6$ , $\text{C}_3\text{H}_8$ ; $\text{C}_2\text{H}_4$ ; $\text{C}_3\text{H}_6$ ; $\text{C}_6\text{H}_6$ ; fenol; tolueno; etilbenceno; o-xileno; m-xileno; fenantreno
<i>Pesticidas:</i> triadimefon; pirimicarb; asulam; diazinon; MPMC; atrazina
<i>Otros compuestos:</i> bacterias; virus; células cancerígenas, PM

Tabla 7. Sustancias que pueden reducirse por la fotocatalisis. (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/pinturas-fotocataliticas-para-purificar-el-aire>) consultada el 10 de septiembre del 2013.

Por medio de la fotocatalisis se puede eliminar la mayor parte de los contaminantes presentes en las zonas urbanas: óxidos de nitrógeno (NOx), SOx, compuestos orgánicos volátiles (COVs), CO, metil mercaptano, formaldehído, compuestos orgánicos clorados, compuestos poli aromáticos. Los materiales de construcción tratados con un fotocatalizador eliminan sobre todo las partículas NOx, generadas por los vehículos, la industria y la producción de energía.

El fotocatalizador más utilizado es el dióxido de Titanio (TiO<sub>2</sub>) y sus productos derivados.

### 4.8.2. Ventajas:

Los recubrimientos fotocatalíticos representan un paso adelante en las tecnologías medioambientales y de la salud:

- No solo son productos limpios sino que además limpian los ambientes contaminados.
- Destruyen la suciedad y evitan el crecimiento de microorganismos.
- Además de favorecer al Medio Ambiente, presenta enormes beneficios para la salud de los usuarios.
- Una vez aplicado, su efecto es permanente.
- Ahorra costes de mantenimiento ya que las superficies fotocatalíticas se mantienen limpias muchos años.

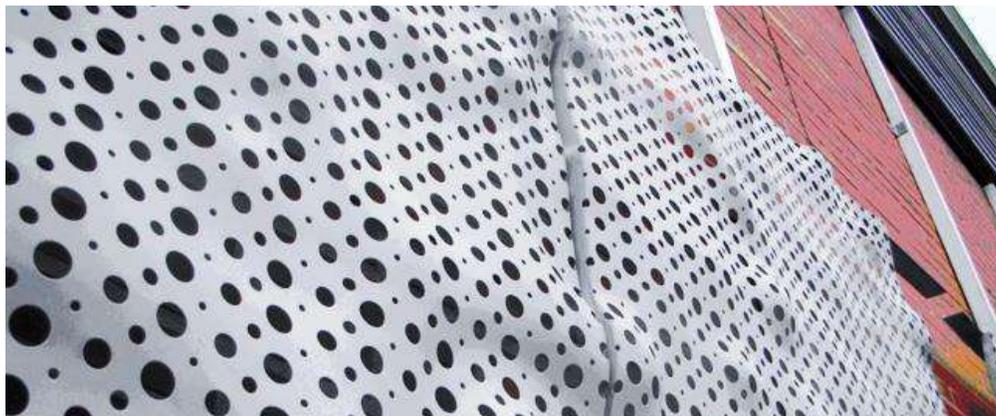


Figura 105. Envoltente arquitectónico metálica recubierta con pinturas fotocatalíticas. (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/pinturas-fotocataliticas-para-purificar-el-aire>) consultada el 10 de septiembre del 2013.

### 4.8.3. Propiedades:

Las pinturas fotocatalíticas son productos diseñados y desarrollados utilizando los últimos avances en nanotecnología.

Se trata de revestimientos completamente atóxicos que, comparados con los revestimientos tradicionales, tienen unas excelentes propiedades a la hora de:

- Eliminar la contaminación en el exterior e interior de los edificios.
- Eliminar los COVs procedentes de productos para el hogar, disolventes, fungicidas y combustión.
- Prevenir la aparición de moho o musgo.
- Evitar la suciedad en las paredes.
- Actuar como desinfectante y desodorante de las habitaciones y locales.
- Esterilizar destruyendo las bacterias presentes en el aire.
- Evitar la propagación de infecciones respiratorias.

Cuando el aire de una vivienda está contaminado, sus habitantes se pueden ver afectados por enfermedades respiratorias y otros problemas de salud. Por eso la aplicación en el hogar de pinturas fotocatalíticas autolimpiantes y antibacterias es una innovación de gran utilidad.

Muestra	Humedad relativa (%)			
	5%	25%	50%	75%
Concentración Nox entrada (ppm)	1,013	0,99	0,98	1,00
Concentración Nox salida (ppm)	0,359	0,332	0,335	0,336
Eliminación Nox (%)	65,4%	65,8%	64,5%	66,4%
Eliminación Nox (ppm)	0,61	0,62	0,61	0,62
Eliminación Nox (mg/h m2)*	2,46	2,47	2,42	2,50

\* Caudal de aire de entrada de 1 L/min.

Tabla 8. Ensayos realizados siguiendo una adaptación a la norma ISO 22197-1:2007 en la Fundación Cartiff, observándose la constante actividad del recubrimiento expuesto a diferentes humedades relativas. (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/pinturas-fotocataliticas-para-purificar-el-aire>) consultada el 10 de septiembre del 2013.

#### 4.8.4. Resultados:

Los ensayos indicados en la tabla se han realizado siguiendo una adaptación a la norma ISO 22197-1:2007 en la Fundación Cartiff, observándose la constante actividad del recubrimiento expuesto a diferentes humedades relativas. Aunque en el ejemplo se muestran resultados del 66% de eliminación, en algunas pinturas fotocatalíticas se ha llegado a la eliminación del 91% de los contaminantes medidos, con referencia al aire contaminado de una ciudad que supera los límites legales de polución. Tal como nos introduce el investigador Julián Blanco Gálvez en [su artículo](#):

*“Hoy por hoy, es una de las aplicaciones fotoquímicas que más interés ha despertado entre la comunidad científica internacional. (...) La posibilidad de la utilización de la radiación solar como fuente primaria de energía, le otorga un importante y significativo valor medioambiental. El proceso constituye un claro ejemplo de tecnología sostenible.”*



Figura 106. Diferencias un mes después de aplicar un recubrimiento fotocatalítico en base agua en el interior de un túnel. (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/pinturas-fotocataliticas-para-purificar-el-aire>) consultada el 10 de septiembre del 2013.

#### 4.8.5. Aplicaciones:

El campo de aplicación de los recubrimientos fotocatalíticos es muy amplio y podemos aplicarlos en nuestra propia casa:

- Envoltentes arquitectónicas metálicas.
- Puertas y pomos.
- Componentes electrónicos y aislantes eléctricos.
- Perfilería de aluminio.
- Mobiliario y recubrimientos deslizantes.
- Mobiliario urbano y de colectividades.

Estamos hablando, en definitiva, de pinturas autolimpiantes que absorben los NOx del ambiente, transformándolos en nitratos inocuos que son arrastrados por la lluvia. Además de tener aplicación en los sectores anteriormente enunciados, este recubrimiento se puede aplicar en cerámica decorativa y en ladrillos cerámicos para fachadas de cara vista.

País: España.<sup>42</sup>

#### 4.9. Diez razones que hacen de la baldosa de cerámica un material muy sostenible.



Figura 107. Baldosa cerámica (<http://www.vidamasverde.com/2013/diez-razones-que-hacen-de-la-baldosa-de-ceramica-un-material-muy-sostenible/>) consultada el 10 de septiembre del 2013.

Además de estética, la baldosa de cerámica tiene todas las cualidades para recibir el calificativo de sostenible, pues son muchos los aportes al medio ambiente que este material ofrece a quienes lo utilizan en la industria de la construcción. Debido a sus propiedades intrínsecas, la baldosa de cerámica es un material de revestimiento idóneo para contribuir al desarrollo de soluciones sostenibles y eficientes energéticamente. A continuación describimos diez de las múltiples cualidades de este material que lo convierten en una opción obligatoria a la hora de pensar en la sostenibilidad en la construcción:



Figura 108. Cerámica capaz de absorber CO<sub>2</sub>, (<http://www.vidamasverde.com/2013/diez-razones-que-hacen-de-la-baldosa-de-ceramica-un-material-muy-sostenible/>) consultada el 10 de septiembre del 2013.

1. Ya existe cerámica capaz de absorber CO<sub>2</sub>. Un metro cuadrado de esta superficie puede llegar a descontaminar hasta 250 microgramos/hora de los perjudiciales óxidos de nitrógeno (NOx) y retirar hasta el 74% de ácido nítrico (responsable de la lluvia ácida) del aire de nuestras ciudades.

2. La continúa disminución del grosor de las baldosas cerámicas actualmente, ha permitido una reducción del 50% en el consumo de materias primas, un menor consumo de energía en su fabricación, y con ello menos emisiones de CO<sub>2</sub> y menor generación de residuos en el caso de destrucción.

3. Ya se comercializan baldosas cerámicas de colocación en seco, las cuales se ensamblan entre sí sin necesidad de utilizar cemento ni otros materiales de adhesión. Por ello su instalación no genera residuos ni escombros, y además pueden ser reutilizadas de nuevo en cualquier otra estancia

4. La cerámica es uno de los materiales más resistentes a los desafíos ambientales, ya que es inerte y no le afecta la exposición al agua, al fuego e incluso a las radiaciones ultravioletas. Por tanto, un producto duradero implica un menor impacto energético y ambiental.

5. Es uno de los materiales de construcción más versátiles. Es aplicable tanto en superficies verticales como horizontales, planas o curvas, interiores o exteriores, y en zonas secas o húmedas.

6. Se puede utilizar a la medida en relación con el tamaño y forma requeridos y se adapta a las necesidades técnicas del edificio y su eficiencia energética: con superficies reflectantes para iluminar zonas en sombra donde sea necesario o, en el caso contrario, con materiales y colores que absorban las radiaciones directas para regular de forma natural la temperatura de espacios y estancias.

7. La cerámica requiere poco mantenimiento tanto en su conservación como en su limpieza, la cual se realiza bajo procesos y materiales de bajo costo e impacto ecológico.



Figura 109. Imagen de cerámica, (<http://www.vidamasverde.com/2013/diez-razones-que-hacen-de-la-baldosa-de-ceramica-un-material-muy-sostenible/>) consultada el 10 de septiembre del 2013.

8. Es un material que no transmite olores o bacterias. Tampoco es fuente de ningún tipo de emisiones contaminantes a la atmósfera por lo que contribuyen a mejorar la calidad del aire en los interiores. Esta misma propiedad, hace que sea un material idóneo para su posterior uso o reciclado.

9. No pierde su color o intensidad por su exposición a los rayos solares. Esta propiedad junto a su resistencia y durabilidad garantiza su inalterabilidad a lo largo del tiempo. Su ciclo de vida es por lo tanto mucho más extenso que el de otros materiales de recubrimiento.

10. Gracias a las nuevas superficies de cerámica auto limpiables se contribuye a reducir notablemente el consumo de agua y detergentes. Esto gracias a nano partículas que confieren a la baldosa un efecto foto catalítico, es decir, que reacciona con la radiación ultravioleta del Sol, produciéndose una oxidación que destruye la materia orgánica en contacto con la superficie.<sup>43</sup>

### **4.10. Ladrillo Cara Vista.**

El ladrillo cara vista destaca por ofrecer una excepcional belleza estética, lo que permite levantar cerramientos exteriores junto a una serie de prestaciones técnicas, que garantizan el cumplimiento de todos los requisitos de calidad: resistencia al agua, absorción, compresión, etc. Está disponible en cuatro modalidades –tradicional, clinker, esmaltado y gres- todas ellas fabricadas con material ecológico y sostenible y, por lo tanto, respetuoso con el medio ambiente.

Desde el punto de vista estético el ladrillo cara vista presenta muchas ventajas. El acabado es muy agradable y versátil, y puede presentarse en multitud de colores, texturas y estilos. Desde un acabado rojo clásico hasta un color fuerte y brillante, pasando por acabados rústicos o de tendencias vanguardistas. Por otra parte, el coste del material es muy ajustado y de los más competitivos del sector. Eso facilita que el producto pueda ser utilizado en cualquier estilo arquitectónico, aún en los de presupuestos más exigentes. Además, una vez puesto en obra tiene un mantenimiento nulo. Tan sólo en aquellos lugares de alta contaminación puede ser recomendable un lavado cuando, una vez transcurridos muchos años, la suciedad haya cubierto la fachada.

Por último, el ladrillo cara vista posee una durabilidad portentosa. Hay piezas cerámicas que duran siglos. La variedad actual de ladrillos cara vista salvaguarda la durabilidad del material aún en las condiciones ambientales más duras, haciendo del cerramiento cara vista una protección garantizada contra los agentes medioambientales.

## **4.10.1. Novedades del sector.**

Aparte de las novedades cromáticas que los fabricantes presentan de forma habitual, recientemente se ha presentado el ladrillo cara vista ventilado. Es un ladrillo que dispone de unas perforaciones en su parte exterior que no quedan cubiertas de mortero. Esto da lugar a que, cuando el tiempo es caluroso y el sol irradia sobre la fachada, se produce una cierta corriente de convección por esas celdas provocando un descenso de la temperatura de la cara exterior del ladrillo, en comparación con una fachada de ladrillo sin ventilar.

Como principal y más importante novedad, la promoción del Sistema Structura que se realiza desde la sección de ladrillo cara vista de Hispalyt en colaboración con Geo Hidrol a través de la marca Structura.

Este tipo de solución de cerramiento, se trata de fachadas autoportantes (pasanteo ventilada) que mejora notablemente las prestaciones respecto al sistema actual de cerramiento a un precio muy similar y al mismo tiempo muy inferior a cualquier fachada ventilada del mercado. “Hasta el momento el grado de satisfacción de los clientes que han realizado obras con este sistema constructivo está siendo muy elevado”, asegura Jordi Palau. “En definitiva, mantenemos la belleza y estética de la fachada convencional de ladrillo caravista, mejorando su comportamiento y prestaciones a un coste mucho menor que cualquier fachada ventilada del mercado y contribuimos de esta manera en un desarrollo sostenible: en verano menos calor y en invierno menos frío produciéndose así un importante ahorro energético”, concluye Jordi Palau.

## **4.10.2. Cómo evitar las eflorescencias.**

Los ladrillos cara vista tienen un alto control de calidad. Uno de los ensayos que se realizan sobre el material es el ensayo de eflorescencias, que determina si el ladrillo contiene sales que provoquen que una vez que se ha mojado la pieza puedan aflorar a la superficie.

Sin embargo, es necesario mantener un control sobre el mortero que se utilice para ejecutar el muro, porque puede contener sales que finalmente succionen el ladrillo y acaben formando eflorescencias. Por ello, hay que tener especial cuidado con el agua, la arena y el cemento que se usen para hacer mortero, y no emplearlos si no se está seguro de su inocuidad.

### **4.10.3. Llamamos eflorescencias a la aparición de sales en la superficie de la fachada.**

Estas sales provienen de diversas fuentes: el propio terreno, los morteros, el agua utilizada en la obra y los ladrillos. La migración de estas sales se produce a través del agua que las solubiliza y transporta hasta la superficie donde al evaporar ésta queda un velo de sales.

### **4.10.4. Diferentes tipos de cerramiento con ladrillo cara vista.**

**SISTEMA TRADICIONAL.** El sistema tradicional es el sistema de ladrillo confinado o Semiconfinado. En este caso el ladrillo se apoya en la base en cada forjado y queda confinado entre el forjado superior e inferior. Por dentro la fachada se acaba tras dosando la solución. La diferencia entre el confinado y el semiconfinado consiste en que en el segundo caso la fachada queda retranqueada, de forma que se puedan colocar plaquetas en el frente del forjado dando la sensación de fachada continua desde el exterior.

**SISTEMA STRUCTURA O AUTOPORTANTE.** La fachada queda exenta de la estructura, a la cual sólo queda unida mediante unos anclajes que impiden el vuelco. La fachada se soporta a sí misma y transmite su carga a la base de la cimentación. Tiene las ventajas del sistema anterior, añadiendo otras más como el hecho de poder disponer de aislamiento continuo por toda la fachada eliminando los puentes térmicos, una independencia estructural que desvincula los movimientos de la fachada con los del cerramiento minimizando el riesgo de fisuras, por ejemplo. Ambos sistemas pueden disponer de cámara ventilada o estanca, según se elija.

Las diferentes modalidades que existen y sus aplicaciones.

### **4.10.5. Los ladrillos se pueden diferenciar de tres formas:**

**POR SU ASPECTO ESTÉTICO.** Color, textura, acabado, etc.

**POR SU FORMA.** Ladrillo perforado, macizo o tejar. Con el ladrillo perforado la fábrica se ejecuta de forma tradicional, y con el ladrillo macizo con cazoleta se pueden ejecutar fábricas con llagas y tendeles ocultos. El ladrillo tejar se usa para conseguir un acabado rústico.

**POR SU SUCCIÓN.** El ladrillo cara vista en general posee una succión baja, pero existen en el mercado ladrillos hidrofugados que consiguen bajar el grado de succión, y ladrillos clinker y gresificados que, además de poseer una excepcional baja succión, también tienen una absorción muy limitada.



Figura 110. Ladrillo cara vista, (<http://www.promateriales.com/pdf/pm3709.pdf>) consultada el 10 de septiembre del 2013.

#### **4.10.6. Ventajas del sistema Structura:**

MEJORA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO, eliminando los puentes térmicos y permitiendo así un aislamiento continuo.

LA PLAMEIDAD del cerramiento en toda su altura está garantizada con independencia de las tolerancias y deformaciones de los elementos estructurales.

SU SIMPLICIDAD CONSTRUCTIVA. Optimización del proceso de constructivo gracias a la facilidad y rapidez de ejecución:

SE EVITA PROBLEMAS de encuentro del ladrillo con los cantos de forjado.

ELIMINA EL USO DE PLAQUETAS en forjados y pilares. Esto hace que la ejecución de la fachada sea más rápida.

NO REQUIERE INSTALADORES NI PERSONAL ESPECIALIZADO. La mano de obra necesaria es la misma que para las fachadas convencionales de obra vista.

ES LA FACHADA VENTILADA más económica del mercado y de coste muy similar a la fachada convencional.

“En definitiva, mantenemos la belleza y estética de la fachada convencional de ladrillo cara vista, mejorando su comportamiento y prestaciones a un coste mucho menor que cualquier fachada ventilada del mercado y contribuimos de esta manera en un desarrollo sostenible: en verano menos calor y en invierno menos frío produciéndose así un importante ahorro energético”, concluye Jordi Palau.

Naturaleza del material cerámico: La naturaleza del material está directamente relacionada con el tamaño de los poros de la pieza y la distribución de los mismos. Los poros de diámetro tal, que permitan que entren moléculas de agua y se puedan congelar en su interior son los más peligrosos.

Diseño de la edificación y puesta en obra: Diseñar cubiertas con pendientes insuficientes, no impermeabilizar fábricas que puedan estar en contacto con zonas húmedas, la elección de materiales únicamente por motivos estéticos sin atender las recomendaciones del fabricante, no diseñar aleros permitiendo que escurra el agua de cubierta por la fachada y, en general, cualquier diseño que permita la penetración y acumulación de agua en las piezas cerámicas o dificulte su evaporación favorecerá que estas se vean dañadas por los efectos del hielo. En cuanto la puesta en obra, hay que destacar la importancia que tiene la correcta ejecución de las fábricas y cubiertas.<sup>44</sup>

Empresa: MALPESA.

### **4.11. Pilotes de fibra de vidrio.**

Se trata de pilotes tubulares compuestos, fabricados en una coraza cilíndrica de materiales reforzados con fibra de vidrio de alta resistencia. Opcionalmente, la superficie exterior de la coraza puede cubrirse con acrílico vulcanizado, que provee una protección adicional contra la abrasión, rayos ultravioleta y químicos. La superficie interior está texturizada para formar buena adherencia con el material de relleno, generalmente concreto, que se coloca después del hincado. El pilote resultante tiene aproximadamente la misma rigidez que un pilote de madera, pero es 4 veces más resistente y absorbe 15 veces más energía, con la durabilidad del plástico.

Para el hincado, se pueden utilizar equipos estándar, incluyendo martillos diesel, vibrohincadores y martillos de caída libre.

El pilote se puede instalar con fondo abierto o con diversas zapatas inferiores. Se producen en diámetros entre 18 y 72 pulgadas. Su uso más común es para estructuras marinas que auxilian el atraque de embarcaciones, como duques de alba, aunque también son utilizados en muelles, fig. (Bryan and Volk, 1998). Además, existe gran variedad de cabezales de fibra de vidrio, que complementan estos pilotes.<sup>45</sup>



Figura 111. Pilotes de fibra de vidrio.

([http://0305.nccdn.net/4\\_2/000/000/04c/d5d/%22Tendencias.pdf](http://0305.nccdn.net/4_2/000/000/04c/d5d/%22Tendencias.pdf)) consultada el 12 de septiembre del 2013.

## 5. Materiales Sustentables Derivados de Materiales Poliméricos.

### 5.1. Introducción: Contribución de los Plásticos a la Sustentabilidad en la Construcción.

La aislación eficiente con materiales plásticos de edificios nuevos y viejos refaccionados contribuye eficazmente al ahorro de energía. El siguiente esquema muestra las principales aplicaciones de los plásticos en la construcción de una vivienda.

- . Aislación de techos con espumas plásticas.
- . Sistemas de ventilación / Recuperación del calor (tubos de plástico).
- . Paredes exteriores aisladas con espumas plásticas.
- . Paredes interiores aisladas con espumas plásticas.
- . Ventanas con triple vidriado de plástico.
- . Sótano aislado con espumas plásticas.
- . Sistema de calefacción con tubos de plástico.
- . Caldera.

La eficiencia de aislación térmica de los distintos materiales de construcción varía ampliamente. Por ejemplo la aislación térmica de un panel de espuma de Poliuretano Rígido de 1,6 cm de espesor es igual a la de 1,3 mts de hormigón o sea más de 800 veces más aislante. El mismo panel de espuma de PU es equivalente a 37,1 cm de ladrillo hueco es decir 23 veces más aislante.

Estudios realizados por Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ICI) con oficinas centrales en Karlsruhe (Alemania) y la Corporation for Comprehensive Analysis (GUA) de Viena (Austria) demostraron que la energía para producir la aislación de plástico para recubrir una casa Standard se recupera en un año de uso.<sup>46</sup>

#### 5.1.1. Estadísticas:

- Todos los días cada persona tira 200 gramos de plástico a la basura.
- Los plásticos son los de mayor contaminación en ríos, mares, alcantarillas, etc.
- Una bolsa de plástico tiene una vida promedio de 12 minutos y se consumen en México 20 millones por día.

- En el mundo, cada segundo se tiran 1500 botellas que contenían agua.
- Cada tonelada aprovechada equivale a 10 árboles en edad maderable y a 1.8 toneladas de petróleo.
- Se requieren 22 árboles para suplir la demanda de oxígeno de una persona al día. 0.41 hectáreas con árboles produce suficiente oxígeno al día para 18 personas.
- Un árbol maderable requiere 40 años de vida, el equivalente en plástico requiere 40 minutos.
- Con el aprovechamiento de plástico postconsumo se evitaría con material orgánico la generación de metano CH<sub>4</sub> en tiraderos municipales. Este gas tiene 23 veces más de potencial de calentamiento global que la misma masa de CO<sub>2</sub>.
- Con el aprovechamiento de plástico postconsumo evitaríamos la emisión de 0.8 toneladas de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por cada tonelada de fabricación de cemento.<sup>47</sup>

## 5.2. De PET a ladrillos de construcción [México].

02 Abril 2013.



Figura 112. "Casa construida con botellas PET y vidrio".

(<http://www.veoverde.com/2013/04/de-pet-a-ladrillos-de-construccion-mexico/>)  
consultada el 17 de septiembre del 2013.

### 5.2.1. Estudiante de la UAM optimiza procesos de construcción con botellas PET.

Creo que no es de sorprender que Alan Chaparro Santiago haya ganado el primer lugar en el *Premio Nacional de Juventud Innovadora*, gracias a su prototipo de "Casa construida con botellas PET y vidrio". No sólo por su genialidad al usar residuos que utilizamos todos

los días para la construcción, sino porque además, esto impacta una realidad nacional impactante: el rezago habitacional en todo el país.

Y es que este estudiante de sexto trimestre de la licenciatura en Política y Gestión Social de la Universidad Autónoma de México, logró optimizar el proceso de llenado de botellas para la construcción, lo cual abarata los costos de la misma hasta en un 50% y aprovecha residuos sólidos.

Como él mismo lo afirma:

Multiplicar la construcción de este tipo de casas contribuirá a resolver problemas de rezago habitacional en el país al reducir los costos, así como a disminuir la pobreza patrimonial y avanzar en una cultura de reciclado de residuos sólidos

Según el joven, estas construcciones tienen buena acústica, alta resistencia y virtudes térmicas. Afortunadamente, el prototipo no se quedó sólo en planos, sino que fue construida en San Pablo del Monte, Tlaxcala, y fue donada a una familia de escasos recursos a través de la Fundación Liderazgo Joven A.C.

Aunque esta no es la primera vez que se utilizan este tipo de botellas para la construcción o el diseño, lo más interesante aquí es que este joven estudiante optimizó los procesos para la utilización de las botellas que reduce costos. Ya sólo falta poner estos elementos en acción en comunidades donde las viviendas no ofrecen las protecciones suficientes a las personas que las habitan.

País: México.<sup>48</sup>

### 5.3. Casas Ecológicas: Construyendo casas con botellas de plástico.



Figura 113. (<http://espaciosustentable.com/casas-ecologicas-construyendo-casas-con-botellas-de-plastico/>) consultada el 17 de septiembre del 2013.

¡El plástico es un material que tarda 300 años en degradarse!

En la construcción de estas casas ecológicas, las botellas son utilizadas como ladrillos. El proceso comienza con la etapa de recolección de cualquier botella de plástico, la única condición es que no deben estar aplastadas ni tener la tapa. Una vez juntadas las botellas, se las rellena con arena o tierra; por cada botella de 2 litros se necesita rellenarla con 3 kilogramos de material para obtener la consistencia adecuada y para que la botella obtenga la misma resistencia que un ladrillo.

De plástico, de vidrio, de uno, de dos litros y hasta de 600 mililitros. Todas las botellas le sirven a la boliviana Ingrid Vaca Diez está llevando adelante un proyecto ecológico y social que empezó hace casi siete años y hoy, gracias a las redes sociales, se ha extendido a una serie de países del continente americano. Con las botellas y otros materiales en desuso – que en muchos lugares terminan en la basura a falta de un sistema apropiado de reciclaje –, Ingrid construye viviendas ecológicas para familias de bajos recursos.



Figura 114. (<http://espaciosustentable.com/casas-ecologicas-construyendo-casas-con-botellas-de-plastico/>) consultada el 17 de septiembre del 2013.

Pero las casas de botella no son sólo para pobres. En Brasil, una pareja de biólogos vive en una casa construida y decorada con botellas de plástico, además de otros materiales y desperdicios que obtienen de la basura. Los biólogos, Edna y Luiz Toledo, viven en Barra Mansa, un municipio que queda a 150 kilómetros de la ciudad de Río de Janeiro.

El plástico tiene varias ventajas con respecto a los materiales que son utilizados con frecuencia en la construcción de casas precarias, como ser chapas o plástico negro. Mientras que éstos últimos son sumamente inflamables, el plástico se derrite ante el fuego y no deja que se propague tan rápido. Además, es un excelente aislante de las temperaturas externas.

Para tener una idea, por cada metro cuadrado se necesitan 81 botellas de 2 litros y para rellenar una botella de 2 litros se necesita, al menos 3 kilos de tierra. Usualmente, se utilizan las botellas de 2 litros para las paredes exteriores y las de 1.5 litros para las interiores y, para construir los baños y columnas, se prefieren las botellas de 500 ml.<sup>49</sup>

## **5.4. Llancreto de Cemex - La respuesta ecológica.**

Según la Asociación Nacional de Distribuidores de Llantas, México genera unos 25 millones de llantas desechadas al año, de los cuales nueve de cada diez acaban en vertederos o depósitos clandestinos. Para contrarrestar el problema ambiental que producen estas llantas deshechas, Semarnat ha buscado, con los gobiernos locales, una serie de alternativas para el manejo integral de dicho residuo. Uno de estas alternativas es

el uso de concreto ahulado o Llancreto, desarrollado por CEMEX. En conclusión resultó ser una de las propuestas menos contaminantes para el reusó de llantas, porque para producir Llancreto, la llanta sufre sólo una transformación física y no es sometida a alteraciones en su composición química. Se trata de un compuesto de neumático triturado y cemento, donde la materia prima o llanta, es transformada triturandola en pequeños cuadros o chips e incorporarlos directamente al cemento hidráulico.



Figura 115. Pequeños cuadros o chips de la llanta. (<http://www.fabricamx.com/Articulos/llanocreto>) consultada el 11 de septiembre del 2013.



Figura 116. Llancreto, (<http://www.fabricamx.com/Articulos/llanocreto>) consultada el 11 de septiembre del 2013.

Llancreto es usado por primera vez a finales del 2004 en México, en las vialidades de los municipios de San Pedro Garza García, Nuevo León y Tijuana, Baja California. El hule granulado es empleado como agregado elástico, sustituyendo algunos de los agregados finos, modificando así la falla frágil del concreto e incrementando su capacidad para absorber grandes cantidades de energía previas a la falla. Como consecuencia las

características más importantes del concreto ahulado son la resistencia a los impactos, tensión, desgarre y fricción, a causa de que el hule también tiene propiedades que evitan el desgaste. Además está comprobado, por la Asociación Mexicana del Asfalto, que el Llancreto proporciona más seguridad, disminuyendo los accidentes en carretera a ofrecer mejores condiciones de frenado vehicular.

Empresa: Cemex.

País: México.<sup>50</sup>

### **5.5. El PVC se reinventa como material sustentable para la construcción.**

En los pasados Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Londres, el PVC estuvo en el podio. Gracias a un intenso trabajo conjunto de la cadena de valor, el PVC se insertó como una opción verde en el certamen olímpico más sustentable que se ha realizado hasta el momento.

Tras afrontar en décadas pasadas múltiples señalamientos que afectaron su reputación, para el PVC ha resultado un victoria que en 2009 el Comité Organizador de los Juegos Olímpicos de Londres 2012 estableciera una política para uso durante el evento. Así, más de 142,000 metros cuadrados de este plástico fueron usados para revestir y cubrir diversos escenarios deportivos, y sirvieron como piso para competencias de baloncesto, bádminton y tenis de mesa. Igualmente, el material estuvo presente en las tuberías y otros elementos de la infraestructura instalada, así como en los equipos y accesorios usados por los deportistas.

Después de una investigación intensiva de las credenciales ambientales del PVC, la decisión de los organizadores de los Juegos Olímpicos de Londres confirma la valiosa contribución que aporta este material a la arquitectura y a los deportes. Según el documento expedido, existen casos en donde, por razones de salud y seguridad, la solución óptima es un material elaborado con PVC. Este hecho tiene un significado especial, si se tiene en cuenta que el certamen había expresado su ambición de convertirse en los juegos olímpicos más sostenibles que se hubieran realizado hasta el momento.

La política adoptada señala una serie de parámetros que debían ser considerados en la fabricación y disposición final del material. Como resultado, el PVC utilizado para los Juegos incorporó por lo menos un 30% de contenido reciclado, fue fabricado de

conformidad con lo estipulado por el Consejo Europeo de Fabricantes de Vinilo (ECVM, por su sigla en inglés) y satisface los estándares para descargas de efluentes y venteo de gases en la producción del polímero, además de no contener aditivos basados en sales de plomo o cadmio, entre otras sustancias.

El documento requería también soluciones que proveyeran beneficios ambientales de largo plazo en el ciclo de vida del producto. Acorde con este lineamiento, se tomaron acciones para facilitar el reciclaje de los productos de PVC utilizados durante los Juegos Olímpicos. Por ejemplo, varios de los escenarios deportivos temporales pueden ser desarmados e instalados en otros lugares para su reaprovechamiento. Tal es el caso de la cancha de baloncesto, que podría ser reutilizada en los Juegos Olímpicos de Río de Janeiro en 2016. Así mismo, algunos de los textiles de PVC serán reutilizados en los estadios de fútbol que actualmente están en construcción en Brasil para el Mundial de 2014. Otros materiales serán reciclados localmente.

Sin duda, este renovado aire de oportunidades para el PVC es, en parte, fruto de la nueva iniciativa *VinylPlus*<sup>®</sup>, que viene impulsando la industria europea, con base en los éxitos alcanzados por su programa Vinyl 2010, un compromiso voluntario orientado a mejorar las tecnologías en uso y la sustentabilidad del PVC en todas las etapas de su ciclo de vida, donde el reciclaje ha sido exaltado como la opción de disposición final más adecuada. En 2011, la industria europea logró que 257,084 toneladas de PVC postconsumo fueran recicladas.

Brigitte Dero, directora general del Consejo Europeo de Fabricantes de Vinilo (ECVM, sigla en inglés), habló con *Tecnología del Plástico* sobre lo que ha significado para su industria Londres 2012 y sobre el futuro. El ECVM hace parte de la iniciativa VinylPlus, en la que también participan productores de aditivos, plastificantes y estabilizantes, junto con convertidores, para mejorar la sostenibilidad del PVC y de su cadena de valor.

### **5.5.1. Tecnología del Plástico: Respuesta de la cadena del PVC ante los retos que se le han presentado.**

En Europa, el principal reto en años recientes ha sido el de afrontar problemas de reputación. En el año 2000, la Comisión Europea publicó un Libro Verde sobre cuestiones ambientales inquietantes en el ciclo de vida del PVC, antecedido por un debate de varias décadas que había llevado inclusive a que, en algunos países, se limitara el uso del PVC. Ante esa situación, los líderes de la industria unieron esfuerzos con el fin de tomar la responsabilidad y modificar aquellos aspectos que estaban alimentando la controversia,

incluyendo el uso de ciertos aditivos como estabilizadores o plastificantes, y las emisiones durante la manufactura del PVC.

En 10 años, la industria cambió sensiblemente. Se adoptaron de manera voluntaria estándares más exigentes que las propias regulaciones regionales, se eliminó el uso de aditivos cuestionados y se invirtieron millones de euros en el desarrollo de tecnologías de reciclaje e incineración con recuperación de materiales, así como en el establecimiento de sistemas efectivos de recolección de residuos postconsumo. Los logros obtenidos en estos esfuerzos han sido reportados anualmente y avalados por auditores confiables.

Actualmente no hay ninguna prohibición para el PVC en Europa. El PVC que vemos hoy en el mercado es nuevo y diferente. Permanecen sus ventajas de costo y desempeño, pero con un nuevo perfil ambiental. Hemos demostrado que estamos en total capacidad de administrar el ciclo de vida del producto. Para el año 2020, tenemos como meta recuperar 800,000 toneladas de PVC por año. Esta es una expectativa ambiciosa teniendo en cuenta que cerca de 70% del PVC se emplea en productos con ciclos de vida largos.

### **5.5.2. Significado de Londres 2012 para la cadena del PVC.**

Tan pronto como tuvimos noticias de que los Juegos Olímpicos se realizarían en Londres, nos organizamos con los colegas para reunirnos con las autoridades competentes y proveerles información sobre el PVC. Luego, mes tras mes, tuvimos la satisfacción de ver que el PVC era considerado para la construcción de varios de los principales edificios en el Parque Olímpico, hasta que finalmente las autoridades expidieron un documento sobre las políticas en el uso de PVC, explicando por qué lo recomendaban.

Para nosotros como industria, el establecimiento de esta política ha representado un gran logro. Ahora, si vemos cuánto PVC fue utilizado en la construcción de los escenarios deportivos para este evento, se abren muchas puertas.<sup>51</sup>

## Dónde brilló el PVC en Londres

- En el Estadio Olímpico, el escenario de mayor tamaño, un sistema de techado cubre dos tercios de las sillas de los espectadores con un toldo de 25.000 metros cuadrados de PVC blanco, recubierto con una tela de poliéster.
- La cancha de baloncesto es el escenario temporal más grande que se haya construido para unos Juegos Olímpicos. Emplea 20.000 metros cuadrados de una membrana de PVC blanco reciclable, estirada sobre tres paneles en forma de arco. Los organizadores de los Juegos Olímpicos Rio 2016 están contemplando trasladar la estructura e instalarla en Brasil.
- El nuevo Centro Acuático usa 19.000 metros cuadrados de PVC para recubrir el interior. Después de los Juegos, dos alas temporales que usan PVC serán retiradas y recicladas.
- La cancha de polo acuático es una estructura temporal caracterizada por una cubierta color plata y un techo fabricado con PVC reciclado. La cubierta está dividida en cuadros inflados con aire para proveer aislamiento al ruido y evitar la condensación.
- El restaurante temporal Studio East Dining ostentaba una terraza desde donde era posible apreciar el Parque Olímpico. El techo estaba fabricado con una membrana semi-transparente fabricada 100% en PVC. Una vez que el restaurante cierre, el PVC será reciclado.

Tabla 9. Lugares donde fue utilizado el PVC en Londres 2012, ([http://www.plastico.com/tp/secciones/TP/ES/MAIN/IN/ARTICULOS/doc\\_90111\\_HTML.html?idDocumento=90111](http://www.plastico.com/tp/secciones/TP/ES/MAIN/IN/ARTICULOS/doc_90111_HTML.html?idDocumento=90111)) consultada el 11 de septiembre del 2013.

## 5.6. Los Bioplásticos.

La escasez y encarecimiento del petróleo, junto con un aumento de las regulaciones medioambientales, actúan de forma sinérgica para promover el desarrollo de nuevos materiales y productos más compatibles con el medioambiente e independientes de los combustibles fósiles. En este contexto, los bioplásticos se ajustan perfectamente a las nuevas necesidades e inquietudes industriales y sociales.

La obtención de productos químicos y nuevos materiales a partir de fuentes renovables no es una idea nueva. Sin embargo, el reto está en desarrollar la tecnología necesaria y en adaptar los productos y procesos a aplicaciones reales y competitivas que supongan una verdadera revolución y se transformen en una realidad en el mercado.

Los bioplásticos constituyen en la actualidad un campo de interés creciente en sectores industriales diversos (envase, automoción, alimentación, sector eléctrico-electrónico, construcción, medicinas, textil, etc.). Este interés está íntimamente relacionado con la tendencia globalmente extendida, de sustitución de los materiales procedentes de fuentes fósiles por otros procedentes de fuentes renovables y sostenibles. Sin embargo, son

precisamente las aplicaciones lo que motiva las definiciones y tipologías de bioplásticos que se conocen.

Los bioplásticos no constituyen una única clase de polímero sino una familia de materiales con distintas propiedades y rango de aplicaciones. De forma general, la Asociación Europea de Bioplásticos (European Bioplastics), clasifica estos materiales en dos categorías principales:

- . Los denominados plásticos procedentes de biomasa (de recursos renovables).
- . Los polímeros biodegradables que cumplen con los criterios científicos recogidos en las normas de biodegradabilidad y compostabilidad que a nivel europeo son la EN 13432 y EN 14995, ISO 17088 o ASTM D-6400.

En ambas tipologías de materiales existe un alto porcentaje de recursos renovables en su fabricación. Sin embargo, los plásticos del primer grupo no son necesariamente biodegradables, mientras que materiales que cumplen las normativas de biodegradabilidad y compostabilidad pueden ser obtenidos mediante procesos bioquímicos a partir de fuentes fósiles.

Los polímeros del primer grupo no precisan ser biodegradables o compostables, aunque la mayoría lo son. Los del segundo grupo no necesariamente tienen que estar basados en materias primas renovables para cumplir los criterios de la norma EN 13432. De hecho, algunos polímeros basados en monómeros procedentes de la industria petroquímica están certificados como biodegradables o compostables, ya que la biodegradabilidad está más directamente relacionada con la estructura química que con el origen de las materias primas.

Todos los polímeros naturales basados en carbono, como el almidón, celulosa, lignina, etc. Y los monómeros en los que están basados son biodegradables. Sin embargo, estos plásticos basados en monómeros procedentes de fuentes de materias primas renovables pueden perder la biodegradabilidad por una modificación química, como es la polimerización.

Asimismo se debe tener en cuenta que las propias formulaciones de los bioplásticos, requieren para su procesabilidad de aditivos o modificantes que pueden ser de origen sintético, lo que implica que no en todos los casos es posible fabricar bioplásticos basados al 100% en materias primas renovables.

En cuanto a los métodos de producción comercial, los bioplásticos se pueden procesar mediante tecnologías aplicadas a los plásticos convencionales tales como la extrusión,

inyección, soplado o termoformado. Sin embargo, aunque cada familia de materiales tiene sus peculiaridades, todos tienen en común su tendencia a hidrolizarse, limitada resistencia térmica y sus bajas temperaturas de proceso. Estos aspectos son importantes a la hora de procesar estos materiales con vistas a evitar la alteración de la cinética de degradación de los mismos, ya en las etapas de fabricación.

Nº	Tipo de bioplástico	Tipo de polímero	Estructura o método de obtención
1	Polímero basado en almidón	Polisacáridos Grupo 1	Obtenidos por modificación de polímero natural
2	Ácido Poliláctico (PLA)	Poliéster Grupo 1	Se obtiene por polimerización química del monómero de ácido láctico (LA)
3	Poliésteres obtenidos a partir de otros precursores:  Polítrimetileno Tereftalato (PTT)  Polibutileno Tereftalato (PBT)  Polibutileno succinato (PBS)	Poliéster Grupo 1 ó Grupo 3 si se parte de recursos petroquímicos	1,3 propanodiol obtenido por fermentación + ácido Tereftálico (origen petroquímico)  1,4 butanodiol obtenido por fermentación + ácido Tereftálico (origen petroquímico)  Ácido Succínico obtenido por fermentación + ácido Tereftálico (origen petroquímico)
5	Poliuretanos (PURs)	Poliuretano Grupo 2	Poliol obtenido por fermentación o modificación química de aceites naturales + isocianato petroquímico
6	Nylon 6  Nylon 66  Nylon 69	Poliamidas Grupo 1	Caprolactama obtenida por fermentación  Ácido adipídico obtenido por fermentación  Monómero obtenido por transformación química del ácido oleico
7	Polímeros de celulosa	Polisacáridos Grupo 1 / Grupo 2	Modificación polímero natural, o vía fermentación bacteriana

Tabla 10. Tipos de bioplásticos de fuentes renovables.

(<http://www.modernanavarra.com/wp-content/uploads/Bioplasticos.pdf>) consultada el 11 de septiembre del 2013.

Además de los anteriores, existen otros polímeros basados en recursos renovables con escasa presencia en el mercado pero con potencial interés como son:

- . Lignina, pectina, quitina, quitosano o hemicelulosa (de tipo polisacárido).
- . Proteínas de origen vegetal y animal: Gluten, zeína, caseína, colágeno, gelatina y suero (grupo de las proteínas).
- . Triglicéridos.<sup>52</sup>

## 5.7. Estructura de célula cerrada de Styrofoam®.



Figura 117. Placa, (<http://aceroya.com/styrofoam.aspx>) consultada el 11 de septiembre del 2013.

### 5.7.1. Descripción.

Es un poliestireno extruido que cumple con los más altos estándares de calidad para techumbres. El Poliestireno extruido tiene más de 50 años de un desempeño probado en los ambientes muy húmedos. La estructura de célula cerrada de Styrofoam resiste grandes humedades permitiendo conservar altos valores de factores R (Resistencia transferencia calor) durante un mayor tiempo que cualquier otro tipo de material.

### 5.7.2. Ventajas.

- Se adapta a todos los sistemas constructivos de muros, techos y pisos.

### 5.7.3. Usos.

- Su uso en pisos y bajo losas de concreto es excelente, en sistemas de techos de concreto y metálicos, también con sistemas de cubiertas metálicas compuestas y sencillas.
- Styrofoam tiene una alta resistencia a la humedad y vapor contiene un aditivo retardador de flama que inhibe la ignición del fuego y no lo propaga.
- Styrofoam debe ser considerado para aislar térmicamente: viviendas, bodegas y naves industriales, centros comerciales, restaurantes y hoteles, hospitales y laboratorios, frigoríficos y transportes refrigerados, naves de confinamiento de animales principalmente aves y cerdos en el sector agropecuario.

## 5.7.4. Rango.

Styrofoam AG Board Placa

- Espesores: 1", 1.5" y 2".
- Ancho: 1.22 m.
- Largos: 2.44 m, 3.03 m y 6.10 m.

Styrofoam Square Edge – Placa

- Espesores: 1", 1.5" y 2".
- Ancho: 1.22 m.
- Largos: 2.44 m.

Styrofoam AG Board con VINIL – Placa

- Espesores: 1", 1.5" y 2".
- Ancho: 1.22 m.
- Largos: 2.44 m.<sup>53</sup>

## 5.8. Atlas AC-Foam.

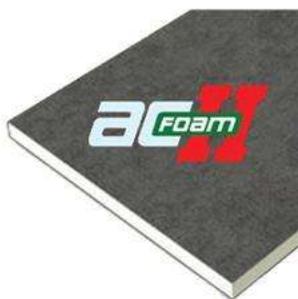


Figura 118. AC- Foam, (<http://aceroya.com/acfoam.aspx>) consultada el 11 de septiembre del 2013.

### 5.8.1. Descripción.

Atlas AC-Foam es el aislante ideal para zonas geográficas secas, está basado en un núcleo de espuma de poli-iso (poli-isocianurato) de celda cerrada. Posee características ideales de aislamiento que mantienen su gran desempeño en el largo plazo, estas características significan excelentes costos iniciales de instalación así como atractivas tasas de recuperación durante su ciclo de vida.

## 5.8.2. Ventajas.

- Poli-iso es el único aislante de espuma plástica que puede utilizarse en casi todos los tipos de techumbres sin necesidad de una barrera térmica.
- La estabilidad a altas temperaturas de Poli-iso evita la fusión cuando se le aplica asfalto en caliente.
- Poli-iso no se ve afectado por adhesivos para construcción correctamente aplicados y muchos fabricantes de membranas especifican su uso, sin necesidad de un panel de cubierta en los sistemas unicapas adheridos.

## 5.8.3. Usos.

- Todo tipo de techumbres aisladas.

## 5.8.4. Rango.

AC Foam II ULTRAFACE / VINYL

- Espesores: 1", 1.5" y 2".
- Ancho = 1.22m.
- Largo = 2.44m, 3.03 m y 6.10 m.

AC Foam II ULTRAFACE / ULTRAFACE

- Espesores: 1", 1.5" y 2".
- Ancho = 1.22m.
- Largo = 2.44m, 3.03 m y 6.10 m.<sup>54</sup>

## 5.9. MADERA PLÁSTICA SOLUCIÓN AL DESECHO PLÁSTICO.

Procesa desechos (basura) plásticos post consumo urbanos, agrícolas e industriales. Entregando un tablero solido de madera plastica resistente a la corrosión, humedad, rayos UV y factible a maquinarse. La madera plastica sustituye a algunos materiales, principalmente a la madera industrial usada en empaque, embalaje, construcción y otros. Admite materiales con impurezas como residuos, etiquetas, metales, tierra etc. No es necesario separar los plásticos por tipos, ni lavarlos. Se requiere el proceso previo de triturado o molido del plástico. Materiales: Prácticamente todos los termoplásticos; algunos mezclados con PE, como: PET, PS (por su dureza y rigidez).

## 5.9.1. LA MADERA PLÁSTICA.

Maquinas HEATmx para elaborar tableros 100% de plástico, conocidos como **Madera Plástica**, a partir de desechos post consumo urbanos, agrícolas e industriales. El producto resultante es un tablero sólido y resistente capaz de ser maquinado o trabajado tal como la madera para fabricar productos finales ensamblados, que sustituyan la madera industrial o resuelvan problemas de intemperie, fractura, humedad o fricción, por estas razones se les llama Madera Plastica. Los tableros tienen dimensiones estándar: 1250 mm x 2500 mm (4' x 8'), con espesores que van de 8 mm hasta 75 mm. La presentación de los tableros es multicolor, acorde al plástico usado. Los productos finales a partir del tablero son ensamblados o armados con clavos o tornillos. Por ejemplo, un poste para fincas de 100 mm x 100 mm x 2,500 mm, se arma con 4 piezas de 20 mm x 80 mm x 2,400 mm, formando un tubo cuadrado que funciona como poste. Si es necesario más resistencia (para ganado) el mismo se fabrica con espesor más grueso (32 mm). Otro ejemplo son las tarimas de carga, las cuales se arman tal como la madera.

El proceso industrial de las maquinas HEATmx para **fabricar Madera Plástica** permite utilizar: casi cualquier termoplástico de desecho, de origen urbano, agrícola e industrial, en general sin costo; materias primas con impurezas como tierra, etiquetas de papel, grapas metálicas, aluminio, vidrio etc.; mezclas sin homogenizar de diferentes tipos de plásticos.

Es un proceso de fundición estática sumamente versátil, en el cual es factible fundir el plástico en capas de diferente calidad. Funciona en su totalidad con energía eléctrica y no consume agua. No es extrusión. La materia prima debe presentarse en forma granular, con procesos previos como: molido o triturado. Es factible el uso de desechos plasticos urbanos y agricolas sin necesidad de lavar o seleccionar por tipo, resultando de gran alcance ecologico y de medio ambiente, ya que se puede recuperar miles de toneladas de desecho plastico que desafortunadamente terminarian en los vertederos, obteniendo un producto universal (tablero) con infinidad de aplicaciones como sustituto de madera industrial y de empaque y embalaje.



Figura 119. Perjuicio al medio ambiente mediante la tala de arboles.  
(<http://www.maderaplasticamx.com/index.html>) consultada el 11 de septiembre del 2013.

Además, gracias al **uso de Madera Plastica se evita la tala de árboles**, considerando que recuperando 1000 toneladas de desechos plasticos se evita cortar 2,800 árboles.

El desecho plástico urbano y agrícola se compone de aproximadamente el 80% de polietilenos y polipropilenos, favoreciendo la elaboración de paneles solidos, resistentes y completamente maquinables; conservando esa proporción se garantiza que las olefinas cubran cualquier otro plastico, evitando laminación. Otro tipo de plasticos de dificil reciclaje como el PET, pueden estar mezclados hasta en un 15%, ya que al usar solamente PET, el tablero resultante se torna frágil y difícil de maquinar. Los plásticos no necesitan lavarse, solo es preciso contar con equipo adicional o periférico como un molino de cuchillas, una báscula de 500 Kg y una sierra circular de mesa. Presentamos un nuevo modelo de maquina pequeña y económica para producir tableros de Madera Plastica de 625 mm x 1,250 mm; se puede usar como inicio de negocio, requerimiento de producción pequeña o como máquina de laboratorio.

Empresa: Heatmx, S.A. de C.V

Guadalajara, Jalisco, México.<sup>55</sup>

## 5.10. Tablero fabricado 100% con plásticos.

Es el único tablero fabricado 100% con plásticos postconsumo originados en las actividades urbanas y agrícolas, siendo un producto altamente ecológico.



Figura 120. Tableros de madera plástica, (<http://www.kuadro.mx/tableros-de-madera-plastica.php>) consultada el 11 de septiembre del 2013.

### 5.10.1. Ventajas.

Es el sustituto real de los materiales tradicionales como madera, acero, fibra de vidrio, concreto entre otros a costos más económicos, ofreciendo una larga vida.

Nuestros tableros plásticos son considerados materiales ecológicos por su origen y composición, por la larga vida que ofrecen, por ser reciclables y sustituyen los materiales no renovables.

Costo bajo debido a la alta duración de vida.

El material es inerte y no es atacado por algún tipo de larva, termita ó insecto que propicien el daño del producto.

Este material tiene la ventaja de poder ser pintado de cualquier tonalidad y ser reparado con facilidad, aprovechado para muy diversas aplicaciones.

El tablero plástico se presenta en las siguientes medidas:

- Espesor: de 19mm hasta 75 mm.
- Ancho: Hasta 1.22 mts.
- Largo: Hasta 2.44 mts.

- Se presenta en color indefinido oscuro, por su origen de materiales reciclados postconsumo.
- Densidad: 0.95 g/cc ASTM D4883 Índice de Fluidez: 10g/10min ASTM D1238.

## 5.10.2. Propiedades mecánicas.

- Dureza, Shore D: 65 ASTM D2240, Esfuerzo a la tensión: 30.3 Mpa ASTM D638.
- Elongación para ruptura: 800% ASTM D638, Modulo de Tensión: 0.93 GPa ASTM D638.
- Modulo de Flexión: 0.97 Gpa ASTM D638, Resistencia al impacto: 525 KJ/m2 ASTM D1822.

## 5.10.3. Propiedades térmicas.

- Máxima temperatura de servicio: 75° C.
- Punto de reblandecimiento: 130°C.
- Máxima resistencia a baja temperatura: -75° C.

## 5.10.4. Aplicaciones.

Con los tableros plásticos se puede fabricar una amplia gama de productos que pueden ser aplicables en cualquier actividad y de alto impacto ecológico.

Estos productos sustituyen realmente a los materiales tradicionales tales como madera, acero, concreto, fibra de vidrio, etc., en condiciones de uso normal y extremo. Entre ellos destacan:

- Tarimas.
- Vivienda.
- Registro eléctricos.
- Señalamiento vial.
- Apicultura.
- Cercas y postes.
- Casa para mascota.
- Contenedores.
- Bandeja para fabricación de block.
- Macetas.<sup>56</sup>



- Apicultura.



- Bandeja para Block.



- Casa para Mascotas.



- Cerca.



- Contenedores.



- Postes.



- Registro.



- Señalamiento Vial.



- Tarimas.



- Vivienda.

Figura 121. Aplicaciones de la madera plástica.

(<http://www.kuadro.mx/aplicaciones.php#!prettyPhoto>) consultada el 11 de septiembre del 2013.

Empresa: Kuadro.

## 5.11. EL POLICARBONATO SÓLIDO PARA USO GENERAL.

La lámina del **Policarbonato Sólido** es un material compacto y versátil que ofrece durabilidad y facilidad de diseño, dos características claves de los **Policarbonatos** que los diseñadores buscan al seleccionar nuevos materiales.

### 5.11.1. Características del Policarbonato Sólido:

- El **Policarbonato Sólido** es muy resistente al impacto.
- El **Policarbonato Sólido** es prácticamente irrompible.
- El **Policarbonato Sólido** es más ligero que el vidrio del mismo espesor.
- El **Policarbonato Sólido** se puede formar en frío y termoformar.
- El **Policarbonato Sólido** es autoextinguible.
- Espesores de el **Policarbonato Sólido**: 0.030", 1.5, 3, 4.5, 6, 9.5, 12.7 mm.
- Las medidas estándar son del **Policarbonato Sólido**: 1.22 \* 2.44 y 1.83 \* 2.44 mts.

## 5.11.2. EL POLICARBONATO SÓLIDO PARA USO EXTERIOR.



Figura 122. Uso del policarbonato.

(<http://www.aceroslevinson.com/plasticos/policarbonatos/>) consultada el 11 de septiembre del 2013.

**El Policarbonato Sólido** es una lámina sólida transparente para cualquier tipo de aplicación de encristalado y techados donde se requiera protección contra rayos ultravioleta y resistencia al impacto o entrada forzada.

Características del Policarbonato Sólido.

- Espesores de **El Policarbonato Sólido**: 3, 4.5, 6, 9.5, 12.7 mm.
- Las medidas estándar de **El Policarbonato Sólido** son: 1.22 \* 2.44 y 1.83 \* 2.44 mts.
- **El Policarbonato Sólido** se maneja en transparente y bronce.

## 5.11.3. EL POLICARBONATO CELULAR.



Figura 123. Láminas de policarbonato celular.

(<http://www.aceroslevinson.com/plasticos/policarbonatos/>) consultada el 11 de septiembre del 2013.

Material de **Policarbonatos**, ideal para techados, domos, arcos cañón, cancelería, puertas para baño y en general para cualquier aplicación de encristalado.

## 5.11.3.1. Características.

- Lámina de doble pared con tratamiento contra rayos ultravioleta en una de sus caras.
- Muy Ligera: es mejor aislante térmico que el vidrio y mucho mas resistente, pero solamente pesa 15% del peso del vidrio.
- Auto extingible.

Espesores de línea: 6 y 8 mm.

Espesores especiales: 10 y 16 mm.

Los largos estándar disponibles son: 12.20 mts.

Los anchos estándar disponibles son: 1.22 y 1.83 mts.

Los colores disponibles son transparente, bronce y opalino.

Colores especiales: Verde, Gris Humo, Gris Metálico, Azul, etc.

## 5.11.4. EL POLICARBONATO CORRUGADO.



Figura 124. Uso del policarbonato corrugado.

(<http://www.aceroslevinson.com/plasticos/policarbonatos/>) consultada el 11 de septiembre del 2013.

Material de **Policarbonatos**, ideal para techados en invernaderos, naves industriales, bodegas, patios, albercas, estacionamientos y tendedores.

### 5.11.4.1. Características:

- Lámina corrugada con tratamiento contra rayos ultravioleta en una de sus caras.

- Gracias a esto no se amarillenta ni se cristaliza evitando pérdida de transmisión de luz o roturas.
- Excelente resistencia a condiciones climáticas y atmosféricas.

### 5.11.4.2. Fácil Instalación:

- Son placas de fácil manejo. Necesitan una estructura de soporte liviana.
- El PERFIL disponible es compatible con lámina acanalada Tipo R-101.
- El largo estándar disponible es: 7.32 mts.
- El ancho estándar disponible es: 1.07 mts.
- Los colores disponibles son: Blanco.<sup>57</sup>

Empresa: LEVINSON.

## 5.12. Ladrillos de plástico para la construcción de viviendas, una innovación desde la universidad.

Menor impacto ambiental, ya que no requiere de horno para su cocción, y facilidad de traslado son algunas de sus características.



Figura 125. Estudiante chileno fabricando ladrillos en base a plástico triturado. (<http://www.lasegunda.com/Noticias/Nacional/2012/08/770974/ladrillos-de-plastico-para-la-construccion-de-viviendas-una-innovacion-que-surge-desde-la-universidad>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

Las viviendas sustentables cada día ganan más adherentes y eso impulsó a un estudiante chileno a innovar en... ladrillos. El proyecto de Gerardo Gran Scheuch (25), estudiante de

Ingeniería en Construcción de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Central, consiste en fabricar ladrillos en base a plástico triturado.

Se espera que ayude a construir viviendas en lugares de extrema pobreza, generando nuevos puestos de trabajo pero principalmente contribuyendo a sentar las bases para impulsar una conciencia sustentable de la construcción nacional.

Gran Scheuch cuenta que dentro de las características de este tipo de ladrillos se encuentra que son más livianos que uno "fiscal" (2,7 kilos el fiscal versus 2,3 kilos) y que mejoran la aislación térmica y acústica de las viviendas.

El producto se fabrica con plástico triturado, a partir de botellas de plástico (envases, tapas, etiquetas), cemento y agua. El costo es bajo: 70 pesos por kilo de triturado. "Es más fácil de trabajar y no son tan frágiles como un ladrillo tradicional; es más limpio, dado que no necesita de un horno para su cocción, sino que le basta sólo con ponerlo al sol y a temperatura ambiente y se pueden añadir aditivos para mejorar sus características técnicas", explica el estudiante que realiza su tesis sobre esta innovación.

A su juicio, con esto se "reemplaza parcialmente una tecnología muy arraigada en nuestra sociedad para la construcción de viviendas, como es el ladrillo común de tierra cocida (elaborado con un recurso no renovable), los que se producen a partir de la extracción de la capa de tierra superficial vegetal (humus), y posterior quemado en grandes hornos a cielo abierto, constituyéndose en un verdadero problema ecológico que se puede corregir", enfatiza.

### **5.12.1. BENEFICIOS:**

- Es más liviano que un ladrillo fiscal (2,7 kilos versus 2,3 kilos).
- Al estar hecho sobre la base de plástico mejora la aislación tanto térmica como acústica.
- Es más fácil de trabajar y no son tan frágiles como un ladrillo tradicional.
- Es más limpio, dado que no necesita de un horno para su cocción, sino que le basta sólo con ponerlo al sol y a temperatura ambiente.
- Se pueden añadir aditivos para mejorar sus características técnicas.

País: Chile.<sup>58</sup>



Figura 126. Utilizando este mismo material, hace un par de años, un alumno de la UAQ desarrolló un tabique reforzado con PET. Cada construcción realizada con este tipo de material podría permitir aprovechar unas 4 mil botellas de plástico.

(<http://noticias.arg.com.mx/cgi-bin/page.cgi?page=imagengrande&link=15874&imagen=/15874-8.jpg>)

### 5.13. Nuevos materiales con plástico reciclado.



Figura 127. Mueble hecho de plástico reciclado.

(<http://blog.is-arquitectura.es/2007/06/03/nuevos-materiales-con-plastico-reciclado/>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

Mucha de la basura que generamos (metal, plástico, papel y vidrio) se clasifica, empaqueta y recicla cada vez más, permitiendo la creación de *materiales innovadores*.

En 1994 a una compañía británica se le ocurrió aprovechar los CDs machacados y restos de botellas de envases de agua para crear un *material plástico translúcido* muy sugerente.

Hoy día aprovecha todo tipo de plásticos para reciclarlos y producir **materiales nuevos** que, con diferentes variedades de polímeros, obtiene acabados muy diversos, por sus texturas y colores. Sus aplicaciones son muchas, desde mostradores de bares, muebles, encimeras, tableros de revestimiento....

El **reciclado** no es un proceso, es una serie de procesos que comienzan con el retiro de la basura, y termina cuando alguien compra un producto nuevo hecho con algo inservible. Los procesos son: recolectar, embalar, clasificar, limpieza, granulación o reducción de tamaño, derretimiento, formación de un producto nuevo, y venta del mismo. **SmilePlastics®** utiliza esta basura y la mezcla con algo de su propio desecho en la fábrica durante el reciclado. Agregan incluso vetas coloreadas para darle mayor personalidad a sus texturas. Ellos permiten personalizar parte de este proceso por encargo, para conseguir resultados como el de las siguientes imágenes:<sup>59</sup>



Figura 128. Texturas. (<http://blog.is-arquitectura.es/2007/06/03/nuevos-materiales-con-plastico-reciclado/>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

## 6. Materiales Sustentables

### Derivados de Materiales Metálicos.

#### 6.1. INTRODUCCIÓN: CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS Y SUS EFECTOS EN LA SALUD.



Figura 129. Fábrica emitiendo gases de metales pesados. (<http://medioambienteyperiodismo.blogspot.mx/2009/11/contaminacion-por-metales-pesados-y-sus.html>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

La actividad industrial y minera supone una preocupación importante en Salud Pública por su toxicidad aguda y crónica y por la amplia variedad de fuentes de exposición, al arrojar al ambiente metales tóxicos como plomo, mercurio, cadmio, arsénico y cromo, dañinos para la salud humana y para la mayoría de formas de vida.

Es necesario precisar que nos encontramos confrontados diariamente con varios tipos de contaminación y nuestro cuerpo se carga en metales pesados que luego no se detectan en un simple análisis de sangre: Cansancio, trastornos nerviosos, depresión, reuma, ansiedad, autismo, fibromialgia, insomnio. El análisis de cabello permite controlar la intoxicación por metales en el cuerpo; También proporciona un Estudio mineral; evidencia los niveles de minerales y oligoelementos en el organismo (chequeo mineral); y los niveles de metales tóxicos (aluminio, plomo, mercurio...) determina cómo afectan a la salud; evidenciando el tipo metabólico (rápido-lento); y el funcionamiento el sistema hormonal; para adaptar una dieta en función de los resultados del análisis.

Los metales pesados se encuentran en forma natural en la corteza terrestre. Estos se pueden convertir en contaminantes si su distribución en el ambiente se altera mediante

actividades humanas. En general esto puede ocurrir durante la extracción minera, el refinamiento de productos mineros o por la liberación al ambiente de efluentes industriales y emisiones vehiculares; en este caso se encuentra asociada al desarrollo industrial de actividades como la fundición de cobre, producción de cemento, refinación de petróleo, explotación minera, termo generación eléctrica, industria química y trabajo portuario, a lo que se suma un creciente parque automotriz.

De los 106 elementos conocidos por el hombre, 84 son metales, por lo que no es de extrañar que las posibilidades de contaminación metálica en el ambiente sean numerosas.

Por otro lado, las aguas residuales no tratadas, provenientes de minas y fábricas, llegan a los ríos, mientras los desechos contaminan las aguas subterráneas. Cuando se abandonan metales tóxicos en el ambiente, contaminan el suelo y se acumulan en las plantas y los tejidos orgánicos pudiendo permanecer en el ambiente durante cientos de años.

Investigaciones científicas han demostrado las repercusiones negativas de los metales pesados en el ecosistema y la salud del ser humano cuya exposición está relacionada con problemas de salud como: retrasos en el desarrollo, varios tipos de cáncer, daños en los riñones, e, incluso, con casos de muerte.

Metaloides y metales pesados como el arsénico, cadmio, mercurio o plomo han demostrado sus toxicidades ambientales al ser altamente dañinas para los humanos; por lo que merecen ser regulados de forma explícita (fenómeno de especiación). El plomo ha sido utilizado por la humanidad ampliamente y por ende es el que causa más problemas y mayor preocupación en todo el mundo.

El metaloide más utilizado en actividades mineras en la extracción de oro, plata y cobre es el mercurio; puede trasladarse a grandes distancias una vez que es emitido a la atmósfera puede asentarse en medios acuáticos transformándose en metilmercurio (Potente neurotoxina) La ingestión de alimentos contaminados (sobre todo pescado) representan el mayor riesgo de intoxicación debido a su biotransformación y magnificación biológica a través de la cadena trófica.

El envenenamiento agudo por mercurio se caracteriza por trastornos de la función intestinal y renal, y el crónico por alteraciones del sistema nervioso central; las exposiciones leves están caracterizadas por pérdida de la memoria, temblores, inestabilidad emocional (angustia e irritabilidad), insomnio e inapetencia. A exposiciones moderadas, se observan desórdenes mentales más importantes y perturbaciones motoras, así como afecciones renales. Las exposiciones breves a altos niveles de vapor de mercurio pueden producir daños pulmonares y la muerte.

Evidencias sobran; el plomo es un metal usado en procesos industriales, también lo encontramos naturalmente en la corteza terrestre, de donde es extraído y procesado para usos diversos. El plomo ingerido, inhalado o absorbido por la piel es altamente tóxico para los seres vivos en general. Es tóxico para los sistemas endócrino, cardiovascular, respiratorio, inmunológico, neurológico, y gastrointestinal además de puede afectar la piel y los riñones. Cuando este metal alcanza niveles tóxicos provoca la disminución de la fotosíntesis vegetal y el desarrollo de anemia en mamíferos. El plomo no es biodegradable y persiste en el suelo, en el aire, en el agua y en los hogares. Nunca desaparece sino que se acumula en los sitios en los que se deposita y puede llegar a envenenar a generaciones de niños y adultos a menos que sea retirado.

La concentración de 7 microgramos de plomo por decilitro de sangre ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ ) causa daños irreversibles en el sistema neurológico de los infantes .El plomo causa anemia en niños y adultos así como enfermedades renales y afecta la fertilidad. La alta presión arterial (hipertensión) causada por la exposición al plomo, contribuye a que mueran miles de personas cada año, especialmente personas entre las edades de 35 y 50 años.

En nueve sistemas de clasificación de riesgo citados por el Fondo para la Defensa Ambiental (EnvironmentalDefense Fund15) el plomo aparece como el material más peligroso que la mayoría de los productos químicos. Se le considera dentro del 10% de los materiales más peligrosos para la salud humana.

Las personas pueden verse expuestas al arsénico a través de la ingestión de alimentos y el agua, sobre todo en ciertas zonas; en aguas subterráneas entran en contacto con minerales que contienen arsénico. El Arsénico es muy tóxico y causa daños al sistema neurológico, al sistema cardiovascular y está ligado a diversos tipos de cáncer como el de piel. La intoxicación crónica por arsénico puede manifestarse por la aparición de llagas y un aspecto leproso. Inhalar arsénico aumenta las posibilidades de desarrollar cáncer pulmonar. Una dosis superior a los 65 miligramos suele provocar una muerte violenta.

Las principales utilizaciones del cadmio en el medio laboral son las aleaciones con otros metales, fabricación de acumuladores eléctricos, pigmentos y como estabilizante en la industria del plástico. Los alimentos pueden ser una fuente contaminante. El cadmio se encuentra presente en suelos contaminados, en algunas tuberías antiguas, en algunas pinturas (sobre todo de color rojo, amarillo y naranja) y en algunos plásticos. El cadmio puede ser adquirido por comer polvo contaminado, por el uso de utensilios de plástico en la alimentación, por inhalar humo de tabaco y por ingerir agua contaminada .Es dañino en dosis muy pequeñas. El envenenamiento por cadmio produce osteoporosis, enfisema

pulmonar, cáncer de pulmón, cáncer de próstata, hipertensión, diversas cardiopatías y retraso en la habilidad verbal de los niños.

La Organización Mundial de la Salud estima que entre quince y dieciocho millones de niños en países en desarrollo sufren de daño cerebral permanente por culpa del envenenamiento por plomo. Cientos de millones de niños y de mujeres embarazadas están expuestos a niveles elevados del plomo en países en vías de desarrollo.

Para alcanzar un desarrollo sostenible se necesita que exista un compromiso de todos en el cuidado del medio ambiente; para preservar, mitigar y prevenir efectos adversos para la salud humana expuestas a la exposición de sustancias peligrosas en el medio ambiente. Las industrias y las autoridades deben comprometerse a seguir los principios claves de este desarrollo. Por lo expuesto se puede notar que la contaminación no solo afecta la fauna y flora acuática por motivo de la contaminación de lagos y ríos, sino también afecta gravemente al subsuelo, lo cual ocasiona infertilidad de la tierra y además provoca efectos negativos en la salud en la población. Es por ello que se debe tomar conciencia y prestar especial cuidado al medio ambiente, para de ese modo evitar daños irremediables.<sup>60</sup>

### **6.2. El cobre, material sostenible.**

El cobre es un material que se puede utilizar, reciclar y volver a utilizar indefinidamente sin ningún cambio sobre sus propiedades.

Se encuentra en todo tipo de objetos que utilizamos diariamente y que necesitarán ser reciclados en el futuro. Una computadora contiene aproximadamente 1 kg de cobre, si tenemos en cuenta que en 2008 se vendieron cerca de 300 millones de ordenadores en todo el mundo, reciclando estas computadoras se recuperarían 300,000 toneladas de cobre. Además, sus propiedades únicas -es el mejor conductor de la electricidad y del calor de los metales no preciosos y es a la vez duradero y antibacteriano-, hacen del cobre un material clave para la construcción sostenible:

El “greenbuilding” es una forma de construcción de alto nivel basada en un sistema de certificación denominado LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). El LEED se compone de un conjunto de normas sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificios de todo tipo. Se basa en la incorporación en el proyecto de aspectos relacionados con la eficiencia energética, el uso de energías alternativas, la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua, el desarrollo sostenible de los espacios libres de la parcela y la selección de materiales. Muchos materiales de construcción que contienen cobre tienen un alto nivel de contenido

reciclado (a menudo superior al 80%). Aún más importante, estos productos son durables, tienen largos ciclos de vida, son de bajo mantenimiento (requieren de simples reparaciones o reemplazos) y son fácilmente reutilizables o reciclables.

Como ya dijimos, la certificación LEED es un estándar valorado por muchos compradores a la hora de elegir edificios “verdes”. También es una forma rápida de identificar la calidad y el diseño de una propiedad, así como su potencial para transformarse en una estructura eficiente en los próximos años.

El cobre, en muchas aplicaciones, contribuye al logro de la certificación LEED permitiendo un considerable ahorro de energía. Aunque no todos los usos del cobre se aplican directamente a la certificación LEED, sí colaboran con la maximización de la eficiencia energética y la minimización del impacto en nuestro medio ambiente.

### 6.2.1. Aplicaciones del cobre en los edificios verdes:

Muchos materiales de construcción que contienen cobre tienen un alto nivel de contenido reciclado (a menudo superior al 80%). Aún más importante, estos productos son durables, tienen largos ciclos de vida, son de bajo mantenimiento (requieren de simples reparaciones o reemplazos) y son fácilmente reutilizables o reciclables.



Figura 130. Revestimiento de paredes utilizando cobre. (<http://www.kme.com/es/about>) consultada el 17 de septiembre del 2013.

El cobre se utiliza en los techos tradicionales y en los revestimientos de las paredes. Es el metal mayormente utilizado para cableados y plomería ambiental. También suele ser el material elegido en la construcción de baños, iluminación y accesorios decorativos. Sus componentes garantizan un óptimo rendimiento de las nuevas tecnologías, incluyendo motores HVAC de alta eficiencia, iluminación y sistemas eléctricos, e incluso en las células fotovoltaicas de última generación.<sup>61</sup>

### **6.2.2. El cobre es una materia prima totalmente reciclable y por lo tanto una fuente renovable para nuestro futuro.**

Siendo el cobre prácticamente indestructible, permite ser totalmente reciclado sin perder ninguna de sus prestaciones.

Cuando los productos de cobre llegan al final de su vida útil, el metal sigue manteniendo íntegras sus propiedades físico-químicas y puede por lo tanto ser totalmente reciclado para convertirse otra vez en una nueva materia prima, contribuyendo de este modo a preservar los recursos naturales mundiales.

Se estima que aproximadamente un 80% del cobre explotado a lo largo de la historia está todavía hoy en uso, después de haber sido refundido y transformado en diversas ocasiones, contribuyendo a conservar los recursos minerales disponibles.

Para destacar la importancia del reciclaje cabe recordar que:

### **6.2.3. El cobre es un metal reciclable al 100%.**

La óptima organización actual en el circuito de reciclaje de productos de cobre (con una amplia red de puntos de colecta) junto con el alto rendimiento del material reciclado resultante, contribuye al éxito de la recuperación y reutilización del cobre, siendo uno de los metales más reciclados. En Europa, el porcentaje de recuperación de cobre a partir de productos al final de su vida útil y reutilizado en procesos productivos, se estima en un 70% del total potencial disponible.

### **6.2.4. El cobre reciclado tiene las mismas características químicas, físicas y tecnológicas que el cobre primario.**

En consecuencia, no sufre ni pérdidas de rendimiento ni tiene limitaciones para ser reutilizado.

### **6.2.5. La producción europea de semielaborados de cobre proviene en un 50 % de productos reciclados.**

El reciclaje de chatarra constituye un elemento fundamental en la producción de semielaborados de cobre: exceptuando el alambrón, su peso en la producción de semielaborados de cobre es equiparable al de la materia prima virgen (cátodos), alrededor de un 50%, siendo en algunos sectores aún más elevado; en el caso de las barras de latón, la chatarra puede suponer hasta un 80-90% del total de la materia prima utilizada.

## **6.2.6. Los desechos de cobre son una fuente de recursos.**

El reciclaje del cobre permite ahorrar un 85% de la energía necesaria para producir el metal primario (fuente: Bureau of International Recycling)

## **6.2.7. Reciclar ayuda al medio ambiente.**

Ya que permite reducir:

- Las emisiones ligadas a procesos de extracción y refinado del cobre primario.
- El volumen de desechos sólidos y los costes y problemas derivados de su eliminación.

## **6.2.8. El cobre recuperado es “la auténtica mina de Europa”.**

La recuperación compensa la falta de minas de cobre en Europa y por tanto la dependencia de nuestra industria de las importaciones de materia prima. Los productos que utilizamos a diario contienen millones de toneladas de cobre que podrá ser reutilizado al final del ciclo de vida de los mismos, convirtiéndose en un nuevo recurso disponible para nuestro futuro.

## **6.2.9. Material reciclado.**

Debido a que el metal recuperado proviene de desechos de fabricación de productos semielaborados (y no del metal contenido en el material en desuso), se establece una fuerte sinergia entre los fabricantes de semielaborados y las industrias que los utilizan, que tiene como resultado un sistema más competitivo.<sup>62</sup>

## **6.2.10. Productos y mercados.**

Gama de producto KME® abarca un surtido completo de semielaborados en cobre y aleaciones de cobre diseñados para satisfacer múltiples aplicaciones. Manteniendo asimismo una comunicación con sus clientes con el fin de poder desarrollar junto a ellos soluciones innovadoras y económicamente ventajosas en todas las aplicaciones del cobre.



Figura 131. Arquitectura y edificación. ([http://www.kme.com/es/productos\\_y\\_mercados](http://www.kme.com/es/productos_y_mercados)) consultada el 17 de septiembre del 2013.

El cobre como material de base para la arquitectura y la construcción: superficies y sistemas para el revestimiento de tejados y fachadas y para el drenaje de aguas pluviales.



Figura 132. Tubos sanitarios.

([http://www.kme.com/es/productos\\_y\\_mercados](http://www.kme.com/es/productos_y_mercados)) consultada el 17 de septiembre del 2013.

Tubos de cobre de altas prestaciones, tanto desnudos como aislados, para aplicaciones hidro-termosanitarias y de calefacción en la construcción, así como en la distribución de gases medicinales en la industria hospitalaria.



Figura 133. Tubos industriales.

([http://www.kme.com/es/productos\\_y\\_mercados](http://www.kme.com/es/productos_y_mercados)) consultada el 17 de septiembre del 2013.

Tubos de cobre de alta calidad para satisfacer múltiples aplicaciones industriales: instalaciones de aire acondicionado y refrigeración, construcción de calderas, realización de cables coaxiales de alta frecuencia, accesorios, industria solar térmica...



Figura 134. Laminados industriales. ([http://www.kme.com/es/productos\\_y\\_mercados](http://www.kme.com/es/productos_y_mercados)) consultada el 17 de septiembre del 2013.

Laminados de cobre, latón, bronce u otras aleaciones de cobre fabricados en todas las formas y dimensiones, así como con distintos tratamientos en la superficie, con el fin de satisfacer la demanda de los distintos sectores industriales.



Figura 135. Barras de cobre y latón. ([http://www.kme.com/es/productos\\_y\\_mercados](http://www.kme.com/es/productos_y_mercados)) consultada el 17 de septiembre del 213.



Figura 136. Tecnología de fundición y colada. ([http://www.kme.com/es/productos\\_y\\_mercados](http://www.kme.com/es/productos_y_mercados)) consultada el 17 de septiembre del 213.



Figura 137. Productos especiales. ([http://www.kme.com/es/productos\\_y\\_mercados](http://www.kme.com/es/productos_y_mercados)) consultada el 17 de septiembre del 213.

Tuberías para la industria marina, fajos de tubos, cables con aislamiento mineral, productos de extrusión y trefilados especiales en todas las formas y dimensiones, y mecanizados adaptados a cualquier diseño.



Figura 138. Aleaciones de cobre antimicrobianas KME Plus®. ([http://www.kme.com/es/productos\\_y\\_mercados](http://www.kme.com/es/productos_y_mercados)) consultada el 17 de septiembre del 213.

## 6.2.11. MERCADOS.

Resultaría muy difícil imaginar el mundo actual sin cobre: la energía eléctrica, calefacción, aire acondicionado, fontanería, los transportes y las telecomunicaciones no serían posibles tal y como los conocemos sin el uso de componentes de cobre.<sup>63</sup>

Empresa: KME®.

País: Europa.

## 6.3. Aleaciones de cobre antimicrobianas KME Plus®.

### 6.3.1. La nueva gama de aleaciones con actividad antimicrobiana avalada por datos científicos.

Como **primer fabricante europeo** de semielaborados de cobre en obtener el derecho de uso de la marca “Antimicrobial Copper” y el logotipo “Cu+”, KME presenta una nueva oferta de aleaciones de cobre con características antimicrobianas especiales y que pueden utilizarse en superficies con las que solemos entrar en contacto.

La **eficacia antimicrobiana** probada de las aleaciones **KME Plus®** permite su comercialización con el logotipo “Cu+” que confirma que todas las aleaciones de la gama son “**la superficie antimicrobiana más eficaz**”.



Figura 139. aleaciones de cobre con características antimicrobianas especiales. (<http://www.kme.com/es/cobreantimicrobiano>) consultada el 17 de septiembre del 2013.

Por consiguiente, las aleaciones **KME Plus®** **umentan la higiene** y reducen los patógenos nocivos en todos los lugares públicos en los que el nivel de exposición a bacterias y virus que causan infecciones suele ser elevado, lo que puede derivar en enfermedades graves.

Durante la fase de diseño, la elección de **aleaciones KME Plus®** puede **reducir significativamente el riesgo de infección** por contacto con una superficie contaminada.

La amplia gama de aleaciones de colores con propiedades antimicrobianas que ofrece KME permite a arquitectos y diseñadores beneficiarse de las importantes propiedades antimicrobianas de los materiales KME Plus® sin dejar de lado la creatividad del proyecto.<sup>64</sup>

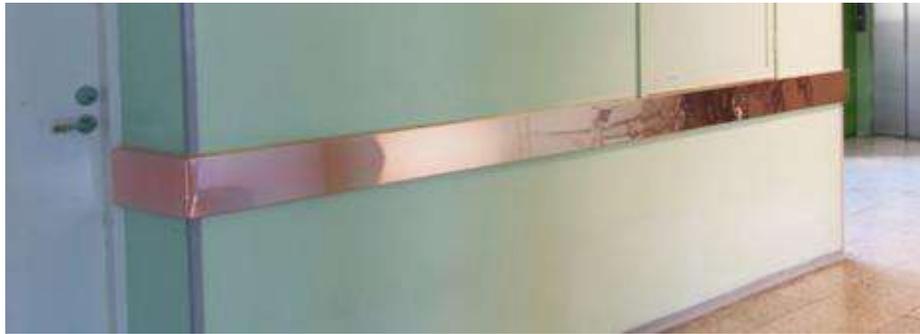


Figura 140. Gama de aleaciones de colores con propiedades antimicrobianas. (<http://www.kme.com/es/cobreantimicrobiano>) consultada el 17 de septiembre del 2013.

Empresa: KME®.

País: Europa.

### 6.4. Tuberías y Conexiones de Cobre.



Figura 141. Tuberías de cobre. (<http://www.plomerama.mx/productos/plomeria/tuberias-y-conexiones-de-cobre/>) consultada el 17 de septiembre del 2013.

Hoy, las tuberías de cobre son cada vez más utilizadas en diversos tipos de construcciones, ya sea de viviendas o empresas, pues disminuyen costos y tiempos al poseer un amplio rango de diámetros y grosores en sus paredes, lo que permite una gran adaptación a otras piezas, especialmente en instalaciones de agua y gas.

Los usuarios, por su parte, prefieren las tuberías de cobre porque son confiables y seguras, ya que en las uniones siempre mantienen la firmeza, y la posibilidad de fuga de gas es casi nula. Su mantenimiento es mucho menor que otros tipos de tubo y la vida útil es eterna.

## **6.4.1. Existen varias razones por las cuales se aconseja optar por estas tuberías:**

- Su durabilidad, ya que el cobre no se corroe ni con el agua ni con la atmósfera.
- Su flexibilidad, ya que este tipo de tubería es totalmente moldeable, permite hacer uniones, doblarlas, y además, es fácil de instalar.
- Sus propiedades antibacterianas, que evitan transmisiones de enfermedades a través del agua en baños y cocinas.
- Su facilidad de transporte, ya que es liviano, se puede enrollar y guardar.
- Su corrosión casi nula, ya que es resistente a cualquier tipo de químicos que pueda contener el agua.

## **6.4.2. Tipo L.**

Es un tipo de tubería a usarse en instalaciones hidráulicas en condiciones severas de servicio en donde las presiones de trabajo y temperatura son más elevadas de lo normal.

Características.

- Temple Rígido.
- Color de identificación Azul.
- Grabado (bajo relieve) Sí.
- Longitud del tramo 6.10 m (20 pies).
- Diámetros 1/4" a 4".

## **6.4.3. Tipo M.**

Es un tipo de tubería a usarse en instalaciones hidráulicas de agua fría y caliente, en casas de I.S, Medio y Residencial, en Edificios Habitacionales, y Unidades donde la presión de Trabajo son normales.

Características.

- Temple Rígido.
- Color de identificación Rojo.
- Grabado (bajo relieve) Sí.
- Longitud del tramo 6.10 m (20 pies).
- Diámetros 1/4" a 4".

## 6.4.4. Tipo K.

Es la denominación para la tubería que por sus características se recomienda usar en instalaciones de tipo industrial, conduciendo líquidos y gases en condiciones más severas de presión y temperatura.

Características.

- Temple Rígido.
- Color de identificación Verde.
- Grabado (bajo relieve) Sí.
- Longitud del tramo 6.10 m (20 pies).
- Diámetros 3/8" a 2".

## 6.4.5. Tipo "L" Flexible.

Se fabrica para ser usada en tomas domiciliarias de agua potable, en instalaciones de gas natural y L.P.; aire acondicionado, refrigeración, oxígeno, óxido nitroso, etc.

Características.

- Temple Flexible.
- Color de indentificación No aplica.
- Grabado (bajo relieve) Sí.
- Longitud del rollo 18.30 m (60 pies).
- Diámetros ¼" a 1".

## 6.4.6. Tipo Refrigeración.

Es un tipo de tubería a usarse en instalaciones de gas, aire acondicionado y refrigeración.

Características.

- Temple Flexible.
- Color de identificación No aplica.
- Grabado (bajo relieve) Sí.
- Longitud del rollo 15.24 m (50 pies).
- Diámetros 1/8" a 3/4.<sup>65</sup>

Empresa: Plomerama.

País: México.

## 6.5. Cables con aislamiento mineral.

Gracias a su composición especial, los cables con aislamiento mineral de KME® garantizan la máxima protección frente a incendios y daños mecánicos.

El Cable con aislamiento mineral es la forma más segura de transmisión eléctrica y térmica (prevención y protección frente a incendios en aplicaciones industriales y civiles) así como para la detección eléctrica térmica (procesos industriales y de la construcción).

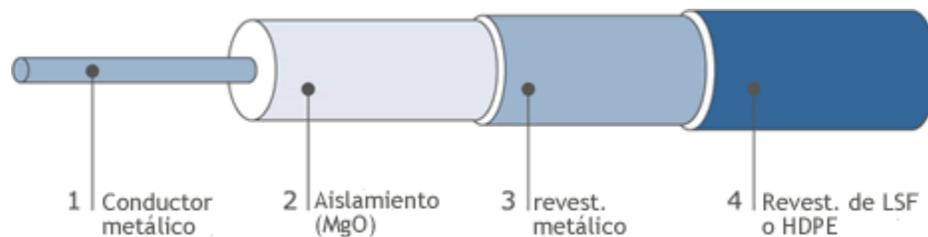


Figura 142. Cable con aislamiento mineral de KME®.

([http://www.kme.com/es/cables con aislamiento mineral](http://www.kme.com/es/cables%20con%20aislamiento%20mineral)) consultada el 17 de septiembre del 2013.

El cable con aislamiento mineral de KME® está compuesto por materiales completamente inertes, con una base mineral, y cuenta con las propiedades siguientes:

1. Un punto de fusión extremadamente elevado, mucho más alto que las temperaturas registradas en presencia de fuego.
2. Una durabilidad extremadamente alta gracias a las propiedades eléctricas y mecánicas de los materiales utilizados.
3. Una elevada resistencia mecánica gracias a un revestimiento metálico exterior y a la elevada compresión del polvo de óxido de magnesio.
4. Buenas cualidades estéticas, que mejoran con el tiempo gracias a la oxidación del cobre que proporciona un “camuflaje” perfecto del cable en edificios históricos y monumentos.
5. Excelente plegabilidad y manejabilidad, reduciendo el tiempo de instalación.
6. Alto rendimiento en términos de resistencia térmica y resistencia del revestimiento, si se utiliza como cable térmico.
7. Excelente resistencia a la corrosión del revestimiento exterior de cuproníquel en los cables térmicos.

## 6.5.1. Ventajas de los cables con aislamiento mineral.

**Ignífugos:** El cable eléctrico MICO® puede soportar temperaturas muy elevadas (superiores a 1,000 °C) puesto que todos sus componentes son inorgánicos. Son capaces de seguir funcionando incluso durante un incendio, manteniendo el abastecimiento energético para los servicios de emergencia, lo que permite la activación de todas las medidas de seguridad y protección del edificio.

**Impermeables:** El revestimiento metálico con aislamiento mineral y las conexiones de estanquidad especiales IP67 evitan la penetración de agua y polvo hacia el núcleo del cable. Los cables con aislamiento mineral también pueden utilizarse en aplicaciones al aire libre o para instalaciones debajo de hormigón si están correctamente protegidos frente a la corriente inducida.

**Resistencia mecánica:** El revestimiento metálico actúa como pantalla protectora, así los cables con aislamiento mineral pueden soportar un estrés mecánico extremadamente elevado como la presión y el curvado con un radio igual a 6 veces el diámetro del cable.

**Temperaturas de funcionamiento elevadas:** El cable con aislamiento mineral con un revestimiento de cobre (**eléctrico y térmico**) funciona a una temperatura ambiente de hasta 250 °C; el cable con revestimiento de cuproníquel puede soportar hasta 400 °C; para temperaturas más elevadas la vida útil del cable disminuye a medida que se aproxima el punto de fusión del cobre (1,083 °C).<sup>66</sup>

Empresa: KME®.

País: Europa.

## 6.6. El aluminio.

El aluminio es un metal muy reciente, extraído por primera vez en 1854. Producido comercialmente como un metal precioso desde 1886, no fue hasta la década de 1950 cuando se comenzó a utilizar en aplicaciones civiles.

La primera utilización conocida del aluminio en la edificación se remonta a 1898 cuando la cúpula de la iglesia de San Joaquín en Roma fue revestida con láminas de aluminio. El impresionante Empire State Building en New York, inspirado en Art-Deco, fue el primer edificio en utilizar componentes de aluminio anodizado en 1931.

Actualmente el aluminio es utilizado en gran cantidad de aplicaciones en la construcción, y es el material preferido para muros cortina, marcos de ventanas, y otras estructuras de cristal. Se utiliza también para persianas enrollable, puertas, cerramientos exteriores y cubiertas, falsos techos, paneles de pared y tabiques, equipos de calefacción y ventilación, protecciones solares, reflectores de luz y edificios prefabricados. Las estructuras de alta mar, plataformas de aterrizaje, barandillas, andamios, o escaleras de mano, también suelen realizarse en aluminio.

## **6.6.1. Origen del metal.**

Más de la mitad del aluminio que actualmente produce la Unión Europea se origina a partir de materias primas recicladas, y esta tendencia va en aumento. Como la energía requerida para reciclar el aluminio es solo un 5% de la energía necesaria para la producción primaria, los beneficios ecológicos del reciclaje son evidentes.

Debido a la larga vida útil de los edificios y vehículos de transporte, la cantidad disponible de chatarra de aluminio se ve limitada a la que fue puesta en el mercado hace tiempo. Este volumen es mucho menor que las necesidades actuales, así que la cantidad restante tiene que ser suministrada por la industria del aluminio primario.

La bauxita, el mineral del que se extrae el aluminio primario, se origina principalmente en Australia, Brasil, África Occidental y las Indias Occidentales, y también en otras regiones tropicales y subtropicales. Las nuevas áreas mineras se equilibran con la rehabilitación de las zonas mineras existentes. El 98% de las minas cuentan con planes de rehabilitación y la reforestación en la zona de bosques nativos se espera que sea mayor que la vegetación original antes de la explotación.

El aluminio primario se obtiene por la electrólisis de la alúmina (óxido de aluminio) que se extrae de la bauxita.

## **6.6.2. Transformación.**

Los perfiles de aluminio se obtienen a través del proceso de extrusión que consiste en pulsar un tocho cilíndrico caliente de aluminio a través de una forma dada. La facilidad con que las aleaciones de aluminio pueden ser extruidas en formas complejas permite que el diseñador realice con el metal exactamente lo que necesita, y también que introduzca características multi-funcionales. Los productos extrusionados de aluminio se utilizan en edificios comerciales y domésticos para ventanas, puertas, muros cortinas, estructuras de casas prefabricadas, y en muchas otras aplicaciones.

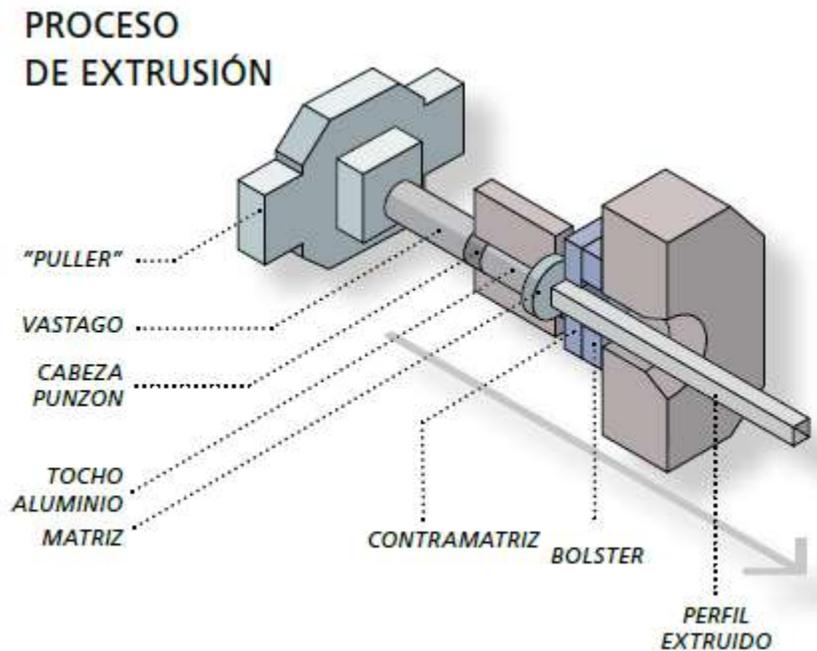


Figura 143. Proceso de extrusión del aluminio. (<http://www.alueurope.eu/wp-content/uploads/2011/08/La-sostenibilidad-del-aluminio-en-la-edificacion.pdf>) consultada el 17 de septiembre del 2013.

Los productos planos de aluminio se obtienen a través del proceso de laminación, mediante el cual grandes planchas de aluminio se introducen en los laminadores y se convierten en láminas de diferentes espesores. El proceso suele comenzar con un método de laminación en caliente, sosteniendo el bloque de un lado a otro a través de un rodillo. La reducción del material final se realiza a través de un proceso de laminado en frío, y la hoja se puede reducir a un espesor de 0.15mm. La hoja puede ser aún más reducida, llegando en el papel de aluminio a un espesor de 0.007 mm. Las hojas se pueden formar para el uso, por ejemplo, de revestimiento de paneles o persianas, mientras que las láminas se suelen aplicar a otros materiales (por ejemplo aislamiento).

El aluminio es uno de los pocos metales que puede ser moldeado en todos los procesos de fundición de metal. Los métodos más comunes incluyen fundición, moldeado permanente y el bastidor de arena. Prácticamente se puede moldear en cualquier tamaño y, para los arquitectos el aluminio proporciona tanta flexibilidad que ofrece pocas restricciones en el diseño.<sup>67</sup>

## PROCESO DE LAMINACIÓN EN CALIENTE

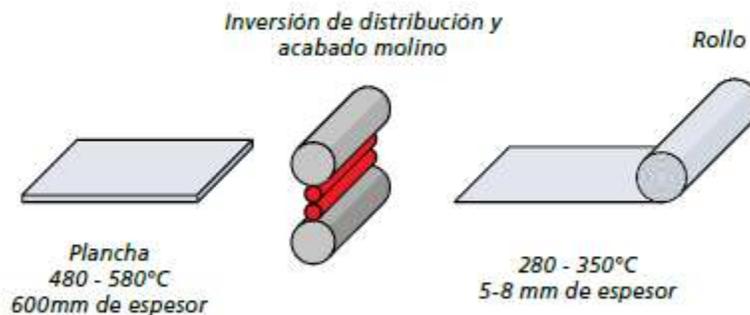


Figura 144. Proceso de laminación en caliente. (<http://www.alueurope.eu/wp-content/uploads/2011/08/La-sostenibilidad-del-aluminio-en-la-edificacion.pdf>) consultada el 17 de septiembre del 2013.

### 6.6.3. Propiedades.

El aluminio es el metal no ferroso más abundante de la corteza terrestre, siendo el segundo elemento en cantidad después del sílice (silicatos de aluminio). Es extraído principalmente de la bauxita. No se encuentra en estado libre, sino formando compuesto con el oxígeno.

El aluminio es un metal blanco plateado con gran cantidad de usos, debido principalmente a sus propiedades naturales de ligereza, resistencia, plasticidad y versatilidad. En la actualidad se ha convertido en un material con innumerables aplicaciones en todos los ámbitos de producción y consumo de la sociedad actual: transporte, construcción, decoración, señalización, embalaje o incluso moda, ofreciendo las mejores opciones en funcionalidad y estética.

Tiene un peso específico de 2.7 Kg / dm<sup>3</sup> y funde a los 667 °C. Su resistencia a la tracción es de unos 10 Kg/mm<sup>2</sup> si es fundido o recocido, valor que se duplica si está laminado en frío (agrio); esta resistencia decrece rápidamente si aumenta la temperatura. Así, a 300 °C su resistencia disminuye a un tercio y a 500 °C a un décimo de su valor en frío.

Como propiedades físicas y químicas que hacen a este metal óptimo para construcción, automoción e industria aeroespacial, se pueden destacar, además de su resistencia y plasticidad, su baja densidad, su ductilidad y maleabilidad y su gran conductividad. A temperaturas cercanas a su punto de fusión se vuelve quebradizo. Al combinarse con otros metales, las nuevas aleaciones son duras y livianas.

Resiste el ataque de la mayoría de los ácidos orgánicos y a la corrosión (más ligeramente y lo cubre de una delgada y compacta capa de óxido que le aísla e impide que siga reaccionando. Esta oxidación puede producirse de manera controlada por medio de un proceso denominado anodización.

Es además un material no tóxico, lo que permite su utilización en la fabricación de utensilios de cocina, papel de aluminio, envases que contengan líquidos alimenticios como cerveza, refrescos, etc.

La reciclabilidad del aluminio no afecta en absoluto a su calidad final. La fundición del aluminio requiere poca energía, solamente un 5% de la energía consumida inicialmente para producir metal primario es necesaria en el proceso de reciclaje.

#### **6.6.4. Barandillas de aluminio.**

Hace más de 35 años que las barandillas HORIZONTAL se venden con éxito en numerosos países, evolucionando constantemente su diseño y manteniendo inalterable su calidad.

Los sistemas HORIZONTAL permiten numerosas configuraciones de balcones para adaptarse a las distintas arquitecturas.

Su estilo flexible y elegante realza los valores de fachada y ofrece a la mirada el placer de los encadenamientos de líneas rectas o curvas. La posibilidad de incorporar elementos decorativos sobre paneles, vidrios o barrotes, confiere al creador una gran libertad de diseño.

El montaje rápido en obra y la exacta nivelación son una realidad incluso sobre superficies irregulares, gracias a las tolerancias de ajuste de los soportes patentados y las bridas de fijación del pasamanos.

Las barandillas HORIZONTAL cumplen la normativa vigente y han sido certificadas por un Instituto de control, incluyendo las pruebas de carga.



Figura 145. Barandillas de aluminio. (<http://www.promateriales.com/pdf/pm0706.pdf>) consultada el 18 de septiembre del 2013.

Empresa: COALSA comercial del aluminio s.a.

### **6.6.5. Sistemas de Edificación en Aluminio.**

#### **6.6.5.1. Ventanas y balconeras con o sin Rotura de Puente Térmico.**

En aluminio se fabrican ventanas fijas, abisagradas, pivotantes, proyectantes y correderas.

##### **6.6.5.1.1. Ventanas fijas.**

De una hoja o dos hojas.

##### **6.6.5.1.2. Practicables, abisagradas o abatibles.**

Los herrajes practicables nos permiten la apertura de la hoja teniendo como eje de giro el marco vertical de la ventana. Dependiendo del sentido del desplazamiento de la hoja, se considerarán de apertura exterior o interior. Habitualmente una o dos hojas.

### **6.6.5.1.3. Correderas.**

El cierre en los sistemas correderos se realiza al centro mediante un perfil vertical que, a modo de translope, impide el cruce total entre las hojas y facilita el sellado mediante felpudos o felpas 100% de polipropileno. Para los cierres laterales de las hojas con el marco se emplean herrajes embutidos, que permiten la apertura desde el interior y exterior para uso en puertas balconeras o por el contrario, impedir la apertura con sistemas de bloqueo con o sin llave incluidos en el mismo herraje.

Los sistemas correderos tienen la limitación de que solo permiten utilizar una parte del hueco -generalmente la mitad-, y que su ajuste es menos hermético que en los sistemas practicables/oscilobatientes, reduciendo las condiciones de estanqueidad al agua y aumentando la permeabilidad al aire. El aislamiento térmico y acústico no tiene por qué ser necesariamente menor.

Existen correderas de dos hojas, correderas de dos hojas y fijo superior, correderas de dos hojas y fijo inferior, correderas de dos hojas y fijo superior e inferior, correderas de dos hojas con alzables superiores y fijo inferior, correderas de tres hojas, correderas de cuatro hojas y ventanas de guillotina: apertura ascendente, apertura doble independiente y apertura opuesta.

### **6.6.5.1.4. Oscilobatientes.**

Ventanas denominadas de doble junta, permiten el uso de herrajes que combinan la apertura del sistema practicable con el oscilante, que permite abatir la hoja teniendo como eje de giro la sección inferior del marco que ocupa dicha hoja.

La apertura proporcionada por este sistema permite la entrada de aire o la renovación del aire al interior de la habitación con la apertura mínima de la hoja.

El sistema de herraje oscilobatiente que rodea el perímetro de la hoja, permite alternar el eje de giro de la ventana, de forma que cambiando la posición de la manivela, pueda optar por abrir la ventana alrededor de un eje horizontal o vertical.

### **6.6.5.1.5. Puertas abisagradas, de libro o de vaivén.**

Con panel decorativo en aluminio, pueden ser combinadas con fijos acristalados y vidrieras decorativas. Se emplean bisagras especiales solapadas y reforzadas de aluminio para distribuir el peso del panel sobre la estructura primaria del marco.

## 6.6.5.1.6. Muros cortina.

Conocidos también como fachadas ligeras, están compuestos por elementos de bajo peso y delgado espesor, lo que les confiere su capacidad autoportante. Se fijan a la estructura resistente sin ser parte constitutiva de la misma.

Para los elementos estructurales portantes y anclajes, se usan, habitualmente, perfiles laminados de acero. Para las partes opacas, aluminio lacado o anodizado; y distintos tipos de vidrio para un extenso tipo de ventanas: fijas, de movimiento simple, abatibles de eje vertical u horizontal y practicables al interior o al exterior, pivotantes de eje central o lateral, basculantes de eje superior, central o inferior, de lamas orientables (verticales u horizontales), deslizantes por traslación vertical (guillotina) u horizontal (corredera), ventanas de movimiento compuesto, plegables, etc.

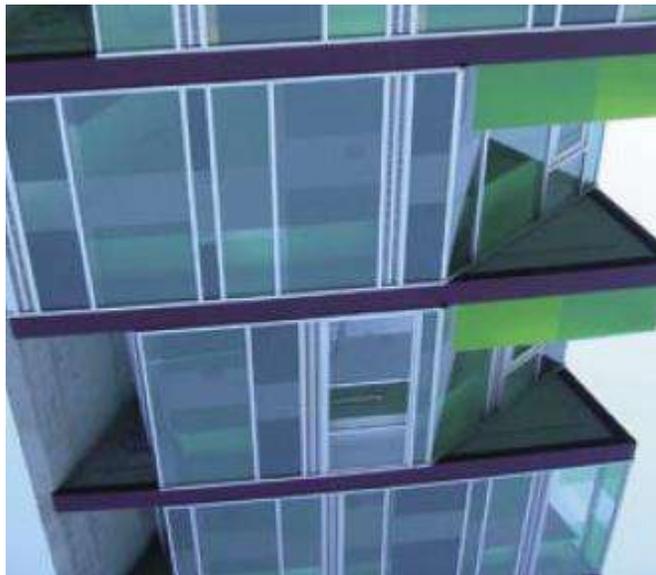


Figura 146. (<http://www.promateriales.com/pdf/pm0706.pdf>) consultada el 18 de septiembre del 2013.

## 6.6.5.1.7. Fachadas ventiladas.

Constituidas por chapas, paneles o casetes de aluminio o composites, soportados con perfiles de aluminio, y unidos a ellos de forma oculta o vista, con fijaciones mecánicas o químicas. Sus acabados más frecuentes son:

- Con aspecto enrejado y combinado con cristal
- Con aspecto enrejado y vidrio unido con siliconas o junquillos
- Fachadas modulares
- Fachadas y cristaleras fotovoltaicas

## 6.6.5.1.8. Mallorquinas.

La mallorquina es una contraventana cuyas hojas en lugar de vidrios, portan lamas de persiana giratorias, que se accionan desde el interior, pudiendo regular la entrada de luz hasta el oscurecimiento total del habitáculo. Estas lamas pueden ser fijas también. Al igual que toda contraventana<sup>68</sup>

## 6.6.6. Fachada en capas de Metal Natural crea colorido diseño de jardín de invierno.



Figura 147. Wintergarden Shopping Centre.

(<http://alpolic-usa.com/es/arquitectura/fachada-en-capas-de-metal-natural-crea-colorido-diseno-de-jardin-de-invierno/#comment-3009>) consultada el 03 de octubre del 2013.

El Wintergarden Shopping Centre cuenta con un diseño exterior como ningún otro, con una interpretación muy literal de un jardín de invierno. Los diseñadores de **studio505** utilizaron una amplia gama de colores para recrear la rica diversidad de vida que se encuentra dentro de un bosque.



Figura 148. Fachada multicapas. (<http://alpolic-usa.com/es/arquitectura/fachada-en-capas-de-metal-natural-crea-colorido-diseno-de-jardin-de-invierno/#comment-3009>) consultada el 03 de octubre del 2013.

La fachada multicapas utiliza varias técnicas de fabricación como corte dinámico, tallado y plegado. Plegadas a mano las hojas de acero inoxidable sirven como capa frontal de la fachada con varias capas de aluminio, acero y capas compuestas por detrás. Las capas de corte con láser muestran la extraordinaria relación entre la naturaleza, la geometría y la abstracción.

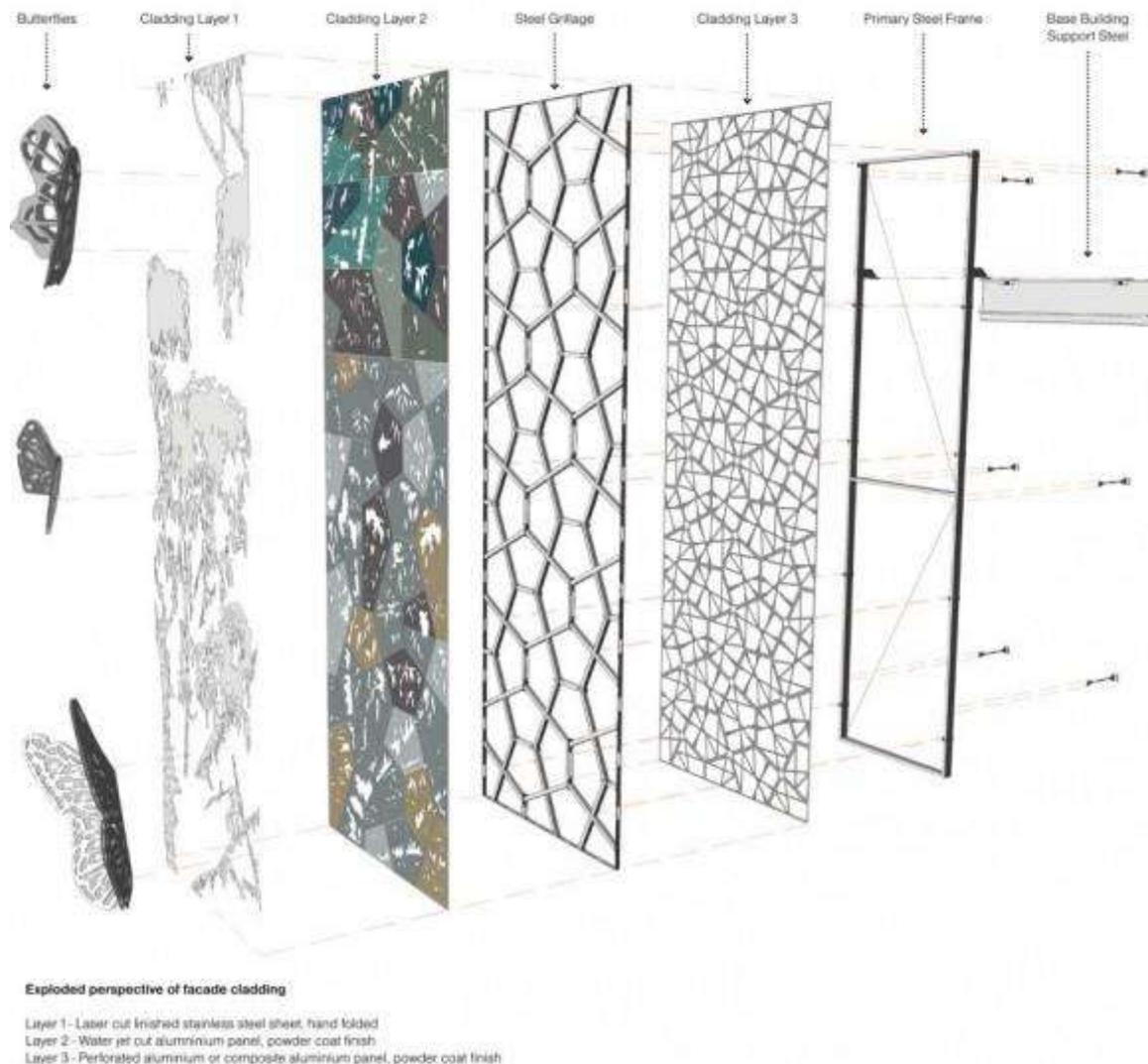


Figura 149. Cortes y pliegues de la fachada.

(<http://alpolic-usa.com/es/arquitectura/fachada-en-capas-de-metal-natural-crea-colorido-diseno-de-jardin-de-invierno/#comment-3009>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Se ha creado una experiencia visual sin igual, variando la intensidad de la luz natural se realzan los cortes y pliegues de la fachada como si fuera el paso de los días y cambio de estaciones. Hay un sistema de iluminación sutil detrás de la fachada que es utilizado por la noche, que tiene la intención de llevar al público a través de las cuatro estaciones en una sola noche.

La complejidad de los paneles finamente cortadas, acoplado con el método de superposición de varias hojas, lo convierte en un diseño realmente impresionante.

**Proyecto:** Wintergarden Shopping Centre

**Ubicación:** Brisbane, Australia

**Arquitecto/Diseño:** studio505

**Construcción:** April 2012

**NON-ALPOLIC.**<sup>69</sup>

## 6.6.7. Brotes de plantas a través de una fachada de aluminio perforado en Japón.



Figura 150. Fachada (<http://alpolic-usa.com/es/arquitectura/brotos-de-plantas-a-traves-de-una-fachada-de-aluminio-perforado-en-japon/#comment-2747>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Los paneles de aluminio de la fachada del 'Green Cast' fueron perforados con decenas de pequeños agujeros que permitieron al follaje brotar en todo el frente de la estructura. Los paneles de aluminio fundidos a presión fueron formados contra de la resina sintética existente del edificio para darle aspecto rugoso y grumoso al exterior.



Figura 151. Paneles de aluminio de la fachada del 'Green Cast' (<http://alpolice.com/es/arquitectura/brotos-de-plantas-a-traves-de-una-fachada-de-aluminio-perforado-en-japon/#comment-2747>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Diseñado por **Kengo Kuma & Associates** en 2010, el proyecto cuenta con su propio sistema de ventilación y drenaje de aguas pluviales ocultos detrás de los paneles. Una farmacia, clínica, oficinas y apartamentos se ocultan dentro de este edificio de cuatro pisos de usos múltiples. El contraste de las plantas verdes que brotan de la fachada pálida crea una interpretación única de un diseño orgánico.



Figura 152. (<http://alpolic-usa.com/es/arquitectura/brotos-de-plantas-a-traves-de-una-fachada-de-aluminio-perforado-en-japon/#comment-2747>) consultada el 03 de octubre del 2013.

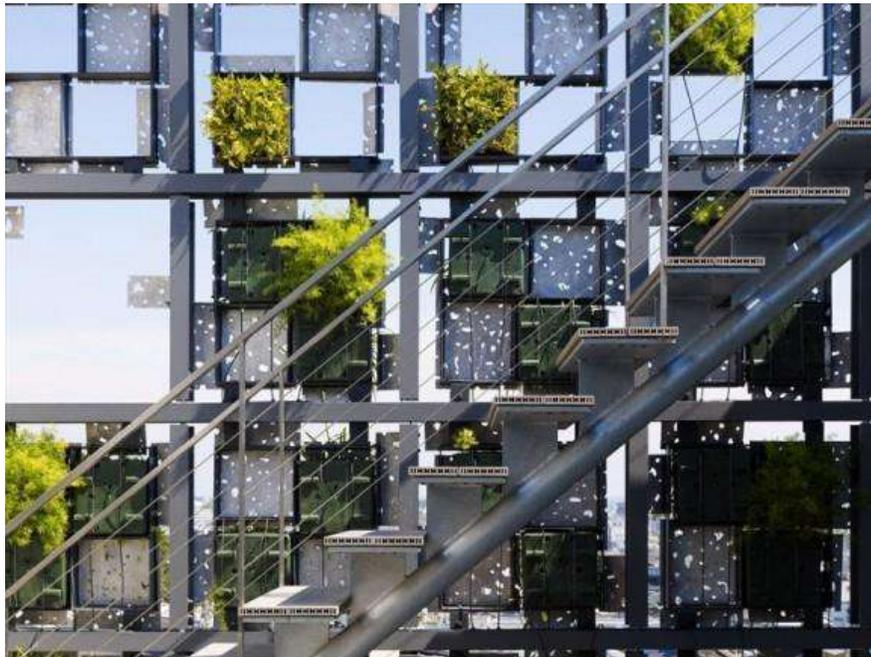


Figura 153. (<http://alpolic-usa.com/es/arquitectura/brotos-de-plantas-a-traves-de-una-fachada-de-aluminio-perforado-en-japon/#comment-2747>) consultada el 03 de octubre del 2013.

**Ubicación:** Odawara-shi, Kanagawa Prefectura, Japón

**Diseñadores:** Kengo Kuma & Associates

**Estado:** Mayo 2010-Junio 2011

**NON-ALPOLIC.**<sup>70</sup>

## **6.7. Zinc... un material sostenible.**

El zinc es un componente natural de la litósfera y parte integrante de nuestro entorno. El zinc está presente en rocas y suelos, en el aire, el agua y la biósfera.

El zinc es un elemento natural y desempeña un papel esencial en los procesos biológicos de seres humanos, plantas y animales.

Una de las características más importantes del zinc es su capacidad para proteger al acero frente a la corrosión. La vida y la resistencia del acero aumentan considerablemente cuando está recubierto de zinc. Ningún otro material puede ofrecer al acero una protección tan eficiente y tan rentable.

El zinc puede reciclarse infinitamente sin perder propiedades ni calidad. Aunque el porcentaje de reciclado del zinc depende principalmente de la recolección de los productos que lo contienen, el 90% de los productos recolectados de este tipo se reciclan.

El zinc es un nutriente esencial para la salud y todo ser humano necesita este elemento para vivir. La aportación de un nivel adecuado de zinc en la dieta es un elemento clave en los esfuerzos por reducir las enfermedades infantiles, reforzar el crecimiento físico y reducir la mortalidad en los países en desarrollo.

La incorporación de zinc en los suelos y cultivos contribuiría de forma significativa a aumentar la seguridad alimentaria y a mejorar la salud del ser humano de una manera sostenible.

Los sistemas de energía que utilizan el zinc como materia base ofrecen enormes ventajas, entre ellas una alta energía específica, reciclabilidad y seguridad, además de un costo reducido y cero emisiones.

El zinc, con sus importantísimos atributos (durabilidad, reciclabilidad y necesidad para la vida) se posiciona como una buena alternativa para una sociedad sostenible.

Material extremadamente versátil, el zinc desempeña también un papel fundamental en determinadas aplicaciones industriales y productos. Por ejemplo, una de las cosas más importantes para las que se utiliza el zinc es para proteger el acero frente a la corrosión,

gracias a lo cual dicho producto es más duradero. Además, una menor corrosión significa también menores costos y un menor impacto medioambiental derivados del mantenimiento. Al final de su vida útil, los productos de zinc pueden reciclarse y el zinc que contenían puede ser recuperado sin ninguna pérdida en su calidad o propiedades.

Gracias a estas características intrínsecas —natural, esencial, duradero y reciclable—, el zinc constituye un material atractivo para todo un abanico de aplicaciones en el sector de transportes, infraestructuras, bienes de consumo o producción alimentaria. Además, gracias a su durabilidad y reciclabilidad, el uso del zinc contribuye a ahorrar recursos naturales y a potenciar la sostenibilidad.

En todo el mundo se producen anualmente más de 11 millones de toneladas de zinc. De ellas, casi el 50% se utiliza para galvanizado de acero, es decir, para protegerlo frente a la corrosión. En torno al 17% se utiliza para producir latón y otro 17% para la producción de aleaciones de base zinc, principalmente en el sector de moldeado por presión. Por último, también se utilizan cantidades significativas en compuestos, como por ejemplo en óxido de zinc y sulfato de zinc, así como en planchas de zinc, utilizadas en tejados, canalones y bajantes.

Estos proveedores, primeros usuarios del zinc, convierten el metal en una amplia variedad de productos. Las principales áreas de aplicación de los productos de zinc son: construcción (45%), transporte (25%), bienes de consumo y electrodomésticos (23%), e ingeniería (7%).

El zinc se desplaza constantemente en el entorno por medio de un proceso denominado “ciclo natural”. Las rocas y el suelo que contienen zinc se erosionan por los efectos de la lluvia, la nieve, el hielo, el calor del sol y el viento. A continuación, el viento y el agua transportan pequeñas cantidades de zinc hasta lagos, ríos y mares, donde o bien se deposita en forma de sedimentos o bien continúa desplazándose. Los fenómenos naturales tales como erupciones volcánicas, incendios forestales, tormentas de arena o aerosoles marinos contribuyen a este ciclo continuo del zinc en la naturaleza.

Durante el curso de la evolución, todos los organismos se han ido adaptando al zinc presente en su entorno y lo han utilizado para ciertos procesos metabólicos.

La cantidad de zinc presente en el entorno natural varía de un lugar a otro y de una estación a otra. Por ejemplo, la cantidad de zinc en la litósfera se sitúa entre 10 y 300 miligramos por kilo, mientras que en los ríos la presencia de zinc puede variar entre una cantidad inferior a 10 microgramos por litro a más de 200 microgramos. Por otro lado, en

otoño, por ejemplo, la caída de las hojas provoca un aumento estacional de los niveles de zinc en el suelo y el agua.

### **6.7.1. Emisiones de zinc a la atmósfera.**

La sal marina y el movimiento de las partículas de polvo en el aire son las principales fuentes de emisiones naturales de zinc a la atmósfera. Los incendios forestales y los volcanes también contribuyen, aunque en menor medida, a este ciclo natural del zinc. Se calcula que estas emisiones naturales de zinc ascienden a 5.9 millones de toneladas métricas anuales.

Por el contrario, las emisiones antropogénicas de zinc a la atmósfera (aquellas resultantes de actividades humanas, como la producción de metal, la eliminación de residuos y la combustión de combustibles fósiles) ascienden, según los cálculos, a tan sólo 57,000 toneladas anuales.

La vida en la Tierra ha evolucionado siempre en presencia de unos niveles naturales de zinc. Debido a esta disponibilidad general para los organismos y a sus características únicas, el zinc desempeña un papel fundamental en varios procesos biológicos. Así, el zinc es un elemento esencial para todas las formas de vida, desde el microorganismo más pequeño hasta el ser humano.

### **6.7.2. Zinc en el entorno.**

El impacto medioambiental del zinc (al igual que, en general, el de todos los elementos esenciales) no puede evaluarse de la misma manera que en el caso de los compuestos químicos artificiales. El zinc se genera de forma natural y, por ello, eliminarlo del medio ambiente no es posible. Además, el zinc es un elemento esencial y su eliminación tendría, a la larga, efectos perjudiciales en un ecosistema. En otras palabras, en este caso “menos” no significa necesariamente “mejor”.

La existencia de unos niveles elevados de zinc en el medio ambiente se debe a varias actividades humanas; entre las fuentes de emisiones se incluyen: efluentes municipales e industriales, impurezas de origen histórico, actividades mineras, geológicas y fuentes difusas (fuentes secundarias no vinculadas directamente con la producción o la fabricación de zinc). No obstante, una amplia evaluación sobre el riesgo del zinc en Europa concluyó que “los usos actuales del zinc y de los compuestos de zinc no llevan, por sí solos, a los elevados niveles de zinc que se encuentran en algunas regiones en aguas superficiales y sedimentos”. La distribución, el transporte y los efectos (biodisponibilidad) del zinc en el agua, sedimentos y suelo dependen, en gran medida, de las características

químicas y físicas específicas que presentan el entorno y los organismos del lugar correspondiente (por ejemplo, edad, tamaño, exposición previa, etc.). Por estas razones, para que una evaluación medioambiental del zinc pueda considerarse válida, deben tenerse en cuenta todos estos factores.



Figura 154. El zinc es utilizado para proteger al acero frente a la corrosión. La vida y la resistencia del acero aumentan considerablemente cuando está recubierto de zinc. Ningún otro material puede ofrecer al acero una protección tan eficiente y tan rentable. ([http://www.zinc.org/general/zinc\\_sustainable\\_material\\_spanish.pdf](http://www.zinc.org/general/zinc_sustainable_material_spanish.pdf)) consultada el 19 de septiembre del 2013.

Los recubrimientos de zinc protegen al acero al crear una barrera física y una protección catódica, gracias a lo cual su vida útil se prolonga indefinidamente.

Los daños provocados por la corrosión exigen reparaciones costosas y que requieren mucho tiempo y, según se ha estimado, representan un mínimo de un 4% del producto interno bruto (PIB) de un país. Al proteger el acero de la corrosión, el zinc está prestando un servicio incalculable: el zinc ayuda a ahorrar recursos naturales al prolongar la vida de productos y de importantes inversiones (viviendas, vehículos, puentes, infraestructuras portuarias, líneas de conducción eléctrica y distribución de agua, telecomunicaciones y transporte).

Esta durabilidad proporcionada por el galvanizado se consigue, además, a un precio medioambiental (en cuanto a consumo de energía y otros efectos) relativamente bajo, sobre todo si lo comparamos con el valor energético del acero que está protegiendo.<sup>71</sup>

© 2010 Internacional Zinc.

## 7. Materiales Sustentables con Propiedades Termo-Acústicas.

### 7.1. INTRODUCCIÓN: AISLAMIENTO TÉRMICO.

Cuando se habla de **aislamiento térmico** generalmente se piensa en el uso de materiales con una elevada **resistencia térmica** (o dicho en otros términos, un bajo nivel de conductancia), con los cuales se busca reducir el flujo de energía a través de los cerramientos. Sin embargo existe otro tipo de aislamiento, el **reflectante**, que funciona reduciendo el flujo de **calor radiante**. Algunos autores incluso señalan un tercer tipo de aislamiento, llamado **capacitivo**, si bien éste se explica mejor en términos de **masa térmica**.



Figura 155. Aislante térmico dentro del cerramiento. (<http://www.construccion-y-reformas.vilssa.com/articulos/los-materiales-aislantes-termicos>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

#### 7.1.1. Entre las principales funciones de los materiales aislantes se encuentran las siguientes:

- **Minimizar el paso de calor** a través de los cerramientos, reteniendo el calor en el interior de los edificios (aislamiento del frío) o evitando su ingreso (aislamiento del calor).

- **Controlar las temperaturas superficiales** de los cerramientos, manteniéndolas suficientemente altas para evitar las condensaciones, o suficientemente bajas para evitar elevadas temperaturas radiantes interiores.
- **Modificar la inercia térmica** de los cerramientos. En este caso los materiales aislantes generalmente se usan en combinación con materiales de elevada **masa térmica**. El comportamiento del cerramiento será muy diferente si la capa aislante se ubica hacia el interior o el exterior.

### 7.1.2. Aislamiento resistivo.

En general, además del vacío, los peores conductores de calor son los gases (como el aire), los cuales transmiten aún menos calor cuando se evitan sus movimientos convectivos. Esto último se puede lograr atrapando el gas en pequeños compartimentos o en cámaras muy delgadas. Debido a ello los materiales constructivos considerados como aislantes son precisamente aquellos que deben su ligereza a la gran cantidad de aire encapsulado en su interior, como las colchonetas hechas a base de fibras. Mientras más pequeños y numerosos sean los compartimentos de aire mayor será la capacidad de aislamiento. Tal es el caso de materiales como el poliuretano y el poliestireno, que son aun más eficientes que las colchonetas. Los materiales menos aislantes, obviamente, son los metales altamente conductivos como el acero y el cobre.

De acuerdo a algunas normas internacionales, se consideran aislantes los productos constructivos que tienen una **conductividad térmica** inferior a  $0.06 \text{ W/m}^\circ\text{C}$  y una **resistencia térmica** superior a  $0.5 \text{ m}^2\text{C/W}$  (en este último parámetro entra en juego el **espesor** del material). Por lo que respecta a la conductividad, uno de los materiales más aislantes empleados en la construcción es el poliisocianurato, con un valor de  $0.026 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ , mientras que en el límite superior se encuentran materiales como la fibra de madera ( $0.06 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ ).

#### 7.1.2.1. Productos aislantes resistivos.

Los productos aislantes resistivos se suelen encontrar en cuatro formas distintas: placas, fieltros, rociados (espreados), y rellenos:

##### 7.1.2.1.1. Placas.

Las placas rígidas generalmente se hacen con **espumas sintéticas** como el poliestireno expandido (EPS) o extrudido (XPS), el poliuretano expandido y el poliisocianurato. En ocasiones también se producen mediante materiales fibrosos prensados. Algunas placas

incluyen **películas reflectantes** para reducir también la transmisión de calor por radiación (ver más abajo *Aislamiento reflectante*).

Estos productos ofrecen un excelente aislamiento térmico (un elevado valor R) y acústico, además de que son relativamente resistentes a pesar de su ligereza. Por otro lado suelen brindar una buena cobertura superficial, reduciendo las pérdidas y ganancias de calor a través de fisuras, si bien es necesario tener cuidado con las juntas. Las placas aislantes generalmente se aplican en la parte externa de los cerramientos exteriores (muros y cubiertas) o en cámaras de aire. También es común su uso en cimentaciones, suelos y cielorrasos.

### 7.1.2.1.2. Fieltros.

Los fieltros (o colchonetas) se fabrican con distintos tipos de **fibras** que pueden ser sintéticas, de vidrio, minerales o naturales. La fibra de vidrio se produce con arena y vidrio reciclado, mientras que la fibra mineral se hace con una mezcla de roca basáltica y residuos metálicos triturados. Por lo que respecta a las fibras naturales, se han desarrollado fieltros a partir de la lana, el algodón e incluso productos como la cáscara de coco. Aunque no son tan eficientes como las placas aislantes, los fieltros representan una opción interesante desde el punto de vista de la sustentabilidad, sobre todo los que se derivan de productos naturales.

Los fieltros se encuentran disponibles en forma extendida o en rollos. Algunos incluyen películas textiles o plásticas, en una o ambas caras, con el objeto de brindarles mayor resistencia y estabilidad, impedir el paso del vapor de agua o incluso proporcionar aislamiento radiante. Una ventaja importante de los fieltros es su flexibilidad, ya que son muy fáciles de cortar y adaptar a distintas situaciones de obra.

### 7.1.2.1.3. Aislantes rociados.

Los aislantes rociados se componen de **fibras sueltas** o pequeños **agregados**, generalmente adicionados con **adhesivos** para hacerlos más resistentes. Generalmente se producen con fibras de vidrio, minerales o de celulosa, si bien en algunos lugares se emplean fibras de lana ovina. En el caso de las fibras de celulosa, casi siempre se producen a partir de papel reciclado y se tratan con químicos que retardan el fuego.

Estos aislantes suelen aplicarse sobre los cielorrasos o como relleno de cavidades en el interior de algunos cerramientos. Pueden proporcionar una buena resistencia a la **infiltración** si son lo suficientemente densos.

#### 7.1.2.1.4. Espumas de relleno.

Las espumas de relleno, generalmente producidas con base en materiales como el poliuretano, se introducen directamente en las cavidades de algunos cerramientos. Al inyectarla, la espuma se expande hasta llenar por completo dichas cavidades.

Una desventaja de las espumas es que casi siempre deben ser aplicadas por instaladores profesionales y con equipos especiales. Por otro lado, debido a la potencial toxicidad de algunas de ellas, es necesario garantizar que no queden expuestas al ambiente. Sin embargo ofrecen la posibilidad de generar un aislamiento perfectamente ajustado a las cavidades, haciendo más eficiente su función y reduciendo las infiltraciones de aire a través de la envolvente.

#### 7.1.3. Aislamiento reflectante (radiante).

A diferencia de los aislantes resistivos, que reducen la transferencia de calor por conducción, los **aislantes reflectantes** actúan como barrera a las **ondas radiantes**, principalmente aquellas ubicadas en el rango de los **infrarrojos**. Por lo general se producen fijando una capa de **aluminio**, u otro material de brillo similar, a una lámina más o menos flexible de plástico o de cartón.

En la gran mayoría de los materiales empleados en la construcción existe una relación directa entre su capacidad para absorber y emitir radiación, la cual depende tanto de su color como de sus características superficiales. Los materiales con acabado oscuro y mate suelen presentar valores altos de **absortancia** y **emisividad**, mientras que en los materiales con acabado claro y brillante estos valores suelen ser mucho más bajos. Estos últimos son los más adecuados para generar aislamiento reflectante. Obviamente mientras más claros y brillantes sean mayor será su eficiencia.

Debido a que los aislantes reflectantes sólo reducen la transferencia de calor radiante (no son buenos para reducir la transferencia por **conducción**) deben aplicarse en la superficie interior o exterior de los cerramientos, o bien dentro de una cámara de aire. Por otra parte es importante considerar que su nivel de resistencia a los flujos de calor depende en buena medida de la dirección de dichos flujos. Generalmente resultan más efectivos ante los **flujos de calor descendentes**.

Los aislantes reflectantes se pueden emplear para reducir tanto las ganancias de calor en los climas cálidos como las pérdidas en los climas fríos, aunque suelen ser bastante más

eficientes en la primera situación. En todo caso para ser efectivos deben tener un alto índice de **reflectancia** (por lo menos 0.9).<sup>72</sup>

#### **7.1.4. Las formas en las que se comercializan los distintos materiales aislantes térmicos son:**

**Panel rígido, para cerramientos verticales y horizontales.** Se trata de paneles con cierta resistencia que permiten poder ser pisados, por ejemplo, paneles rígidos para cubiertas o forjados.

**Manta flexible, para cerramientos horizontales.** Se usan para aislar forjados no transitables, por ejemplo: los bajo cubierta.

**Panel flexible,** para superficies irregulares, se usan en el caso de necesitar cubrir superficies que no son planas.

**Inyecciones.** Éste tipo de aislamientos se utilizan sobre todo en rehabilitaciones o para aislar puntos inaccesibles y que se encuentran dentro de los cerramientos.

**Coquillas.** Las coquillas son **materiales aislantes térmicos** para tuberías de calefacción, climatización, fontanería, etcétera.

**Aditivo,** se utilizan para mezclarse con otros materiales, por ejemplo, morteros de cemento.

**Bloques estructurales, para muros y forjados.** Este tipo de **materiales aislantes térmicos** son la combinación de distintos materiales, por ejemplo, un bloque de hormigón con material aislante en su interior.

En general, a la hora de elegir un material aislante térmico hay que tener en cuenta sus condiciones de conductividad térmica, su densidad y su permeabilidad al vapor de agua. Por otro lado se tiene que tener en cuenta también su resistencia a la compresión. Y por último, algunos de los condicionantes más importantes a la hora de elegir un material aislante son: su durabilidad, su deformación y su comportamiento frente al fuego o frente agentes químicos.

La combinación de todas estas variables son las que harán que elijamos entre un material aislante térmico u otro.<sup>73</sup>

## **7.2. Desarrollo de paneles termoacústicos a base de residuos de madera para el mercado de la construcción.**

La madera es elaborada como “producto industrial”, con un consumo mínimo de energía; aprovechando los recursos renovables existentes y al aplicar criterios de ahorro energético, la madera cumple el importante rol en cuanto a la adaptación al clima del sitio y el bajo impacto ambiental que produce en la construcción del hábitat. Estos recursos naturales, pueden estar disponibles como nuevos materiales alternativos, en el mercado comercial de la construcción, de manera accesible en cuanto a costos y tecnología; si se los implementa según una explotación racional, sustentable, con un uso consciente de sus potencialidades, y a través de su máximo aprovechamiento de toda la variedad de sus productos y subproductos, como los residuos del procesamiento de la madera implantada aplicados a paneles de aislación termo-acústicas. No obstante, la situación actual de toda la producción de la población forestal, 33% es “biomasa” considerada como “residuos forestales”, 33% es “madera delgada” que se destina a la trituración y 33% corresponde a “trozas” que son destinados al “procesamiento mecánico” (madera aserrada). De este último, el 50% se recicla como “biomasa” o como “madera de trituración”, esto significa, que por cada 1,00 m<sup>3</sup> de “madera aserrada” (tabla, lamina, es necesario procesar de 5.00 m<sup>3</sup> a 6.00 m<sup>3</sup> del volumen del árbol y con una gran generación de subproductos. En la región a lo largo de las rutas se observan las industrias de la madera con grandes “pilas de aserrín” que no tienen uso de valor considerable y siendo el destino la “quema”, o en el mejor de los casos como “abono”. En algunos casos se la utiliza como “biomasa” para la generación de energía calórica; estos desperdicios son la fuente de materia prima para el desarrollo de nuevos materiales alternativos de la construcción, como en el caso de este trabajo, serán paneles con propiedades de “aislación termo-acústica”.

### **7.2.1. MATERIALES Y MÉTODOS.**

Se tienen dos unidades de estudio:

- 1º la materia prima fibrosa “virutas, aserrín”, son desperdicios del procesamiento de la madera los bosques implantados (pinus, eucalyptus);
- 2º los adhesivos que se utilizaran para la formación de los paneles, serán 4 tipos de adhesivos, los de origen mineral como el cemento portland, vinílico monocomponente “D3”, resina de “UF urea formaldehído” y resina “FF fenol-formaldehído”.

Para asegurar la confiabilidad de la muestra se utilizó el método del “azar” donde se recolectaron los residuos a granel se mezclaron y se obtuvo una muestra. Las variables que se estudian son dos:

1º “variables internas independientes”: el % de mezcla desperdicios (aserrín-viruta) y, % de adhesivo (adhesivo-desperdicios).

2º “variables internas dependientes”: son las propiedades físicas (aislación acústica, aislación térmica, hinchamiento), y las propiedades mecánicas (dureza, abrasión, compresión, flexión).

Las variables externas que no se estudian pero que si influyen en el sistema y que se deben eliminar o controlar para que no influyan son: Temperatura de prensado, Presión de prensado y Tiempo de prensado (según datos conocidos); Humedad de los residuos (secado en horno laboratorio); Grado de descomposición (recolección máximo dos días al aire libre); Granulometría (Tamizado en laboratorio); Espesor del panel (Capacidad prensa laboratorio y molde de 50 mm). Se aplica un “Diseño de Mezclas Binario” para las proporciones de residuos “Virutas – Aserrín”, y a través de un “Plan Factorial Jerárquico” comparando los resultados de los 4 adhesivos. El diseño factorial de 1 factor (adhesivo) a 4 niveles (tipos de adhesivos) y con 2 dos niveles de concentración (bajo y alto), determinándose según la información y conocimientos relevados, se realizaron 5 repeticiones como mínimo a fin de tener una certeza estadística. La cantidad de ensayos esta en relación a la cantidad de grados de concentración, igual a 2, que se adopten para cada uno de los 4 adhesivos, y para la cantidad de alternativas de porcentaje de mezcla de la materia prima “mpf” (materia prima fibrosa) compuesta por “viruta-aserrín” igual a 3, estos valores se determinaron en función de datos obtenidos de la información relevada de casos anteriores, las repeticiones para cada uno de las probetas son de 5, dando un total de 120 ensayos. Una vez obtenidas las probetas se realizaran los ensayos sobre las propiedades físicas y mecánicas, en modelos de probetas y con técnicas de ensayos que se desarrollaron en base a la normativa IRAM 9700 a la IRAM 9727, las que se registraran metódicamente para su posterior repetición. Una vez determinado los paneles que reúnen las características necesarias, se realizará el análisis de costos de producción y su competitividad en relación a los materiales tradicionales.

## **7.2.2. DISCUSIÓN de RESULTADOS.**

El trabajo se encuentra en ejecución, en etapas de ensayos físicos mecánicos, todavía no se han obtenido resultados definitivos, pero se pueden realizar algunas apreciaciones respecto a la caracterización de la materia prima, preparación de probetas y desmolde y manipulación.

## 7.2.3. Preparación de probetas y desmolde y manipulación.

1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA: Las muestras recolectadas, representativas del universo de estudio, se obtuvieron de las industrias de la madera y de diferentes maquinarias de procesamiento, las que aportaron una variedad de tipos de desperdicios: hojuelas, hilos, virutas, aserrín, polvo; estos se identificaron y codificaron para la catalogación de muestras. La caracterización de las muestras de los residuos (cuatro muestras por tipo), (foto 3) se basó en el estudio de la morfología, granulometría, volumen aparente suelto, volumen aparente asentado, contenido de humedad y su densidad relativa (foto 4); a fin de evaluar el material de aporte y su capacidad de aislación.

2. ELABORACIÓN DE PROBETAS: Para los ensayos experimentales se realizaron probetas en Laboratorio De Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones. Las probetas compuestas con el material fibroso “aserrín, viruta” en tres concentraciones diferentes 100-0%, 50-50% y 0-100%; y con cuatro adhesivos seleccionados: “cemento pórtland”, “vinílico monocomponente D3”, “resina ureaformaldehído” y “resina fenol-formaldehído”, que se mezclaron en concentraciones alta y baja, y se obtuvieron 5 repeticiones por cada combinación con un total de 120 probetas (figura 26). Las mediciones se unificaron por peso para todos los elementos (figura 28), el material fibroso en 340 gr. para todas las probetas; la presión de encofrado o armado y la temperatura ambiente se unificaron para todas las probetas, excepto las probetas a base de adhesivo fenol-formaldehído que se utilizó una prensa con calor a 7 kg/cm<sup>2</sup> de presión y a 130°C de temperatura. La cantidad de adhesivo estuvo en relación a la capacidad aditiva según datos conocidos, capacidad de formación del empaste, al costo y su incidencia en el precio final del producto. En la “tabla 1” se expresa la relación del costo de adhesivo para la dosificación de las probetas.



Figura 156. Acopio en 4 muestras por tipo de residuo. (Celano, Jorge A. – Jacobo, Guillermo J. – Pereyra, Obdulio. Desarrollo de paneles termoacústicos a base de residuos

de madera para el mercado de la construcción, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006) consultada el 19 de septiembre del 2013.



Figura 157. Caracterización de residuos según morfología, granulometría y densidad. (Celano, Jorge A. – Jacobo, Guillermo J. – Pereyra, Obdulio. Desarrollo de paneles termoacústicos a base de residuos de madera para el mercado de la construcción, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006) consultada el 19 de septiembre del 2013.



Figura 158. Dosificación de materiales por peso. Vertido de mezcla en molde. Presión de armado. (Celano, Jorge A. – Jacobo, Guillermo J. – Pereyra, Obdulio. Desarrollo de paneles termoacústicos a base de residuos de madera para el mercado de la construcción, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006) consultada el 19 de septiembre del 2013.

3. DESMOLDE Y MANIPULACIÓN: Previo al desmolde las probetas ofrecen una variedad de texturas y colores según la “mpf” y “adhesivo” (figura 29), posibles de ser utilizados como revestimientos previo tratamiento superficial. En el desmolde, las probetas de “cemento” con mezclas 100-0% alto y 50-50% alto, son los que mejor comportamiento frente a las propiedades flexión estática y endebilidad, presento una alta densidad, que al ser

compacto presupone una baja capacidad de aislación térmica, pero con buena aislación acústica (figura 30). La mezcla 0-100% bajo demostró problemas de desgranamiento y falta de cohesión, desgranándose al desmoldar; Las probetas de resina de “urea formaldehído” en mezclas de 100-0% alta, presentaron mayor contracción de fraguado y fácil desmolde, buena manipulación con cierta elasticidad, tuvo un considerable asentamiento y compactación con densidad media. Se puede inferir que será buena frente a propiedades acústicas. Las probetas de resina de “urea formaldehído” 0-100% bajo, no presentaron contracción de fraguado y el desmolde se dificultó por la poca adhesión y compactación, desgranándose en la mano (figura 31). Las probetas de “adhesivo vinílico monocomponente D3” en mezclas de 0-100% alto, tuvieron una contracción de fraguado media y fácil desmolde, buena manipulación y cierta rigidez; tuvieron poco asentamiento y compactación con densidad media baja, dando la impresión de un adecuado comportamiento térmico (figura 32); las probetas con mezclas 50-50% y 100-0% bajo no resultaron deseables por desgranarse al manipular.



Figura 159. Variabilidad de texturas y colores según la mezcla utilizada de MFP y adhesivo. (Celano, Jorge A. – Jacobo, Guillermo J. – Pereyra, Obdulio. Desarrollo de paneles termoacústicos a base de residuos de madera para el mercado de la construcción, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006) consultada el 19 de septiembre del 2013.



Figura 160. Desmolde de probeta de 50-50% cemento – alto de fácil de manipulación. (Celano, Jorge A. – Jacobo, Guillermo J. – Pereyra, Obdulio. Desarrollo de paneles termoacústicos a base de residuos de madera para el mercado de la construcción, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006) consultada el 19 de septiembre del 2013.



Figura 161. Probeta de 0-100% urea formaldehído – bajo sin poder de adhesión, desgranándose en la mano. (Celano, Jorge A. – Jacobo, Guillermo J. – Pereyra, Obdulio. Desarrollo de paneles termoacústicos a base de residuos de madera para el mercado de la construcción, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006) consultada el 19 de septiembre del 2013.



Figura 162. Probeta 0-100% adhesivo D3 – alto, de buena constitución y cohesión con mediana contracción plasticidad sin desgranamiento. (Celano, Jorge A. – Jacobo, Guillermo J. – Pereyra, Obdulio. Desarrollo de paneles termoacústicos a base de residuos de madera para el mercado de la construcción, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006) consultada el 19 de septiembre del 2013.

Con las observaciones preliminares permiten decir que es factible el desarrollo de productos alternativos, y que al ser utilizados como componentes en la construcción, se obtendrán rendimientos técnicos aceptables en aislaciones termo-acústicas. Estos materiales serán económicamente rentables en el mercado regional, ya que denota una reducción de costos de producción por ser estos componentes producidos con maquinaria regional, materia prima orgánica de costo “negativo” como el “aserrín” y “virutas” (los cuales actualmente son desperdiciados y quemados en gran parte), y con mano de obra de la región. Además del beneficio ambiental, al utilizarse un recurso natural renovable (madera de origen en bosques implantados regionales, abundante y de buena calidad) y la posibilidad de generar un mercado regional de la construcción que posibilite la radicación regional de inversiones productivas.<sup>74</sup>

### **7.3. Materiales Aislantes Sustentables.**

En términos de eficiencia energética, invertir en los altos valores de materiales de aislamiento para su hogar es más rentable que invertir en tecnologías de calefacción. Vale la pena tomarse el tiempo para elegir los materiales adecuados en el contexto del diseño del edificio entero. Los materiales aislantes se diferencian según su capacidad de carga, comportamiento ante el fuego, la humedad, el agua, coeficiente de conductividad, etc.; Se diferencian, además, según su forma de producirlos, de los materiales y materias primas utilizadas en la producción y en sus efectos sobre la salud humana y el medio ambiente,

en cuanto a la colaboración de la reducción del consumo de la energía primaria o de combustibles que emiten tóxicos al medio ambiente (fósiles no renovables) cuando se los utiliza en todas sus etapas de vida (extracción de materia prima, elaboración como combustible: producción de energía, distribución y uso final). Para una construcción sostenible:

### **7.3.1. Evitar: Aislamiento convencional.**

Los materiales de aislamiento convencionales están hechos de productos petroquímicos. Estos materiales son ampliamente utilizados porque son de bajo costo para comprar e instalar y su capacidad de rendimiento es superior a las alternativas naturales. Pero en el lado negativo, casi todos los materiales de aislamiento convencionales contienen una amplia gama de productos químicos retardantes del fuego, adhesivos y otros aditivos, y la energía incorporada en el proceso de fabricación es muy alta.

Entre los diversos materiales de aislamiento convencional a gran escala tenemos fibras minerales, a base de materias primas como vidrio y roca, que pueden resultar, al manipularlos, muy irritantes para la piel y los ojos. Además, la inhalación de sus micro fibras, durante la instalación puede tener repercusiones negativas a largo plazo.

Otro tipo de aislamiento son aquellos derivados del petróleo, como el poliestireno y el poliuretano. Las espumas de poliuretano, como la mayoría de los aislantes de espumas sintéticas, al llevar HFC, un agente espumante, pueden resultar bastante dañinas al medio ambiente. Además, existen datos sobre su posible toxicidad al inflamarse.

### **7.3.2. Es recomendable: Aislamiento natural.**

Los materiales aislantes naturales pueden ser reutilizados y reciclados, y son totalmente biodegradables. No son tóxicos, son libres de alérgenos y pueden ser manejados con seguridad e instalado. Lamentablemente, **los materiales aislantes naturales son en la actualidad más caros que los materiales convencionales**, lo que puede ser prohibitivo para los constructores, arquitectos y desarrolladores. Pero **los beneficios ambientales y de salud de los materiales aislantes naturales son muy superiores a sus costos**. A pesar del alto precio, el aislamiento natural es una energía eficiente, una opción saludable y sostenible para una mejora en el interior y el exterior.

## 7.3.2.1. Corcho.

### 7.3.2.1.1. Descripción – Propiedades.

Material renovable extraído de la corteza del alcornoque que posee unas cualidades inmejorables. Un tercio de esta corteza es cortada del alcornoque cada 9 ó 12 años. Este proceso alarga la vida útil del árbol. Sin ser cortado periódicamente, la vida útil del alcornoque sería considerablemente más corta de 150 a 200 años de más vista en los árboles cultivados. El proceso de manufacturación de los productos del corcho también produce un consumo casi cero de energía y no produce emisiones tóxicas

La estructura física del corcho, con cerca de 200 millones de celdas de aire completamente cerradas por metro cúbico, lo hacen muy efectivo como material para aislamiento acústico. Esta misma estructura física también le proporciona al corcho la particularidad para ser repetidamente comprimido y recobrar casi el 100 % de su forma y medidas originales.

Estos beneficios combinados hacen al corcho una elección ideal para el control del ruido en las aplicaciones como apoyo acústico.

- Buen aislamiento térmico. Muy buen aislamiento acústico.
- Muy buenas resistencias mecánicas (compresión, dilatación, flexión).
- Buena resistencia natural a los ácidos, a los parásitos y roedores.
- Muy estable en el tiempo.
- Imputrescible: el único aislante ecológico resistente en ambiente húmedo.
- No irritante. Reciclable. Sin ninguna adición de cola.

El corcho en planchas se utiliza en aislamiento de las paredes o tabiques, de los forjados y de toda zona con riesgo de humedad como las azoteas, las terrazas y los sótanos. El corcho triturado se utiliza para aislamientos en cubiertas se mezcla con mortero y se aplica como capa de compresión en un grosor determinado.



Figura 163. Corcho en planchas. (<http://www.bibliocad.com/blog/terminaciones-sustentables-materiales-aislantes>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

#### **7.3.2.1.2. Comportamiento sustentable.**

- Renovable: posee una limitada cantidad de materia prima.
- Para la elaboración de la materia prima implica grandes consumos de energía y daños ecológicos y a la salud.
- El corcho tiene un largo tiempo de vida.

#### **7.3.2.2. Manta lana de oveja.**

##### **7.3.2.2.1. Descripción – Propiedades.**

Es una fibra tupida, rizada y suave que cubre la piel de las ovejas. El empleo de lana como material aislante lleva implícito unos tratamientos de limpieza, protección contra el ataque de xilófagos y fortalecimiento. En estado natural tiene el inconveniente de que puede ser atacada por la polilla, pero esto se evita con un tratamiento con tetera borato de sodio. Además, absorbe la humedad cuando es excesiva y la desprende cuando el ambiente es seco. Es difícil de encontrar un aislante que regule tanto la humedad: esta lana puede fijar 33% de su peso en agua y restituirla al secar sin perder sus capacidades térmicas.

Pocos materiales tienen su capacidad de absorber y regular las concentraciones de agentes tóxicos y de la humedad del interior de los edificios, manteniéndolos frescos en verano y cálidos en invierno.

- Excelente aislamiento térmico.

- Muy buena capacidad de regulación higrométrica sin pérdida de las cualidades aislantes.
- Ligero, este aislante es apropiado en los casos de soportes de poca resistencia.
- Se adapta perfectamente a las irregularidades del armazón para garantizar un aislamiento de calidad.



Figura 164. Manta lana de oveja. (<http://www.bibliocad.com/blog/terminaciones-sustentables-materiales-aislantes>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

### **7.3.2.2. Comportamiento sustentable.**

- Reciclable.
- La energía incorporada es de 15Kwh/m<sup>3</sup>. Esto significa que a corto plazo el aislante de lana de oveja ahorrará más energía que la que se ha necesitado en su ciclo de producción. Estable en el tiempo.

### **7.3.2.3. Lino termo fijado.**

#### **7.3.2.3.1. Descripción – Propiedades.**

Aislante térmico y acústico a base de fibra de lino. El lino es una planta de cultivo fácil y de bajo impacto, que permite obtener fibras aptas como aislante (se realizan mantas de lino) y fibras para la elaboración de textiles.

- Excelente aislamiento térmico.
- Buena capacidad de regulación higrométrica sin pérdida de las cualidades aislantes.

- Se adapta perfectamente a las irregularidades del armazón para garantizar un aislamiento de calidad.
- No irritante. Buena resistencia mecánica.

### **7.3.2.3.2. Comportamiento sustentable.**

- Reciclable.
- Estable en el tiempo.

### **7.3.2.4. Fibra de celulosa de papel reciclado.**

#### **7.3.2.4.1. Descripción – Propiedades.**

Es un material aislante obtenido a partir de papel de periódico reciclado. La materia prima es la celulosa.

- cualidades higroscópicas,
- la resistencia al fuego y a la descomposición,
- su gran resistencia mecánica y la insolubilidad en la mayoría de los disolventes ordinarios.

Se utiliza como aislamiento térmico en cubiertas, forjados y cerramientos verticales y como protector antiincendios. Se aplica con una máquina que insufla el producto en los espacios huecos.

#### **7.3.2.4.2. Comportamiento sustentable.**

- Biodegradable: Al estar basado en una materia prima vegetal es biodegradable, comorable e inocuo.
- Reciclable y Reutilizable.

### **7.3.2.5. Perlita / Vermiculita.**

#### **7.3.2.5.1. Descripción – Propiedades.**

Tanto la perlita como la vermiculita son minerales empleados como aislantes en la construcción.

- La perlita es una roca volcánica compuesta de un 65 a un 75 % dióxido de silicio, 10 a 20 % óxido de aluminio, 2 a 5 % agua, y pequeñas cantidades de sosa, potasa y cal.



Figura 165. Perlita / vermiculita. (<http://www.bibliocad.com/blog/terminaciones-sustentables-materiales-aislantes>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

- La vermiculita pertenece a la familia de la mica, y se compone básicamente de silicatos de aluminio, hierro y magnesio. Se caracteriza por su estructura foliada y su presentación en placas cristalinas de color amarillento. Esta presentación brillante en láminas convierten su superficie en un gran reflector de la radiación solar, lo cual dispersa e calor y aumenta la capacidad de aislamiento térmico en el material.

En su forma expandida se emplean como aglomerantes en morteros aislantes y hormigón ligero, aislamiento en relleno de cámaras, ladrillo refractario, recocado de soleras, prefabricados aislantes y ligeros, revoque aislante acústico y térmico (mezcladas con escayola), protectores contra el fuego de estructuras, aislamiento de hornos industriales, en agricultura, horticultura y ganadería.

La vermiculita no expandida se usa como plastificante dilatador en paneles de muro resistentes al fuego y en forma pulverizada como extendedor de pintura en base de aluminio.

### **7.3.2.5.2. Comportamiento sustentable.**

- Al ser un mineral es imputrescible y no emite ninguna sustancia tóxica o dañina.

- Ellos tienen excelentes propiedades de aislamiento térmico, pero la energía incorporada es alta.



Figura 166. Perlita / vermiculita como aislantes térmicos.

(<http://www.bibliocad.com/blog/terminaciones-sustentables-materiales-aislantes>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

### **7.3.2.6. Vidrio celular.**

#### **7.3.2.6.1. Descripción – Propiedades.**

Material duro y generalmente translúcido o transparente. Es un material mal conductor del calor y de la electricidad. Resiste los agentes químicos ordinarios y es atacado por el ácido fluorhídrico.

La materia prima empleada en la fabricación del vidrio celular es la chatarra de vidrio blanco. Esta se tritura hasta hacerse polvo. El vidrio celular se obtiene por la fusión del polvo vítreo, donde por proceso termo-químico se crean células en estado de parcial vacío y cerradas entre sí lo que evita la comunicación entre ellas.

#### **7.3.2.6.2. Existen dos tipos de vidrio celular:**

- el empleado como aislamiento térmico, contra humedad o contra el fuego, de color negro se utiliza directamente sin que sea necesaria la creación de cámaras, únicamente un acabado superficial como puede ser un guarnecido de yeso.
- el de Falso Techo, puede tener un acabado en color blanco, azul, beige, salmón y verde, ya que se emplea mayoritariamente en la creación de techos desmontables simplemente colocándolo con una perfilera adecuada. Se emplea en cubiertas y se fabrica con vidrio reciclado. Como aislamiento térmico con resistencia al fuego en

muros medianeros, forjados, cubiertas y soleras. Como falso techo en lugares con alta condensación de humedad (piscinas, etc.) y en aquellos donde sea necesario un material aséptico (hospitales, etc.).

### **7.3.2.6.3. Comportamiento sustentable.**

- Biodegradable: El hecho de tratarse de un material mineral le convierte en biodegradable.

### **7.3.2.7. Virutas de madera.**

#### **7.3.2.7.1. Descripción – Propiedades.**

Son restos de materiales naturales elaborados, tiene una buena capacidad de aislación térmica y acústica, de regulación de la humedad constructiva y de los espacios interiores; y se utiliza en cubiertas, muros, y entrepisos.

#### **7.3.2.7.2. Comportamiento sustentable.**

- Muy buena capacidad de acumulación de energía.

La viruta de madera tiene un largo tiempo de vida. Es sensible a la corta exposición al agua líquida y posee peligro de anidamiento de insectos y alimañas.

### **7.3.2.8. Panel aislante de fibras de madera.**

#### **7.3.2.8.1. Descripción – Propiedades.**

Proviene de restos de materiales naturales elaborados. Los tableros de fibra de madera son aislantes, ecológicos y económicos. La estructura porosa de sus fibras favorece la difusión de vapor y los tableros “respiran”, son capaces de absorber las ondas sonoras y mejorar considerablemente la amortiguación del ruido de impacto. Pueden absorber gran cantidad de agua conservando su carácter de material seco.

Se utiliza como aislamiento térmico y acústico entre armazón de las paredes, tabiques, techos, forjados, y detalles para evitar puentes térmicos.

- Muy buenas cualidades acústicas.
- Marcado CE. Certificado por el MPA (Munich) y el MFPA (Leipzig).

- Fabricado mediante un proceso húmedo, a partir de fibras de madera procedentes al 90 % de restos de corta en los bosques más limpios de Europa y al 10 % de restos de la industria de la madera. Certificado FSC 100 %.
- Fabricación conforme con los estándares EN 13171.
- No irritante. No tóxico.

### 7.3.2.8.2. Comportamiento sustentable.

- Reciclable o utilizable como combustible.
- Es impregnable con carbonato sódico y exige de un alto consumo de energía para su obtención.

Las fibras de madera blanda tienen un largo tiempo de vida. Son estables de forma; sensible a la corta exposición al agua líquida y no es aconsejable en terminaciones debido a que junta suciedad.<sup>75</sup>



Figura 167. Panel aislante de fibras de madera.  
(<http://www.bibliocad.com/blog/terminaciones-sustentables-materiales-aislantes>)  
consultada el 19 de septiembre del 2013.

#### **7.4. El ITC desarrolla espumas cerámicas que actúan como aislantes térmicos para la construcción.**

Martes, 21 de abril de 2009.



Figura 168. Espuma cerámica. (<http://ceramicosypolimeros.blogspot.mx/2009/04/el-itc-desarrolla-espumas-ceramicas-que.html>) consultada el 03 de octubre del 2013.

El Instituto de Tecnología Cerámica (ITC) está trabajando en la obtención de espumas cerámicas, un nuevo producto alternativo obtenido mediante procedimientos de fabricación no convencionales que reduce la conductividad térmica de los productos cerámicos tradicionales empleados actualmente en el cerramiento de edificios, adaptándose así a las nuevas especificaciones incluidas en el Código Técnico de la Edificación, según informó el Consell en un comunicado.

Las espumas cerámicas se caracterizan por presentar una conductividad térmica extremadamente baja a causa de su elevada porosidad, lo cual implica la utilización de procesos y tecnologías que, aunque se emplean en la fabricación de cerámicas avanzadas, no son conocidos actualmente por el sector de la cerámica tradicional. El Instituto de la Pequeña y Mediana Industria Valenciana (Impiva) ha respaldado esta investigación a través de la concesión de sendas becas de alta especialización para la formación de tecnólogos en Centros de Investigación de Alemania e Italia. El proyecto tiene un doble objetivo. Por un lado, mejorar notablemente las características aislantes de los productos de arcilla cocida que se emplean en la actualidad en la ejecución de los cerramientos de los edificios sin alterar sus propiedades mecánicas y estructurales, y por otro, obtener nuevos productos cerámicos con una elevada capacidad de aislamiento térmico.

Desde el Consell indicaron que “mejorar el aislamiento térmico de los cerramiento en edificios es ya imprescindible a la hora de tomar medidas encaminadas a reducir los

consumos energéticos”, sobre todo en el caso de España, donde la mayor parte de las emisiones de los llamados ‘gases invernadero’, de entre los cuales el más importante es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), se originan en el sector energético, en el que destaca en particular la energía empleada en el acondicionamiento térmico de los edificios y las viviendas.<sup>76</sup>

### 7.5. Materiales aislantes fabricados con productos reciclados.



Figura 169. Espuma de vidrio (lana de vidrio). (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/materiales-aislantes-fabricados-con-productos-reciclados>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

Lo más atractivo de los materiales aislantes, en comparación con otros materiales de construcción, es que contribuyen directamente a reducir la demanda energética en los edificios. Es por esto que también se debe tener en cuenta su capacidad de aislamiento térmico para evaluar su sostenibilidad.

A continuación expondremos algunas de las familias de materiales aislantes térmicos reciclados, ordenados de menor a mayor **coeficiente de conductividad térmica**. Así sabremos cuál es el material que más contribuye al ahorro energético a lo largo de su vida útil. Siguiendo este criterio encabezarán la lista los materiales más aislantes.

#### 7.5.1. Espuma de vidrio (lana de vidrio): 0.035 W/m·K.

La lana de vidrio es una lana mineral fabricada con millones de filamentos de vidrio unidos con un aglutinante. Gracias a las burbujas de aire atrapadas en las fibras, se obstaculiza el paso del calor.

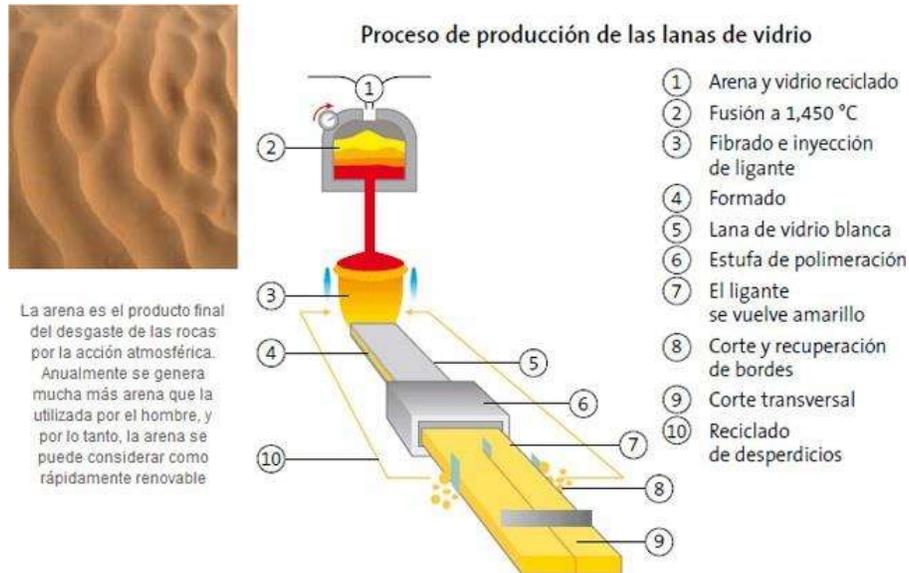


Figura 170. Proceso de producción de las lanas de vidrio. (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/materiales-aislantes-fabricados-con-productos-reciclados>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

La lana mineral de vidrio, producida en forma de mantas aislantes, se fabrica mediante un proceso de fibración, que en seguida les explicamos:

- Empieza mezclando arena, vidrio reciclado y aditivos, y fundiéndolos en un horno para formar vidrio fundido.
- Después, un proceso de fibración de alta velocidad separa el vidrio fundido en millones de filamentos que, tras ser rociados con una solución aglutinante, se acumulan sobre una cinta transportadora.
- El producto resultante se transporta a través de un horno de curado y se corta a la medida correspondiente.
- En algunos casos, a la lana mineral de vidrio se le adhieren revestimientos para darle un acabado especial.

Este material está fabricado a partir de materiales naturales y/o reciclados, y unido sin formaldehídos, fenoles, acrílicos y sin colores artificiales, lejía o tintes añadidos. Sin embargo, como hemos visto, necesita bastante energía para su fabricación.

## 7.5.2. Celulosa: 0.039 W/m·K.

Se trata de **residuos de papel que se reciclan en forma de aislante** para el aislamiento de muros con cámara de aire. Se utiliza suelta o inyectada como espuma con manguera (en este caso su conductividad asciende a 0.06 W/m·K).



Figura 171. Residuos de papel que se reciclan en forma de aislante. (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/materiales-aislantes-fabricados-con-productos-reciclad0s>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

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.

### 7.5.3. Algodón: $0.040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ .

El algodón virgen mezclado con un 85% de fibra de algodón reciclado de tejidos denim puede utilizarse para mantas aislantes. Se mezcla con boro, un mineral natural con pocos Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), que le proporciona una acústica superior a la fibra de vidrio y no provoca irritaciones en la piel durante su aplicación.



Figura 172. Algodón como aislante acústico y térmico. ((<http://www.mimbrea.com/guia-practica/materiales-aislantes-fabricados-con-productos-reciclad0s>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

Sin embargo, el algodón es combustible y requiere la adición de productos químicos retardantes. Por otra parte, en muchas ocasiones, las condiciones de cultivo no son tan respetuosas como en el caso de otras fibras vegetales.

### 7.5.4. Corcho: 0.045 W/m·K.

Los tableros aglomerados de corcho pueden generarse a partir de residuos triturados, tamizados y seleccionados del corcho procedente de cualquiera de estos elementos:

- Tapones de corcho usados.
- Corcho “refugo” procedente de la extracción de corcho en el campo, siendo el “refugo” el corcho inservible para la fabricación de tapones de corcho natural.
- Restos correspondientes a los recortes producidos en la industria de la preparación del corcho en plancha.
- Brocas procedentes de la perforación de corcho en plancha para la fabricación de tapones.
- Pedazos de corcho natural procedentes de la extracción de corcho de tamaño menor de 400 cm<sup>2</sup>.
- Corcho bornizo y segundero procedentes de la primera y segunda pela del alcornoque.



Figura 173. Montaje de paneles sándwich de corcho natural Selva Cuber. (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/materiales-aislantes-fabricados-con-productos-reciclados>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

El uso destinado a la construcción como material aislante acústico y térmico está muy extendido y cada vez más en auge. El aglomerado de corcho posee excelentes propiedades, como su resistencia al fuego, su absorción parcial de la humedad (entre un 10% y un 12%) y un buen aislamiento térmico.

### 7.5.5. Agrofibras: $0.050 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ .

Es un recurso derivado de los sobrantes de las cosechas agrícolas. Después de extraer las semillas, la paja se transforma en un producto útil para la construcción. A través de un proceso de compresión, ciertos cultivos pueden transformarse en paneles de construcción. La paja se mantiene unida al comprimirse a altas temperaturas, lo que deriva en productos libres de adhesivos químicos.



Figura 174. Agrofibra. (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/materiales-aislantes-fabricados-con-productos-recicladados>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

Materiales fácilmente disponibles como el trigo son muy conocidos por su utilización en la construcción con paja. Los paneles fabricados a partir del trigo tienen una mayor resistencia que los de yeso, un buen aislamiento acústico y resistencia al fuego y al moho. Además, no contienen COVs, tóxicos e inflamables.

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). Hoy en día

existen paneles manufacturados de paja y yeso para interiores distribuidos por empresas como ModCell o EkodeskyStramit®.

### **7.5.6. Vidrio celular: 0.050 W/m·K.**

El vidrio celular, llamado también vidrio expandido, es un material de construcción de aparición relativamente reciente, creado a partir de polvo de vidrio cocido. Se obtiene tras fusionar polvo vítreo, normalmente procedente del reciclaje de vidrio blanco. Mediante procesos termoquímicos que requieren cierta cantidad de energía, el polvo de vidrio se esponja, creando burbujas de vacío parcial, por lo que se obtiene un material de muy baja conductividad térmica.



Figura 175. Vidrio celular. (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/materiales-aislantes-fabricados-con-productos-reciclados>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

Se utiliza fundamentalmente como aislante térmico o como protección contra el fuego, y también en falsos techos de lugares muy húmedos o con necesidad de mantener buenas condiciones de asepsia.

### **7.5.7. Fibras de la madera: 0.060 W/m·K.**

Los aglomerados son recursos a los que se ha llegado por motivos económicos y ecológicos y para evitar los problemas del comportamiento natural de la madera maciza. 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. Otra ventaja es que pueden fabricarse en dimensiones mayores a las que se pueden obtener en maderas aserradas.

Están hechos de residuos y fibras no utilizados de los troncos de los árboles, a los que se añaden resinas y se prensan formando tableros de distintos espesores. Existen paneles

con fibras gruesas de madera resinosa aglomeradas con yeso o cemento blanco o paneles ligeros de pequeñas fibras. Por desgracia, su capacidad de aislamiento no es demasiado alta.



Figura 176. Fibras de madera. (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/materiales-aislantes-fabricados-con-productos-reciclad0s>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

### 7.5.8. Losas de lana de madera: $0.090 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ .

Están formadas por viruta de madera aglutinadas con adhesivos minerales, en la mayoría de los casos cemento Portland resultando un panel rígido. Poseen múltiples usos en la construcción como su aplicación en muebles, tablas, vigas, columnas, etc. En particular, las losas para construcción de lana de madera se utilizan, principalmente, como aislamiento portador de mortero para paredes, para techos que absorben el sonido y como aislamiento autoportante para techos. Aunque su conductividad térmica es demasiado alta, se pueden usar también como cielorrasos acústicos, los de baja densidad, y en paredes y techos los de mayor densidad.



Figura 177. Viruta de madera. (<http://www.mimbrea.com/guia-practica/materiales-aislantes-fabricados-con-productos-reciclad0s>) consultada el 19 de septiembre del 2013.

Todos estos materiales proceden del reciclaje de otros productos, lo que contribuye a perpetuar en cierta medida su ciclo de vida. En base a la descripción de los procesos de reciclado podemos adivinar que los procesos de reciclaje menos contaminantes son los que proceden de materiales naturales como la madera y el corcho ya que no requieren elevadas temperaturas para su elaboración aunque su aislamiento no sea demasiado alto.

En cambio, los materiales procedentes del vidrio sí que exigen altas temperaturas para su reciclado, pero su grado de aislamiento es mayor. Entonces, ¿con cuál de ellos nos quedamos? En próximas publicaciones evaluaremos la sostenibilidad real de todos estos materiales, recopilando los datos numéricos que nos permitirán saber qué materiales tienen un mejor balance energético entre la energía consumida durante su fabricación y la energía ahorrada durante su vida útil.<sup>77</sup>

### 7.6. Instalación geotérmica en edificio de oficinas.



Figura 178. Edificio de oficinas situado en Madrid.

(<http://blogs.nebrija.es/mundosostenible/files/2013/04/1-edificio1.jpg>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

Edificio de oficinas situado en Madrid, sede corporativa de Fernandez Molina Obras y Servicios S.L. Este inmueble fue rehabilitado en el año 2009 eliminando fachadas, particiones, instalaciones, acabados, y aprovechando el 95% de la estructura y cubierta considerado de un gran potencial termoactivo.

## 7.6.1. Las estrategias activas de obtención y ahorro de energía son:

- Captación solar difusa en cubierta mediante paneles termodinámicos que generan aire caliente y se incorporan al edificio a través de las unidades de tratamiento de aire.

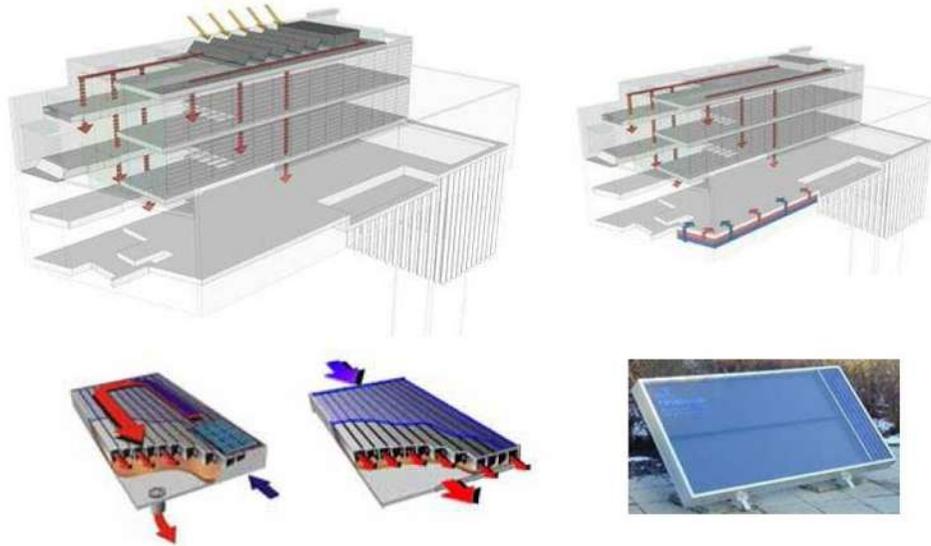


Figura 179. Paneles termodinámicos.

(<http://blogs.nebrija.es/mundosostenible/files/2013/04/2-instalación.jpg>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

- Construcción del aparcamiento IPS Climpark.



Figura 180. Aparcamiento. (<http://blogs.nebrija.es/mundosostenible/files/2013/04/3-Aparcamiento.jpg>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

- Generación de frío-calor por instalación geotérmica, combinando perforaciones geotérmicas con cimentación termoactiva (pilotes geotérmicos).

Se realiza mediante un sistema de captación cerrado vertical y la disipación frío/calor se produce a través de suelo radiante. El consumo estimado de climatización del edificio es 15 kWh/m<sup>2</sup> año, para su obtención se utilizan dos bombas de calor geotérmicas de 25 kW.

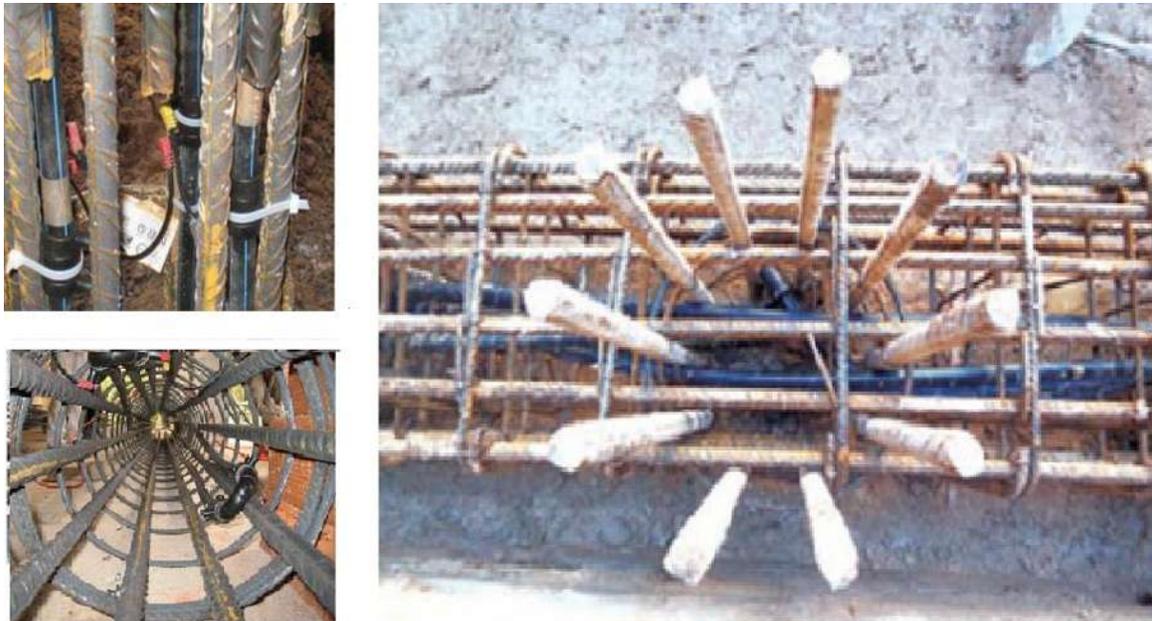


Figura 181. Pilotes geotérmicos.

(<http://blogs.nebrija.es/mundosostenible/files/2013/04/4-pilotes.jpg>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

La construcción del aparcamiento bajo rasante dió la posibilidad de aprovechar la pantalla de pilotes para realizar parte de la instalación geotérmica. Se ejecutaron 23 intercambiadores verticales de 10 m en los pilotes, que producen el 25% de la demanda del edificio y se consiguió con este sistema una reducción del coste de obra de un 33%.

El 75% restante de demanda se consiguió con 6 intercambiadores verticales de 100 m de profundidad.



Figura 182. Intercambiadores verticales.

(<http://blogs.nebrija.es/mundosostenible/files/2013/04/5-sondas-geotérmicas1.jpg>)

consultada el 23 de septiembre del 2013.

- 6 intercambiadores verticales de 100 ml:  $600 \text{ ml} \times 50,8 \text{ w/ml} = 30,48 \text{ kW}$ .
- 23 pilotes geotérmicos de superficie total  $540 \text{ m}^2 \times 38,46 \text{ w/m}^2 = 20,77 \text{ kW}$ .

La temperatura del suelo oscila entre  $14^{\circ}$  en invierno y  $26^{\circ}$  en verano. El terreno arenoso compacto y las corrientes de agua a poca profundidad ha favorecido el sistema sobre todo en el aspecto de capacidad de refrigeración del terreno más crítico que el de calefacción.



Figura 183. Cimentación. (<http://blogs.nebrija.es/mundosostenible/files/2013/04/6-cimentación.jpg>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

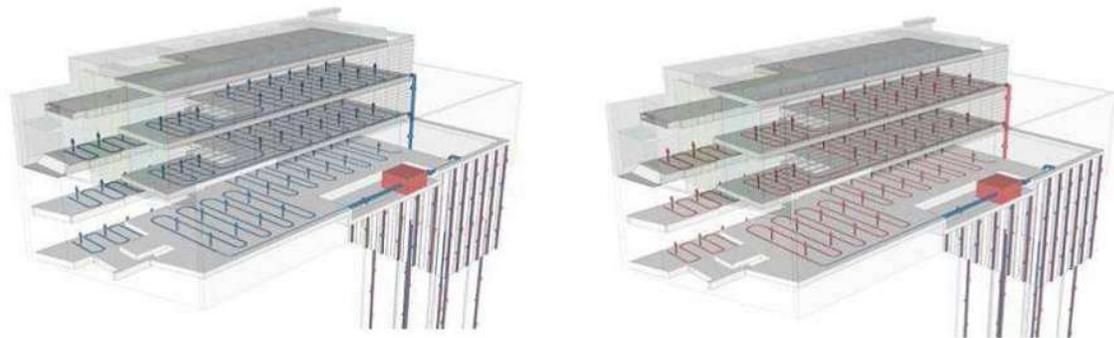


Figura184.....Refrigeración.....Calefacción.  
(<http://blogs.nebrija.es/mundosostenible/files/2013/04/7-calefaccion-refrigeracion.jpg>)  
consultada el 23 de septiembre del 2013.

La masa de los forjados compuestos por doble vigueta de hormigón, bovedilla cerámica y capa de compresión de 5 cm, es usada como sistema inercial de acumulación o abasorción de energía. Sobre el forjado se han colocado tuberías de polietileno de alta densidad separadas 20 cm y cubiertas con hormigón termoconductor de 7 cm, consiguiendo una masa activada de unos 250 kg/m<sup>2</sup>.



Figura 185. Suelo radiante. (<http://blogs.nebrija.es/mundosostenible/files/2013/04/8-suelo-radiante.jpg>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

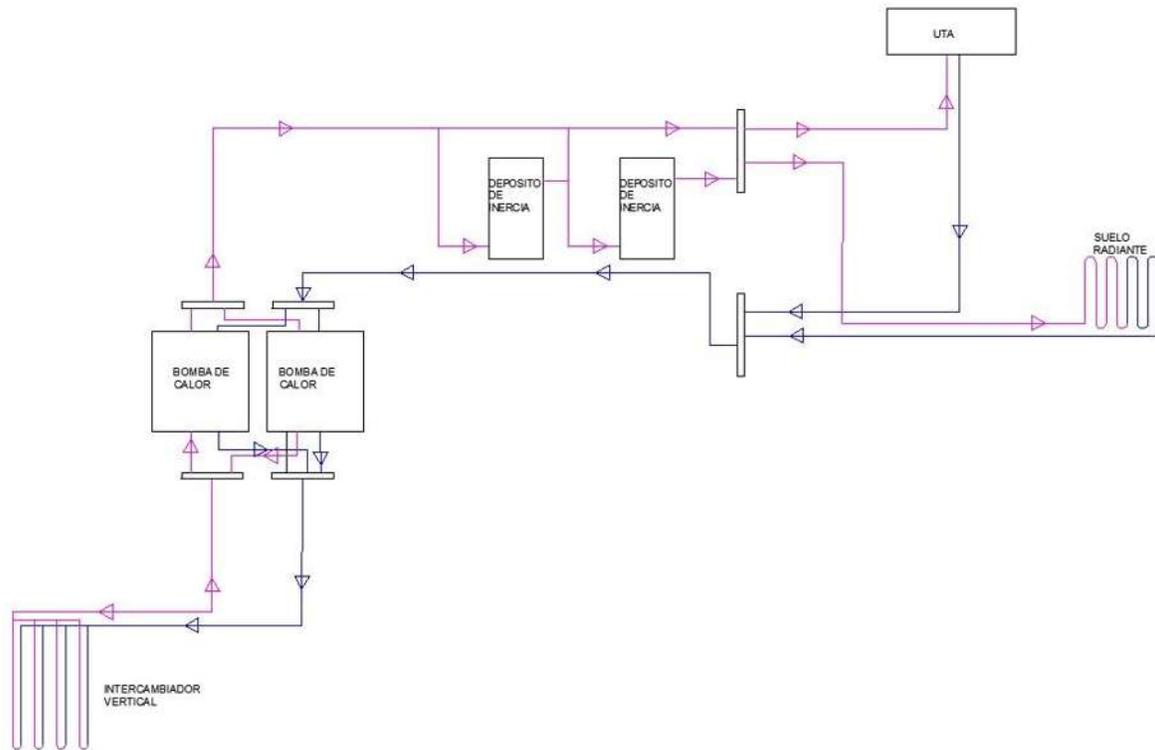


Figura 186. Esquema de funcionamiento.

(<http://blogs.nebrija.es/mundosostenible/files/2013/04/9-esquema.jpg>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

La energía geotérmica aporta al mercado actual un sistema de climatización, eficiente, renovable y respetuoso con el medio ambiente. Este tipo de sistema inercial además de estar integrado totalmente, utiliza al máximo el intercambio geotérmico haciendo que se enfríen y calienten los forjados según las necesidades y transmitiendo con su inercia la energía acumulada. También hay que tener en cuenta el ahorro que se produce tanto en consumo, ya que se evitan periódicos picos de arranque de las bombas, como en construcción con el aprovechamiento del sistema de cimentación (pilotes energéticos o termoactivos).<sup>78</sup>

## 7.7. Pilotes térmicos.

En Europa Central la temperatura del suelo a una profundidad entre 10 y 20 m oscila alrededor de 11 a 12 °C. En los estratos de suelo superiores, la temperatura dependerá de las condiciones climáticas. Anualmente, cada metro cuadrado de la superficie del suelo es irradiada por aproximadamente 1100 kW de energía solar. En los estratos inferiores, predomina la influencia geotérmica, causando un incremento de temperatura de la masa del suelo de alrededor de 1 °C por cada 33 m de profundidad. La idea básica es extraer

energía térmica del suelo a través de la cimentación profunda (pilas, o muros milán) y proveer los sistemas apropiados que permitan que sea utilizada en las edificaciones.

De la misma manera, este principio puede ser utilizado para enfriamiento, disipando el exceso de calor dentro del suelo. Partiendo de la base de que las condiciones del suelo lo permitan, esto significaría que se puede almacenar energía para enfriamiento y calefacción de acuerdo a la estación del año.

En Alemania se han instalado sistemas de ese tipo desde hace 20 años en pilas y muros milán (fig.188), desarrollándose la tecnología para implementarlo (DFI, 2004).

Las condiciones de diseño involucran las propiedades de conductividad térmica del suelo estratificado, la geometría de la cimentación y la distribución en planta de los elementos.<sup>79</sup>



Figura 187. Ductos para circulación de agua dentro de cimentaciones térmicas. (Walter I. Paniagua Z., Pilotec, S.A. de C.V./ Alberto Jaime Paredes, División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodesia, UNAM. Tendencias en la construcción de cimentaciones profundas, Trends in deep foundations construction) consultada el 23 de septiembre del 2013.



Figura 188. Ductos para circulación de agua dentro de cimentaciones térmicas. (Walter I. Paniagua Z., Pilotec, S.A. de C.V./ Alberto Jaime Paredes, División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodesia, UNAM. Tendencias en la construcción de cimentaciones profundas, Trends in deep foundations construction) consultada el 23 de septiembre del 2013.

## 7.8. Sistema térmico.

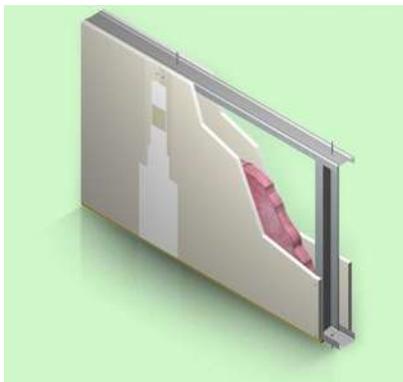


Figura 189. Plaka. (<http://www.plakacomex.com.mx/Product/SistemaST>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

Comex.

Te presentaremos lo referente a la aplicación de aislamientos, selladores y productos para generar sistemas térmicos, los cuales se generan principalmente por placas de yeso, aislantes de fibra de vidrio o bien lana de roca que cuanto más anchas y densas sean,

mejor aislarán. También te diremos como obtener los valores de resistencia térmica el cual es conocido como valor "R". Asegúrate que tus muros y plafones tengan un valor "R" mínimo de 7.

Los energéticos como bienes renovables, necesitan ser cuidadosamente aprovechados, sobre todo en situaciones de crisis tanto energética como económica, por lo que la adecuada selección de materiales termoaislantes es indispensable. En nuestro país la aplicación de aislantes térmicos para instalaciones industriales ya es conocida, sin embargo en centros comerciales, hoteles y conjuntos departamentales son poco conocidos los beneficios de los materiales aislantes térmicos, sobre todo en climas extremos donde se requiere acondicionamiento de aire.

El costo de la energía se ha convertido en un factor absolutamente necesario en todo tipo de construcción. El aislamiento cuidadosamente seleccionado e instalado redituará más en la inversión que cualquier otro componente del edificio que paga dividendos a través de la vida del edificio, redituará en confort, ahorro de energía, control de ruidos y evita condensaciones.

Con el aislamiento se logra un nivel de temperatura confortable tanto en verano como invierno, ya que forma una barrera que hace más lento el movimiento de calor, conservándolo dentro del edificio en tiempo de frío y evitando que penetre en tiempo de calor.

La eficiencia térmica de un aislamiento es medido por su resistencia a la transferencia de calor VALOR "R".

En un espesor dado, el coeficiente de transmisión total de calor incluyendo el aislamiento, películas de aire exterior e interior espacios de aire y materiales de construcción esta expresado en  $\text{hr.ft}^2 \text{ }^\circ\text{f/Btu}$  y es conocido como valor "U" y es recíproco de las sumas de resistencia esto es:  $U = 1.Rt$ .

En conclusión, mientras mas bajo el valor "U", es más eficiente y mientras mas alto el valor "R", su eficiencia térmica es mayor.

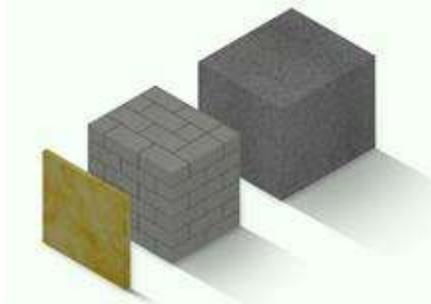


Figura 190. Como ejemplo: 5 cm de lana de roca de  $32 \text{ kg/ m}^3$  es similar a 81 cm de block de concreto o 112 cm de concreto armado.

(<http://www.plakacomex.com.mx/Product/SistemaST>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

En el caso de centros comerciales, te recomendamos el aislamiento térmico en los techos y muros sobre todo los dirigidos al oriente y poniente, pues son aquellos que más ganancia de calor tienen por el efecto de radiación solar. También requieren aislamientos, los equipos y ductos de aire acondicionado.

En hoteles, debes considerar el aislamiento en el techo, muros exteriores e interiores para reducir costo de equipo de aire acondicionado, así como aislantes de ruido entre habitaciones.

A continuación te presentamos una tabla con los coeficientes de resistencia térmica de materiales de construcción y aislamiento. Esto te servirá como una rápida referencia en cuanto a valores "R" y densidad que tiene cada producto, dependiendo de su espesor

ESPESOR (IN)	PRODUCTO	DENSIDAD KG/M <sup>3</sup>	HR.FT <sup>2</sup> °F/BTU VALOR "R"
2- 2-½"	Lana de Roca	48.1	7.7- 9.3
3- 3-½"	Lana de roca	48.1	11.1- 13.0
2"	Fibra de vidrio	11	7
2.5"	Fibra de vidrio	11.67	8
3"	Fibra de vidrio	11	10
3.5"	Fibra de vidrio	12.64	13
½"	Placas de yeso	690.2	0.45
⅝"	Placas de yeso	690.2	0.56
4"	Ladrillo común	1922.2	0.8
1"	Aplanado cemento arena	1858.1	0.2
½"	Placas de cemento Bunker	1153.3	0.26
1"	Poliestireno extruido	35.2	5
	Película permeable al vapor		0.06
1"	Piedra	2.3 a 2.5 kg/dm <sup>3</sup>	0.08
¾"	Madera	900 kg/m <sup>3</sup>	1.05
¾"	Espacio de aire	1,2	0.92

Tabla 11. Con los coeficientes de resistencia térmica de materiales de construcción y aislamiento. (<http://www.plakacomex.com.mx/Product/SistemaST>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

Para obtener el valor "R" de tu muro o plafón, deberás sumar los valores "R" de cada elemento que compone el muro o plafón. Te presentamos unos ejemplos:

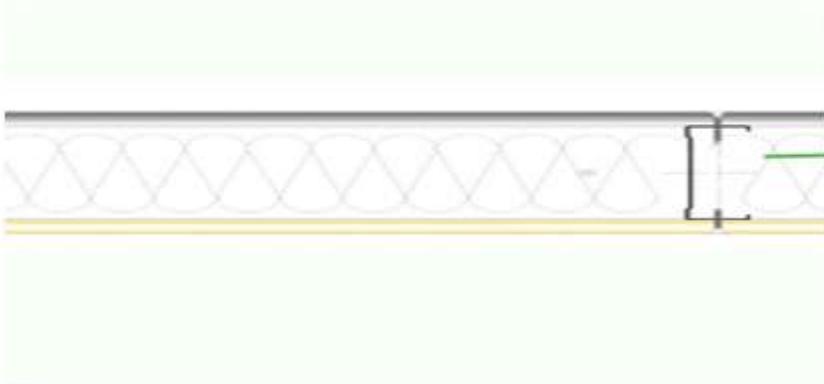
13 BNK / 9.20 CAL. 20 @ 40.6 + FV 3" / 13 STD		VALOR CONC EPTO IENTO	VALOR "R" AISLAM IENTO	VALOR "R" CON AISLAM IENTO
		Bunker	0.26	0.26
		Espacio de aire	0.92	0.92
		F.Vidrio de 3"	0	10.0
		Placa de yeso de ½"	0.45	0.45
		Suma de valores "R"	1.63	11.63
		$\wedge^{\wedge}U = 1/Rt$	0.613	0.085

Tabla 12. (<http://www.plakacomex.com.mx/Product/SistemaST>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

13 XTR / 9.20 CAL. 20 @ 40.6 + FV 3" / 13 STD		VALOR	VALOR
		CONC "R" SIN "R" CON	EPTO AISLAMAISLAM
		IENTO	IENTO
	Poliestireno de 1"	5.0	5.0
	X-terium de 1/2"	0.45	0.45
	Espacio de aire	0.92	0.92
	F. Vidrio de 3"	0	10.0
	Placa de yeso de 1/2"	0.45	0.45
	Suma de valores "R"	6.82	16.52
	$\wedge^{\wedge}U = 1/Rt$	0.146	0.060

Tabla 13. (<http://www.plakacomex.com.mx/Product/SistemaST>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

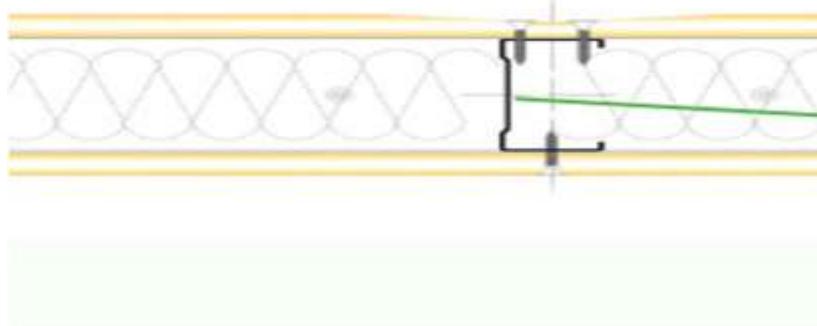
13 STD / 6.35 CAL. 26 @ 61 + FV 3" / 13 STD		VALOR	VALOR
		CONC "R" SIN "R" CON	EPTO AISLAMAISLAM
		IENTO	IENTO
	Placa de yeso de 1/2"	0.45	0.45
	Espacio de aire	0.92	0.92
	F. Vidrio de 3"	0	10.0
	Placa de yeso de 1/2"	0.45	0.45
	Suma de valores "R"	1.82	11.82
	$\wedge^{\wedge}U = 1/Rt$	0.549	0.084
*Mientras mas bajo el valor "U" es mas eficiente y mientras mas alto el valor "R" su eficiencia térmica es mayor.			

Tabla 14. (<http://www.plakacomex.com.mx/Product/SistemaST>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

## Componentes de muro

- 1 Plaka STD de 12.7mm (½")
- 2 Poste de 6.35cm cal.26 @ 61cm
- 3 Canal 6.35cm cal.26
- 4 Aislamiento termoacústico 2 ½"
- 5 Tomillo yeso-metal 26-1" @ 30 cm
- 6 Sellador de poliuretano con espesor de 1cm
- 7 Cintas para juntas
- 8 Compuestos RD+Mix para juntas (3 capas)
- 9 Tomillo a ancla de poder @ 61cm
- 10 Tomill metal-metal 26 de ½"

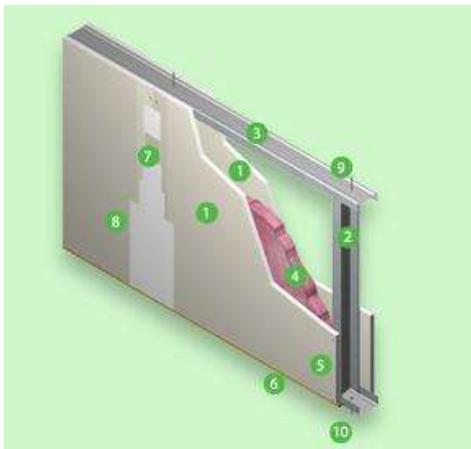


Figura 191. Componentes del muro.

(<http://www.plakacomex.com.mx/Product/SistemaST>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

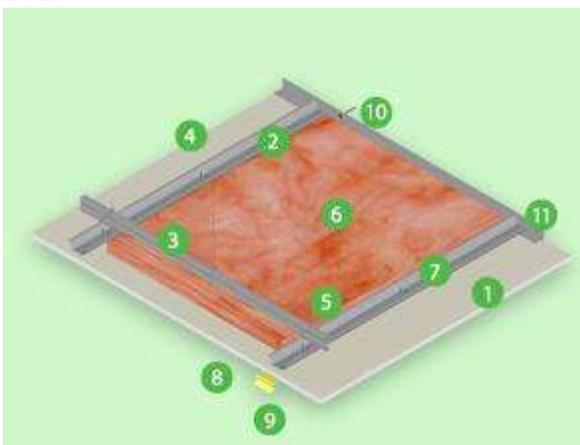


Figura 192. Componentes de plafón.

(<http://www.plakacomex.com.mx/Product/SistemaST>) consultada el 23 de septiembre del 2013.

## Componentes de plafón

- 1 Plaka STD de 12.7mm (½")
- 2 Canal listón de 6.35cm cal. 26 @ 61cm
- 3 Canaleta de carga cal. 22 @ 1.22m máximo
- 4 Alambre galvanizado cal.12
- 5 Alambre galvanizado cal.16
- 6 Aislamiento termoacústico 2 ½"
- 7 Tomillo yeso-metal 26-1" @ 20cm
- 8 Cinta para juntas
- 9 Compuesto RD+Mix para juntas (3 capas)
- 10 Ángulo perimetral cal.26
- 11 Tomillo metal-metal 26 de ½"

Empresa: Comex.<sup>80</sup>

## 7.9. Aislantes acústicos Clima Block.

El aislamiento acústico de un elemento de construcción es la característica por la que se reduce la transmisión de energía acústica a través de él, lo que permite proporcionar una protección contra la penetración del ruido, al tiempo, que evita que el sonido salga hacia afuera del recinto

Cada año aumenta la exposición de la población al ruido. Coches y motos hacen más ruido a baja frecuencia para dar una sensación de potencia, las salas de estar están llenas de altavoces del home cinema con sus potentes subwofers, las terrazas y balcones están equipados con ruidosos aparatos de aire acondicionado, etc. Y todo ello le tenemos que sumar el día a día, cargado de estrés y tensiones. Cuando llegamos a casa nos molesta el ruido que hace el vecino cuando camina, va al servicio, el llanto de los niños, la música a todo volumen y nos volvemos más intolerantes con las fiestas organizadas en nuestros barrios. La vida cotidiana nos estresa y la contaminación acústica se nos hace insoportable. Diversos científicos y expertos que tratan la materia, han declarado de forma unánime que **el ruido tiene efectos muy perjudiciales para la salud**. Estos perjuicios varían desde trastornos puramente fisiológicos, como la conocida pérdida progresiva de audición, hasta los psicológicos, al producir una irritación y un cansancio que provocan disfunciones en la vida cotidiana, tanto en el rendimiento laboral como en la relación con los demás.

7.9.1. Aislamiento acústico del muro.

El CMC es un **material muy absorbente** lo que permite un buen aislamiento acústico del muro en la gama de **altas frecuencias**, mientras que la **elevada masa del hormigón** del muro se comporta excelentemente en la gama de bajas frecuencias, el efecto combinado de los dos materiales permite que el muro alcance **valores excelente de aislamiento acústico**.

El sistema garantiza un aislamiento mínimo de en toda su gama de bloques. Para obtener el rendimiento de aislamiento acústico indicado es **necesario que la plasticidad del hormigón sea la adecuada** a fin de asegurar un buen llenado y una buena adherencia a las paredes del bloque.

Bloques cerramiento exterior								
D	III D	III D	III D	III D	III D	III D	III D	III H
30/16+6	30/14+8	33/16+9	38/16+1	38/14+1	38/14+1	38/16+1	44/18+1	
	grafito	grafito	2	4	4	2	5	
					grafito	corcho	grafito	
								
<b>Pp</b> 325	370	334	380	396	342	342	396	410
<b>R'</b> [53]	[55]	[55]	[55]	[55]	[55]	[54]	[55]	[54]
<b>w</b>								

Tabla 15. En la tabla se indica el aislamiento mínimo garantizado de los muros ClimaBlock®.

(<http://www.climablock.com/Construccion%20Sostenible-02.05-Aislamiento-acustico-Bloque-aislante.htm>) consultada el 23 de octubre del 2013.



Tabla 16. Pp: Peso propio del muro en [kg/m<sup>2</sup>]

R'w: Índice global de reducción acústica aparente, [dB] según la norma EN ISO 140. (<http://www.climablock.com/Construccion%20Sostenible-02.05-Aislamiento-acustico-Bloque-aislante.htm>) consultada el 23 de octubre del 2013.

### 7.9.2. Requisitos CTE DB HR.

El DB-HR es una de las parte del CTE que más afectan al sector de la construcción, por lo que es de vital importancia el elegir adecuadamente los materiales que intervienen en la obra, ya que la rectificación de un problema acústico es muy costosa una vez finalizada.

El CTE considera el edificio acabado como un producto. Por lo tanto, **se exigen las prestaciones acústicas al edificio en su conjunto y no a cada uno de sus elementos constructivos**, como la hacía hasta ahora la NBE CA-88. Se tiene que tener en cuenta la problemática acústica desde el principio de la realización del proyecto, porque nos condicionará muchas de las posibles soluciones y la colocación de los materiales correspondientes.

Receptor	Emisor	DnTA
	Recintos protegidos	> 50 dBA
	Recintos habitables	> 45 dBA
	Local de instalaciones a recinto protegido	> 55 dBA
<b>Usuario</b>	Local de instalaciones a recinto habitable	> 45 dBA
	Zonas comunes sin aberturas	> 45 dBA
	Zona común con aberturas	aberturas> 20 dBA mur> 54 dBA
	Locales comerciales	> 55 dBA

Tabla 17. (<http://www.climablock.com/Construccion%20Sostenible-02.05-Aislamiento-acustico-Bloque-aislante.htm>) consultada el 23 de octubre del 2013.

L <sub>d</sub> dBA	Uso del edificio			
	Residencial y sanitario		Cultural, docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios D2m,nT,Atr	Estancias D2m,nT,Atr	Estancias D2m,nT,Atr	Aulas D2m,nT,Atr
<b>L<sub>d</sub> ≤ 60</b>	30 dBA	30 dBA	30 dBA	30 dBA
<b>60 &lt;L<sub>d</sub> ≤ 65</b>	32 dBA	30 dBA	32 dBA	30 dBA
<b>65 &lt;L<sub>d</sub> ≤ 70</b>	37 dBA	32 dBA	37 dBA	32 dBA
<b>70 &lt;L<sub>d</sub> ≤ 75</b>	42 dBA	37 dBA	42 dBA	37 dBA
<b>L<sub>d</sub> &gt; 75</b>	47 dBA	42 dBA	47 dBA	42 dBA

Tabla 18. (<http://www.climablock.com/Construccion%20Sostenible-02.05-Aislamiento-acustico-Bloque-aislante.htm>) consultada el 23 de octubre del 2013.

El CTE considera el edificio acabado como un producto. Por lo tanto, se exigen las prestaciones acústicas al edificio en su conjunto y no a cada uno de sus elementos constructivos, como lo hacía hasta ahora la NBE CA-88. Se tiene que tener en cuenta la problemática acústica desde el principio de la realización del proyecto, porque nos condicionará muchas de las posibles soluciones y la colocación de los materiales correspondientes.

Con el DB-HR, se deja de hablar de aislamiento entre particiones para hablar de **aislamiento entre recintos**, pues tenemos en cuenta las transmisiones laterales.

El DB-HR nos presenta dos caminos para proyectar las soluciones acústicas: el método simplificado con soluciones ya estipuladas o el método general en el que se ha de calcular cada paramento. La opción favorita de los proyectistas sea el método simplificado mediante el cual se determina el grado de aislamiento a través de una serie de medidas en construcciones reales. Estas soluciones están sobredimensionadas y aseguran estar por encima de los índices del DB-HR, siempre y cuando la ejecución sea la correcta. En el cálculo simplificado el procedimiento radica en escoger en el siguiente orden los diferentes cierres:

1. Los tabiques que necesitamos.
2. Los elementos de separación horizontales y verticales.
3. Las medianeras.
4. Las fachadas.

Una vez realizado el recorrido obtenemos todos los parámetros necesarios sin calcular nada. Justificaremos esta solución simplificada en el proyecto **a través de los ensayos de los fabricantes** y empleando unas fichas justificativas parecidas a las de la NBE CA-88.

Las **exigencias del CTE DB-HR en cuanto a aislamiento** son **muy inferiores a los mínimos valores de aislamiento** que se alcanzan con los bloques **Climablock**.

Receptor	Emisor	DnTA
	Recintos protegidos	> 50 dBA
	Recintos habitables	> 45 dBA
	Local de instalaciones a recinto protegido	> 55 dBA
<b>Usuario</b>	Local de instalaciones a recinto habitable	> 45 dBA
	Zonas comunes sin aberturas	> 45 dBA
	Zona común con aberturas	aberturas > 20 dBA mur > 54 dBA
	Locales comerciales	> 55 dBA

Tabla 19. Valores mínimos exigidos por el CTE DB HR.

(<http://www.climablock.com/Construccion%20Sostenible-02.05-Aislamiento-acustico-Bloque-aislante.htm>) consultada el 23 de octubre del 2013.

L <sub>d</sub> dBA	Uso del edificio			
	Residencial y sanitario		Cultural, docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios D2m,nT,Atr	Estancias D2m,nT,Atr	Estancias D2m,nT,Atr	Aulas D2m,nT,Atr
<b>L<sub>d</sub> ≤ 60</b>	30 dBA	30 dBA	30 dBA	30 dBA
<b>60 &lt; L<sub>d</sub> ≤ 65</b>	32 dBA	30 dBA	32 dBA	30 dBA
<b>65 &lt; L<sub>d</sub> ≤ 70</b>	37 dBA	32 dBA	37 dBA	32 dBA
<b>70 &lt; L<sub>d</sub> ≤ 75</b>	42 dBA	37 dBA	42 dBA	37 dBA
<b>L<sub>d</sub> &gt; 75</b>	47 dBA	42 dBA	47 dBA	42 dBA

Tabla 20. Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, D<sub>2m,nT,Atr</sub>, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función.

(<http://www.climablock.com/Construccion%20Sostenible-02.05-Aislamiento-acustico-Bloque-aislante.htm>) consultada el 23 de octubre del 2013.

A pesar de tener que comparar R<sub>w</sub> y D<sub>nTA</sub> índices de aislamiento diferentes, son comparables y por lo general el R<sub>w</sub> tiende a ser superior a D<sub>nTA</sub>. Se trata de una diferencia poco importante porque el índice R<sub>A</sub> no tiene en cuenta las transmisiones laterales. El R<sub>w</sub> caracteriza el elemento constructivo y el D<sub>nTA</sub> el elemento y sus condiciones de contorno.

Hay que aislar más las paredes vecinas que las fachadas, porque el ruido que puede llegar a generar un vecino supera el que procede de la calle. El vecino puede tener la televisión con un volumen alto, hablar chillando, tocar el piano o dedicarse al bricolaje los domingos

por la mañana. Genera un ruido discontinuo que molesta más que el sonido del tráfico que es más continuo. Así pues, nos tenemos que proteger.<sup>81</sup>

## 8. Materiales Sustentables en Tecnología del Agua.

### 8.1. INTRODUCCIÓN: AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.

El 98% de los municipios y delegaciones tienen servicio de agua potable suministrada a través de una red pública; de éstos 78% cuentan con servicio de alcantarillado de red pública; y de éstos últimos, el 37% da tratamiento al menos a una parte de sus aguas residuales, lo que permite cerrar de mejor manera el ciclo urbano del agua.

#### 8.1.1. Captación de agua para abastecimiento público.

El suministro de agua para la población inicia con la extracción de agua de fuentes subterráneas y mediante tomas superficiales. En México 77% de las tomas en operación se localiza en pozos; en el 47% de éstas existe un macro medidor funcionando, lo que permite cuantificar la cantidad de agua que se extrae.

#### 8.1.2. Tratamiento de aguas residuales.

De las aguas residuales de los 2 mil 456 municipios del país en 1,470 sitios reciben algún tipo de tratamiento para reducir la carga contaminante; 58% de estos sitios realiza una depuración de tipo primario, incluyendo procesos como algunas de aireación, fosas sépticas o hemedales, entre otros.

#### 8.1.3. Descarga de aguas residuales sin tratamiento.

En 2010, año de referencia de la información, se registraron 2 mil 354 sitios de descarga de aguas residuales sin tratamiento; el 54% de éstas se localiza en ríos y arroyos.

Jalisco, Michoacán, México, Veracruz y Chiapas tienen cada uno más de 100 puntos de descarga de aguas residuales sin tratamiento en ríos y arroyos, concentrando 49% del total nacional.

El 67% de los municipios y delegaciones con servicio de agua de la red pública facturan por su prestación; 66% de éstos lo hace a través de una cuota fija que no considera la cantidad de agua consumida; el 25% utiliza tanto cuota fija como servicio medido; mientras que el 7% factura con base en servicio medido.

## **8.1.4. Consumo y cuidado del agua.**

El consumo de agua embotellada para beber y para cocinar es cada día más frecuente entre la población mexicana, el 73% de los hogares compra agua en garrafón o botella; en tanto que prácticamente 16% la toma directamente de la llave.

En el país en el 65% de los hogares se han adoptado hábitos o prácticas para ahorrar el agua entubada que llega a sus viviendas; entre los más recurrentes se encuentran la reducción del flujo de las llaves (44%) y el reúso del agua de la lavadora y del lavado de verduras y frutas (40%).

En los hogares donde se recibe menos frecuentemente agua entubada es donde se registran más prácticas de ahorro de agua; mientras que el 79% de las viviendas que informaron recibir agua dos veces por semana reportó tener prácticas de ahorro, solamente el 68% de las que reciben agua diariamente señaló tener dichas prácticas.

## **8.1.5. Agua potable y saneamiento.**

El suministro de agua para la población en nuestro país es responsabilidad de los gobiernos municipales y delegacionales; al igual que el saneamiento de las aguas residuales que resultan de su utilización en actividades económicas y hogares.

La fragilidad del recurso, que potencialmente se verá acentuada en un entorno de cambio climático, requiere de una administración del servicio en una perspectiva de sustentabilidad lo que obliga entre otras cosas a contar con información sobre las características ambientales, técnicas y administrativas de la prestación del servicio de agua.

## **8.1.6. Captación de agua para abastecimiento público.**

El suministro de agua para la población inicia con la extracción de agua de fuentes subterráneas y superficiales mediante tomas. En México 77% de las tomas en operación se localiza en pozos; en el 47% de éstas existe macro medidor funcionando, lo que permite cuantificar la cantidad de agua que se extrae.

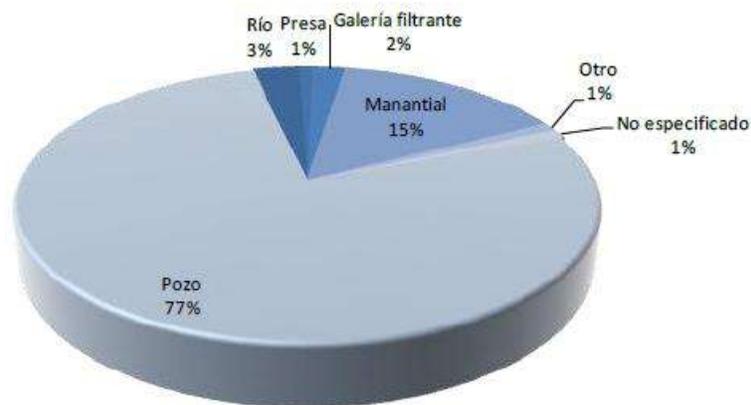


Figura 193. Distribución porcentual de tomas de agua en operación para abastecimiento público según tipo de fuente. INEGI, BOLETÍN DE PRENSA NÚM. 121/13, 9 DE ABRIL DE 2013. AGUASCALIENTES, AGS. ESTADÍSTICA BÁSICA SOBRE MEDIO AMBIENTE. Consultada el 30 de septiembre del 2013.



Figura 194. Distribución porcentual de tomas de agua en operación tipo pozo según disponibilidad de macromedidor. INEGI, BOLETÍN DE PRENSA NÚM. 121/13, 9 DE ABRIL DE 2013. AGUASCALIENTES, AGS. ESTADÍSTICA BÁSICA SOBRE MEDIO AMBIENTE. Consultada el 30 de septiembre del 2013.

### 8.1.7. Tratamiento de aguas residuales.

El tratamiento de las aguas residuales es esencial para la salud de los ecosistemas, la biodiversidad y la salud humana; para dar cumplimiento a las leyes y normas emitidas al respecto se han habilitado plantas o sitios de tratamiento.

De las aguas residuales de los 2 mil 456 municipios del país en 1,470 sitios reciben algún tipo de tratamiento para reducir la carga contaminante; 58% de estos sitios realiza una

depuración de tipo primario, incluyendo procesos como lagunas de aireación, fosas sépticas o humedales, entre otros.

## 8.1.8. Descargas de aguas residuales sin tratamiento.

En 2010, año de referencia de la información, se registraron 2 354 sitios de descarga de aguas residuales sin tratamiento; el 54% de éstas se localiza en ríos y arroyos.

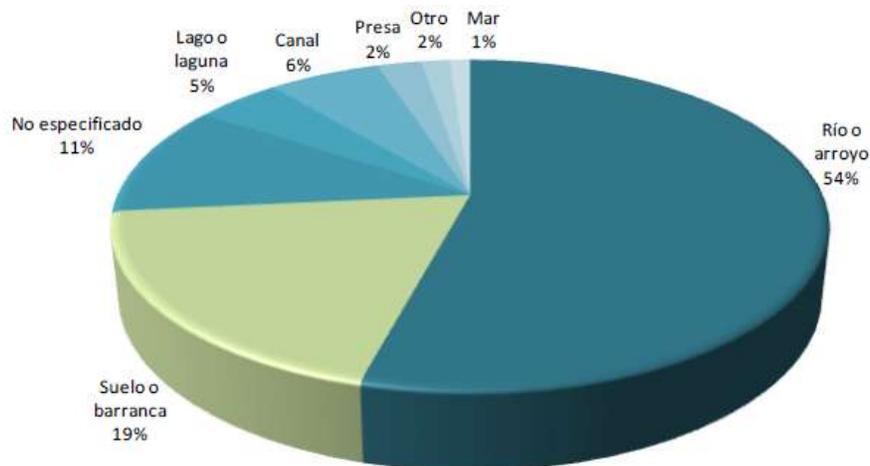


Figura 195. Distribución porcentual de puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento según tipo de cuerpo receptor. INEGI, BOLETÍN DE PRENSA NÚM. 121/13, 9 DE ABRIL DE 2013. AGUASCALIENTES, AGS. ESTADÍSTICA BÁSICA SOBRE MEDIO AMBIENTE. Consultada el 30 de septiembre del 2013.

Jalisco, Michoacán, México, Veracruz y Chiapas tienen cada uno más de 100 puntos de descarga de aguas residuales sin tratamiento en ríos y arroyos, concentrando 49% del total nacional.



Figura 196. Entidades con más de 100 puntos de descarga de aguas residuales sin tratamiento en ríos y arroyos. INEGI, BOLETÍN DE PRENSA NÚM. 121/13, 9 DE ABRIL DE 2013. AGUASCALIENTES, AGS. ESTADÍSTICA BÁSICA SOBRE MEDIO AMBIENTE. Consultada el 30 de septiembre del 2013.

**8.1.9. Consumo y cuidado del agua.**

El consumo de agua embotellada para beber y para cocinar entre la población mexicana está presente en el 73% de los hogares, a través de la compra del líquido en garrafón o botella; en tanto que prácticamente 16% la toma directamente de la llave.

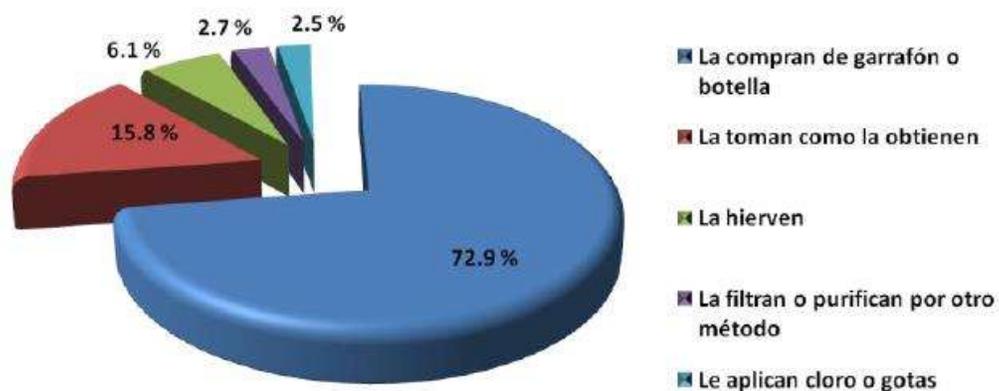


Figura 197. Distribución porcentual de los hogares según prácticas en el consumo de agua para beber. INEGI, BOLETÍN DE PRENSA NÚM. 121/13, 9 DE ABRIL DE 2013. AGUASCALIENTES, AGS. ESTADÍSTICA BÁSICA SOBRE MEDIO AMBIENTE. Consultada el 30 de septiembre del 2013.

El impulso y consolidación de la participación ciudadana en el buen uso y cuidado del agua es un aspecto fundamental para la sostenibilidad del recurso. En nuestro país, en el 65% de los hogares se han adoptado hábitos o prácticas para ahorrar el agua entubada que llega a sus viviendas; entre los más recurrentes se encuentran la reducción del flujo de las llaves (44%) y el reúso del agua de la lavadora y del lavado de verduras y frutas (40%).

Considerando la frecuencia de recepción de agua entubada en la vivienda, puede observarse que, en general, en las viviendas donde se recibe menos frecuentemente el líquido es donde se registran más prácticas de ahorro de agua: mientras que el 79% de las viviendas que informaron recibir agua dos veces por semana reportó tener prácticas de ahorro, solamente el 68% de las que reciben agua diariamente señaló tener dichas prácticas.<sup>82</sup>

## **8.2. Purificadores de agua.**

El objetivo de estos productos es ofrecer un sistema de purificación del agua confiable y barato, ya que actualmente, las empresas tienen un gasto muy elevado de agua, y desperdician mucho dinero, tiempo y esfuerzo en el manejo de garrafones.<sup>83</sup>

### **8.2.1. Modelo: CHILL POU™ Modelo económico.**

Marca: Chill Pou™.

Ideal para oficinas por su diseño.

Este modelo es ideal para áreas de trabajo comunes; es económico, resistente y elegante.

Sistema de purificación del agua con dispensador de agua fría y caliente de acero inoxidable, conexión directa.

¡Sin necesidad de Garrafón!



Figura 198. Diseño vanguardista que se coloca tanto en oficinas como en el hogar. (<http://www.depuragua.net/Productos-Destacados/chill-pou>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

#### **8.2.1.1. Características:**

- Tanque de agua fría de 4 litros de capacidad de producción por hora.
- Tanque de agua caliente de 4 litros de capacidad de producción por hora.
- Gabinete de acero inoxidable de resistencia y durabilidad.
- Equipo preparado para la purificación del agua a través de una instalación a toma de agua directa que provenga de fuente de agua segura, con capacidad de recibir cualquier tipo de agua filtrada o purificada, o bien se le pueden adaptar filtros en la parte trasera.
- Sistema de filtración de dos etapas (sedimentos y carbón activado) adaptable, que remueve cloro, sabor, olor, quistes, plomo, asbestos, atrazina, benceno, mercurio, arena, tierra, cieno, sedimento y herrumbre.
- Gotero removible para fácil manejo.
- Materiales grado alimenticio en los conductos de agua.
- Temperatura de agua fría de 5 a 10 grados centígrados.
- Temperatura de agua caliente de 82 a 87 grados centígrados.

#### **8.2.1.2. Especificaciones y datos técnicos.**

- Diámetro Superior: 29 cm.

- Alto: 99 cm.
- Diámetro Inferior: 33 cm.
- Peso: 17 Kilogramos.
- Gabinete: Estilizado de Acero Inoxidable.
- Sistema de refrigeración: en base a compresor hermético.
- Termostato: Agua Fría.
- Tanque de agua fría: Acero inoxidable.
- Electricidad: 115 voltios 60 hz.
- Tanque de Agua Caliente: Acero inoxidable.<sup>84</sup>

Empresa: Depuragua.

### 8.2.2. Pure Water Cooler™ Deluxe.

Modelo: PWC-2000 F.

Marca: Pure Water Cooler.

Ideal para oficinas por su elegancia.

Para la gente que considera que la purificación del agua donde va a colocar su dispensador tiene una calidad aceptable, este es el modelo que le puede funcionar.



Figura 199. Sistema de purificación del agua con dispensador de Agua a través de filtros para sedimentos y carbón activado incluidos dentro del gabinete. Sirve agua fría, caliente y al tiempo al instante. (<http://www.depuragua.net/Productos-Destacados/pwc2000f>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

¡Sin necesidad de Garrafón!

## 8.2.2.1. Características:

- El primer paso es el filtro de sedimentos, que reduce las sustancias contenidas en el agua mayores a 0.05 micras, el segundo paso es el filtro de carbón activado que disminuye la cantidad de cloro, las bacterias, olor y sabor en el agua. Un sistema de purificación del agua seguro y accesible.
- Control de encendido de agua fría y caliente por separado.
- Switch para llevar el agua a 100° C.
- Control de cobre-calentamiento de apagado automático.
- Compresor sellado de alta eficiencia para enfriar en un rango de 3°C hasta 10°C.
- Tanques frío y caliente de acero inoxidable tipo 304.
- Panel frontal para filtros de fácil acceso.
- Reservorio de agua con gran capacidad fácil de limpiar.
- Seguro de niños para el grifo de agua caliente.

## 8.2.2.2. Especificaciones y datos técnicos.

- Peso: 26.30 kg.
- Eléctrico: 110V-120V 50/60 Hz.
- Dimensiones: 33cm x 40cm x 104cm.
- Producción de Agua: 190 Litros al Día.
- Enfriamiento: 5.7 litros/hora. 3°C-10°C.
- Tanque de Agua Fría: Volumen 1.89 litros.
- Calentamiento: 5.7 litros/hora. 85°C.
- Tanque de agua caliente: Volumen 1.89 litros.
- Volumen tanque frío: 1.89 litros.
- Tanque de Agua Al tiempo: Volumen 8.33 litros.
- Volumen tanque caliente: 1.89 litros.<sup>85</sup>

Empresa: Depuragua.

## 8.2.3. Pure Water Cooler™ UV.

Modelo: PWC-2000-F-UV.

Marca: Pure Water Cooler.

Ideal para oficinas por su elegancia



Figura 200. Con filtro UV. (<http://www.depuragua.net/Productos-Destacados/pwc2000f-uv>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

La **luz ultravioleta**, consiste en una lámpara encapsulada, por la cual pasa el agua y **mata el 99.99% de virus y bacterias**; aunque la ósmosis inversa elimina los sólidos disueltos hasta en un 98-99%. La luz UV se cerciora que el agua esté **totalmente segura** microbiológicamente.

Sistema de purificación del agua con filtros de sedimentos y carbón activado incluidos dentro del gabinete. Sirve a temperaturas frías y calientes sin mayor problema.

Sin necesidad de Garrafón.

### 8.2.3.1. Características:

- El proceso de purificación del agua consisten en la reducción de sedimentos a través de un filtro, que reduce las sustancias contenidas en el agua mayores a 0.05 micras, seguido de un filtro de carbón activado que disminuye el olor, el sabor, la cantidad de cloro, las bacterias, olor y sabor en el agua. Este modelo incluye además un sistema de **luz UV** que elimina el 99.99% de bacterias.
- Control de encendido de agua fría y caliente por separado.
- Switch para llevar el agua a 100° C.
- Control de sobre-calentamiento de apagado automático.
- Compresor sellado de alta eficiencia para enfriar en un rango de 3°C hasta 10°C.
- Tanques frío y caliente de acero inoxidable tipo 304.
- Panel frontal para filtros de fácil acceso.

- Reservorio de agua con gran capacidad fácil de limpiar.
- Seguro de niños para el grifo de agua caliente.
- Paso adicional de Luz Ultravioleta.

### **8.2.3.2. Especificaciones y datos técnicos.**

- Peso: 26.30 kg.
- Eléctrico: 110V-120V 50/60 Hz.
- Dimensiones: 33cmx40cmx104cm.
- Producción de Agua: 190 Litros al Día.
- Enfriamiento: 5.7 litros/hora. 3°C-10°C.
- Tanque de Agua Fría: Volumen 1.89 litros.
- Calentamiento: 5.7 litros/hora. 85°C.
- Tanque de agua caliente: Volumen 1.89 litros.
- Volumen tanque frío: 1.89 litros.
- Tanque de Agua Al tiempo: Volumen 8.33 litros.
- Volumen tanque caliente: 1.89 litros.<sup>86</sup>

Empresa: Depuragua.

### **8.2.4. Pure Water Cooler™ Osmosis.**

Modelo: PWC-2000-R.

Marca: Pure Water Cooler.

Mismo dispensador, mayor purificación.

Produce agua de mejor calidad que el agua embotellada.



Figura 201. Dispensador de Agua con Osmosis inversa integrada para la purificación del agua. (<http://www.depuragua.net/Productos-Destacados/pwc2000>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

Sin necesidad de Garrafón.

#### **8.2.4.1. Características:**

- La osmosis inversa es el mejor sistema para purificación del agua potable en la actualidad.
- El primer paso es el filtro de sedimentos, que reduce las sustancias contenidas en el agua mayores a 0.05 micras, el segundo paso es el filtro de carbón activado que disminuye la cantidad de cloro, las bacterias, olor y sabor en el agua. El tercero es la membrana que realiza la función de osmosis inversa y que disminuye los sólidos disueltos totales entre un 95-99%.
- Control de encendido de agua fría y caliente por separado.
- Switch para llevar el agua a 100°C.
- Control de sobre-calentamiento de apagado automático.
- Compresor sellado de alta eficiencia para enfriar en un rango de 3°C hasta 10°C.
- Tanques frío y caliente de acero inoxidable tipo 304.
- Panel frontal para filtros de fácil acceso.
- Reservorio de agua con gran capacidad fácil de limpiar.
- Temperatura: Caliente, ambiente y fría.

#### **8.2.4.2. Especificaciones y datos técnicos.**

- Peso: 26.30 kg.
- Eléctrico: 110V-120V 50/60 Hz.

- Dimensiones: 33cm x 40cm x 104cm.
- Producción de Agua: 190 Litros al Día.
- Enfriamiento: 5.7 litros/hora. 3<sup>o</sup>-10<sup>o</sup>.
- Tanque de Agua Fría: volumen 1.89 litros.
- Calentamiento: 5.7 litros/hora. 85<sup>o</sup>C.
- Tanque de agua caliente: Volumen 1.89 litros.
- Volumen tanque frío: 1.89 litros.
- Tanque de Agua Al tiempo: Volumen 8.33 litros.
- Volumen tanque caliente: 1.89 litros.<sup>87</sup>

Empresa: Depuragua.

### 8.2.5. Pure Water Cooler™ Osmosis UV.

Modelo: PWC-2000-R-UV.

Marca: Pure Water Cooler.

Mismo Dispensador, Mayor Purificación

El filtro de luz Ultravioleta, es un lámpara encapsulada, por la cual pasa el agua y mata el 99.99% de virus y bacterias; aunque el sistema de purificación del agua por si solo elimina los sólidos disueltos hasta en un 98%. La luz UV se cerciora que el agua esté totalmente Limpia y segura a un nivel microbiológico.



Figura 202. Dispensador de Agua con Osmosis inversa integrada. (<http://www.depuragua.net/Productos-Destacados/pwc2000r-uv>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

Sin necesidad de Garrafón.

## 8.2.5.1. Características:

- La osmosis inversa es el mejor sistema para producir agua para beber en la actualidad.
- El primer paso es el filtro de sedimentos, que reduce las sustancias contenidas en el agua mayores a 0.05 micras, el segundo paso es el filtro de carbón activado que disminuye la cantidad de cloro, las bacterias, olor y sabor en el agua. El tercero es la membrana que realiza la función de osmosis inversa y que disminuye los sólidos disueltos totales entre un 95-99%. Finalmente este modelo incluye un sistema de luz UV con lo cual el proceso de purificación del agua se complementa dándole la seguridad de que está tomando agua incluso más limpia que la embotellada.
- Control de encendido de agua fría y caliente por separado.
- Switch para llevar el agua a 100°C.
- Control de sobre-calentamiento de apagado automático.
- Compresor sellado de alta eficiencia para enfriar en un rango de 3°C hasta 10°C.
- Tanques frío y caliente de acero inoxidable tipo 304.
- Panel frontal para filtros de fácil acceso.
- Reservorio de agua con gran capacidad fácil de limpiar.
- Temperatura: Caliente, ambiente y fría.
- Paso adicional de Luz Ultravioleta.

## 8.2.5.2. Especificaciones y datos técnicos.

- Peso: 26.30 kg.
- Eléctrico: 110V-120V 50/60 Hz.
- Dimensiones: 33cm x 40cm x 104cm.
- Producción de Agua: 190 Litros al Día.
- Enfriamiento: 5.7 litros/hora. 3°C-10°C.
- Tanque de Agua Fría: Volumen 1.89 litros.
- Calentamiento: 5.7 litros/hora. 85°C.
- Tanque de agua caliente: Volumen 1.89 litros.
- Volumen tanque frío: 1.89 litros.
- Tanque de Agua Al tiempo: Volumen 8.33 litros.
- Volumen tanque caliente: 1.89 litros.<sup>88</sup>

Empresa: Depuragua.

## 8.2.6. Osmosis Inversa Domestica.

Modelo: OIDO-50.

Marca: PureWaterCooler.

Purificador de agua casero.



Figura 203. Sistema de Osmosis inversa que produce 190 litros al día de agua purificada de la mejor calidad. (<http://www.depuragua.net/Productos-Destacados/oido-50>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

### 8.2.6.1. 5 etapas:

- Se puede colocar una llave dispensadora o conectar al refrigerador.
- Refacciones y filtros de reemplazo disponibles.
- Disponible con paso adicional para la purificación del agua a través de un filtro de rayos ultravioleta para asegurar eliminación de organismos vivos dañinos.
- Tanque de almacenamiento exterior complementario de 11 litros.
- Elimina el 99% de las bacterias en el agua.
- Compresor sellado de alta eficiencia para enfriar en un rango de 3 °C hasta 10°C.
- Funciona con agua residencial o de pozo.
- Instalación debajo del fregadero.<sup>89</sup>

Empresa: Depuragua.

### 8.3. Termofusión TUBOPLUS M.R. Bicapa.

Grupo Rotoplas® presenta Tuboplus, un sistema integral de tubos y conexiones para la conducción de agua a elevadas temperaturas y presiones unidas por el avanzado sistema de termofusión, (unión por calor 260°C), formando una sola pieza continua con cero fugas.



Figura 204. Tuboplus.

([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

En la búsqueda de un sistema de conducción de agua capaz de soportar altas temperaturas y presiones y superar a la vez los problemas de unión de las tuberías convencionales, investigadores alemanes desarrollaron hace más de 25 años un material revolucionario: el **Polipropileno Copolímero Random (PPR)**.

Este notable avance científico hizo posible la producción de tubos y conexiones de alta resistencia al agua caliente y a las bajas temperaturas. Los tubos y conexiones al termofusionarse, superaron el riesgo de fugas en las uniones.

Estas cualidades, sumadas a otras ventajas del material, como la ausencia de corrosión y toxicidad y su larga vida útil en condiciones extremas, determinaron el rápido desarrollo de este tipo de sistema de conducción de agua en muchos países europeos.

De esa forma, el primer Polipropileno creado especialmente para la conducción de agua caliente, superó las pruebas exhaustivas de los laboratorios de ensayo más avanzados y también cumplió en exceso los requerimientos establecidos para diversas condiciones de uso en Europa, tanto en viviendas como en industrias, en barcos y otra muchas aplicaciones.

### **8.3.1. Termofusión.**

Entre un tubo y una conexión TUBOPLUS, no hay termofusión. Esto significa que el material de ambos se fusiona molecularmente, a 260°C, formando una tubería continua, sin roscas, soldaduras o pegamentos especiales.

De esta forma se elimina la causa principal de fugas en las uniones de las tuberías comunes de agua fría y caliente, ya que estas uniones están expuestas a errores humanos, a las tensiones de trabajo, a los diferentes grados de dilatación y al envejecimiento de los elementos que las componen.



Figura 205. Garantía de seguridad.

([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

El proceso de termofusión es muy simple: el tubo y la conexión se calientan durante pocos segundos en los dados teflonados del termofusor y luego se unen en escasos segundos más.

No hay que roscar, soldar ni pegar nada. No hay agregado de material alguno. El proceso de termofusión es rápido, limpio y sencillo dando como resultado ahorros en tiempo y costo de instalación, mayor precisión y seguridad total de un trabajo bien terminado.

### **8.3.2. Polipropileno Copolímero Random (tipo 3) PPR. Un material de vanguardia.**

La materia prima de TUBOPLUS desarrollada en Alemania, es la única creada especialmente para la conducción de agua a temperaturas y presiones elevadas.

El PPR posee la cualidad de hacer posible una termofusión perfecta de tubos y conexiones. En presencia de temperaturas y presiones de trabajo elevadas, supera ampliamente los requisitos de cualquier tipo de vivienda y de la mayoría de las instalaciones industriales.

La tabla 18, Presiones permisibles de trabajo, expone más claramente lo dicho. Por ejemplo: si una instalación, realizada con tubos y conexiones TUBOPLUS conduce agua caliente a 60°C por espacio de 50 años, en forma ininterrumpida, puede resistir durante ese tiempo, una presión de trabajo de hasta 8,7kg/cm<sup>2</sup>.

Temperatura °C	Servicio Continuo Años	Presión Máxima Admisible (Kg/cm <sup>2</sup> )
20	1	24,1
	5	22,4
	10	21,7
	25	21,1
	50	20,7
30	1	20,5
	5	19,2
	10	18,8
	25	18,1
	50	17,7
40	1	17,7
	5	16,6
	10	16,2
	25	15,6
	50	14,7
50	1	15,1
	5	14,3
	10	13,9
	25	12,8
	50	11,7
60	1	13,2
	5	12,2
	10	11,5
	25	9,8
	50	8,7
70	1	10,7
	5	9,6
	10	8,5
	25	7,3
	30	7,0
80	1	10,9
	5	6,9
	10	6,3
	15	5,9
95	1	6,1
	5	4,6

Tabla 21. Presiones permisibles de trabajo.

([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.3.3. Ventajas del sistema.

### 8.3.3.1. Ausencia de corrosión.



Figura 206. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Los tubos y conexiones TUBOPLUS tienen mayor resistencia ante la posible agresión de las aguas duras y soportan sustancias químicas, lo que abarca a sustancias ácidas y alcalinas (como el ácido sulfúrico y la sosa cáustica).

Pueden instalarse en contacto con cal, concreto y otros materiales de construcción.

### 8.3.3.2. Mayor resistencia al agua caliente y a la presión de agua.



Figura 207. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

TUBOPLUS presenta el mejor comportamiento frente a la combinación de altas temperaturas y presiones de trabajo, llegando a tener una vida útil de hasta 50 años, muy superior comparada con otras opciones sintéticas o metálicas.

### 8.3.3.3. Seguridad total en las uniones.



Figura 208. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

En la fusión molecular del material de los tubos y conexiones (termofusión), la unión desaparece y da lugar a una tubería continua, que garantiza el más alto grado de seguridad en instalaciones de agua fría y caliente.

### 8.3.3.4. Agua caliente en menos tiempo.



Figura 209. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

TUBOPLUS es un excelente aislante térmico, razón por la cual reduce la pérdida de calor del agua transportada, conservando prácticamente su temperatura de origen. De esa forma se ahorra energía, se gana confort y se evita la condensación en los muros por donde corre la tubería empotrada.

### 8.3.3.5. Mantiene la calidad del agua.



Figura 210. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

TUBOPLUS no es tóxico, por su unión por termofusión. Al no requerir soldadura ni pegamento, se garantiza la calidad de los fluidos transportados, sin añadir color, sabor, ni olor.

### 8.3.3.6. Excelenteresistencia al impacto.



Figura 211. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

La elasticidad de TUBOPLUS determina una resistencia al impacto muy superior a la de otras tuberías.

Esto sirve para proteger a las tuberías tanto en uso (golpe de ariete), como en el transporte, almacenamiento y manejo en obra.

### 8.3.3.7. Instalaciones silenciosas.



Figura 212. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

TUBOPLUS evita la propagación de los ruidos y vibraciones del paso del agua.

## 8.3.3.8. Corrientes eléctricas.



Figura 213. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

TUBOPLUS es un mal conductor eléctrico y por ello no sufre de perforación como las tuberías metálicas, por el ataque de corrientes eléctricas.

## 8.3.3.9. Alta resistencia a baja temperatura.



Figura 214. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Por su elasticidad y resistencia TUBOPLUS soporta el aumento de volumen generado por el posible congelamiento del agua, hasta una temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$ .

## 8.3.3.10. Máxima resistencia en zonas sísmicas.



Figura 215. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

La unión por termofusión, la resistencia mecánica y la flexibilidad de TUBOPLUS dan a la instalación hidráulica gran seguridad en zonas sísmicas.

### **8.3.3.11. Mayor flujo.**

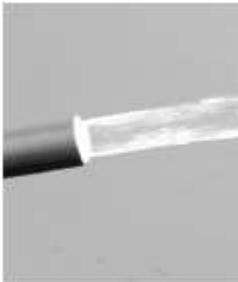


Figura 216. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Debido a su perfecto acabado interno, TUBOPLUS no propicia adherencias ni incrustaciones, lo que garantiza un flujo constante a lo largo de la vida útil para instalación.

### **8.3.3.12. La mayor facilidad en el trabajo.**



Figura 217. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

La ligereza y flexibilidad de TUBOPLUS, sumadas al sencillo proceso de trabajo, facilitan la labor del instalador y disminuyen los problemas en obra.

	TUBOPLUS	Cobre	CPVC
<b>Resistencia al Impacto</b>	Excelente	Mala	Pobre
<b>Sistema de Unión</b>	Termofusión	Soldadura con Estaño/plomo	Pegamento
<b>Tiempos de Instalación</b>	1/3	1	1/2
<b>Temperatura Máxima</b>	95°C	100°C	65°C
<b>Diámetros</b>	1/2" a 3"	1/2" a 4" <sup>3</sup>	1/2" a 2" <sup>4</sup>
<b>Presión Nominal</b>	20 Kg./cm <sup>2</sup>	8 Kg./cm <sup>2</sup> <sup>1</sup>	20 Kg./cm <sup>2</sup>
<b>Aislamiento acústico</b>	Bueno	Malo	Regular
<b>Resistencia a la corrosión</b>	Excelente	Mala	Buena
<b>Flexibilidad</b>	Flexible	Rígido	Rígido
<b>Posibilidad de fugas</b>	No	Si	Si
<b>Toxicidad</b>	Nula	por Soldadura c/plomo	por Pegamento
<b>Elongación a la Rotura</b>	800%	N/D	40%
<b>Resistencia a los químicos</b>	Alta	Baja	Mediana
<b>Reparación</b>	Sencilla	Compleja	Muy Compleja
<b>Pérdida de calor</b>	Muy Baja	Muy Alta	Baja

<sup>1</sup> Con soldadura 40% estaño 60% plomo.

<sup>2</sup> Temperatura máxima de conexiones con inserto metálico.

<sup>3</sup> Tubería tipo M.

<sup>4</sup> Tubería tipo CTS.

Tabla 22. Cuadro comparativo con otros materiales.

([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

### 8.3.4. Campos de aplicación.

#### 8.3.4.1. Instalaciones en viviendas, hoteles y hospitales.

TUBOPLUS es el primer sistema de tubos y conexiones producido con una materia prima especialmente desarrollada para la conducción de agua fría y caliente a presión. Por eso es uno de los sistemas más aptos para las instalaciones hidráulicas en viviendas, hoteles y hospitales con la máxima exigencia de uso.

#### 8.3.4.2. Instalaciones de calefacción.

Gracias a su alta resistencia al agua caliente, al no tener corrosión y a su excelente capacidad aislante, TUBOPLUS puede instalarse para tendidos de calefacción por agua

caliente, instalados entre la fuente generadora del calor (calentador) y el foco emisor (difusor).

### **8.3.4.3. Instalaciones prearmadas.**

La facilidad y seguridad incomparable de una termofusión, sumadas al bajo peso de las tuberías, a su gran flexibilidad y a su gama completa de figuras y medidas, hacen de TUBOPLUS el sistema más adecuado para las instalaciones prearmadas.

### **8.3.4.4. Instalaciones de aire acondicionado.**

La hermeticidad de la termofusión aunada a la pérdida mínima de carga y al aislamiento óptimo, distinguen a TUBOPLUS como uno de los sistemas más aptos para las instalaciones de convección de aire frío o caliente.

### **8.3.4.5. Instalaciones para fluidos industriales y aire comprimido.**

Todas las ventajas expresadas más la gran resistencia a la presión interna, al impacto, al golpe de ariete y a fluidos industriales, sitúan a TUBOPLUS como el sistema óptimo para instalaciones industriales.

### **8.3.5. Ventajas Económicas.**

#### **8.3.5.1. - Rapidez en la instalación.**



Figura 218. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

- Por cada instalación de cobre se hacen **3** instalaciones con Tuboplus. Por su proceso de unión (30 segundos en medida de 20 mm).

**8.3.5.2. - Menor costo por unión.**



Figura 219. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

- No se requiere de soldadura, pasta, lija, soplete, gas, gasolina, pegamento, limpiadores especiales, etc...

**8.3.5.3. - Ahorro en la Instalación.**



Figura 220. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

- Se pueden usar tramos de hasta 3 cm de tubo.
- Mínimo control de materiales.
- Cero pérdidas por maltrato.
- Menor retrabajo.
- Facilidad en reparaciones.<sup>90</sup>

8.3.6. Línea de tubos, conexiones y herramienta.

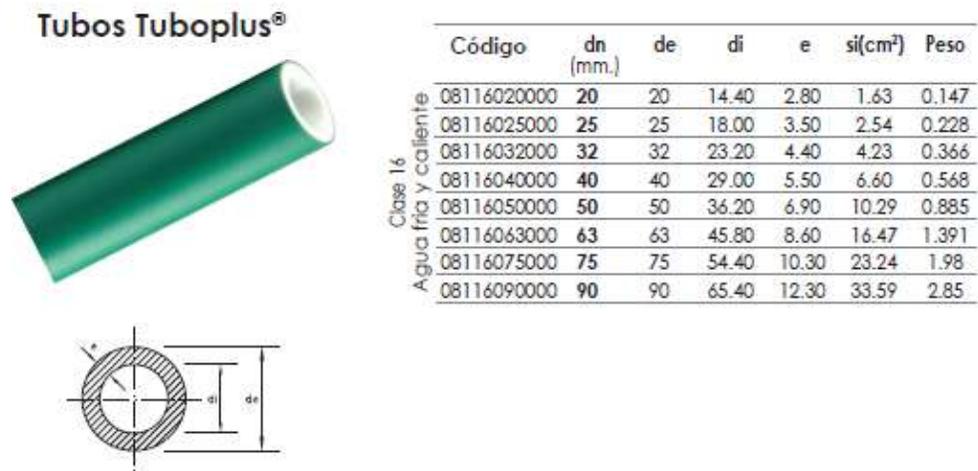


Figura 221. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

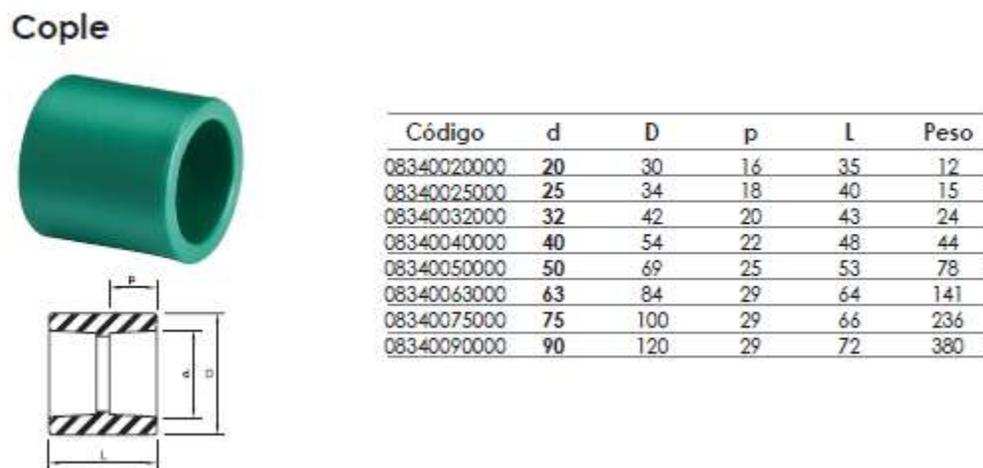


Figura 222. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

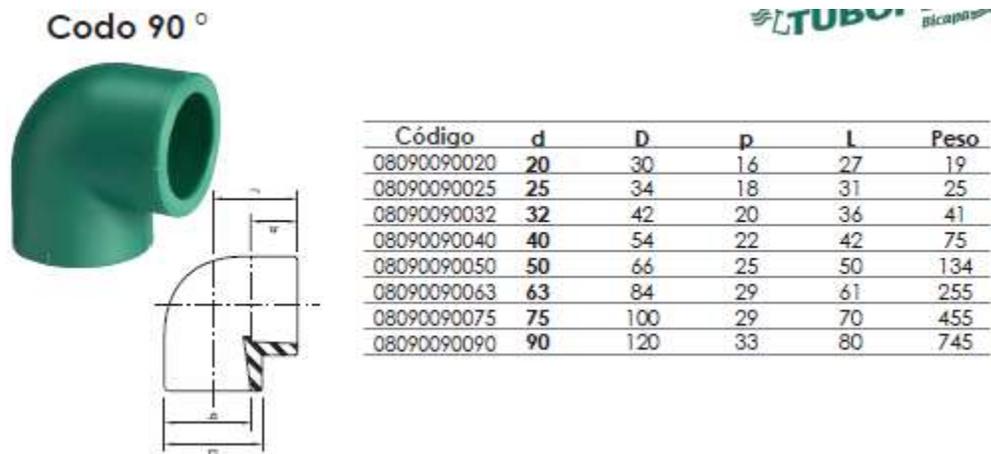


Figura 223. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

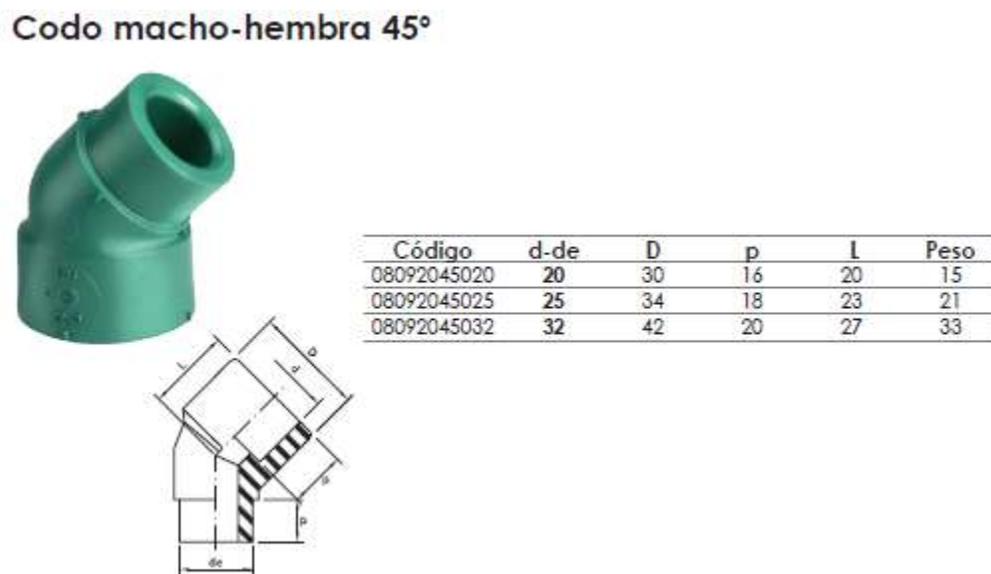
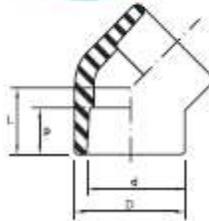


Figura 224. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

**Codo 45°**

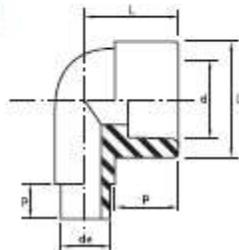


Código	d	D	t	L	Peso
08090045020	20	30	16	20	14
08090045025	25	34	18	23	19
08090045032	32	42	20	27	31
08090045040	40	54	22	31	54
08090045050	50	66	25	36	96
08090045063	63	84	29	44	178
08090045075	75	100	29	48	345
08090045090	90	120	33	53	565

Referencias: - pn : presión nominal (kg/cm<sup>2</sup>) - de: diámetro externo (mm) - di: diámetro interno (mm)  
 - e: espesor (mm) - si: sección interna (cm<sup>2</sup>) - Peso: kg/m (en tubos); gramos (en conexiones)

Figura 225. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

**Codo macho-hembra 90°**



Código	d-de	D	p	L	Peso
08092090020	20	30	16	27	18
08092090025	25	34	18	31	23

Figura 226. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

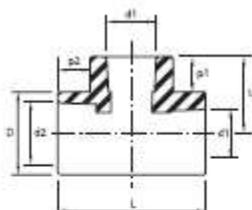
Curva 90°



Código	d	D	p	L	Peso
08002090020	20	31	16	50	26
08002090025	25	37	18	62.5	38
08002090032	32	43	18	83	66

Figura 227. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

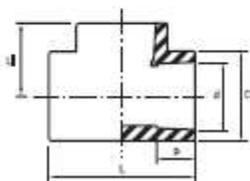
Tee reducida extrema



Código	d1	d2	D	p1	p2	L	LI	Peso	Equivalencia en pulgadas
08134020025	20x	25	34	18	18	63	32	40	3/4" x 1/2" x 1/2"
08134020032	20x	32	42	16	20	75	39	83	1" x 1/2" x 1/2"
08134025020	25x	20	34	18	16	63	32	36	3/4" x 1/2" x 3/4"
08134025032	25x	32	42	18	20	75	39	74	1" x 3/4" x 3/4"
08134032020	32x	20	42	20	16	75	39	68	1" x 1/2" x 1"
08134032025	32x	25	42	20	18	75	39	69	1" x 3/4" x 1"

Figura 228. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

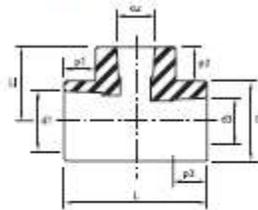
Tee



Código	d	D	p	L	LI	Peso
08130020000	20	30	16	54	27	23
08130025000	25	34	18	63	32	32
08130032000	32	42	20	75	39	55
08130040000	40	53	23	85	43	96
08130050000	50	67	25	102	51	172
08130063000	63	84	29	122	60	318
08130075000	75	100	29	140	70	568
08130090000	90	122	33	158	75	920

Figura 229. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

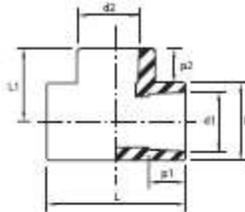
**Tee reducida extrema y central**



Código	d1	d2	d3	D	p1	p2	p3	L	Peso	Equivalencia en pulgadas
08135032020	32	x 20	x 25	42	16	18	20	75	78	1" x 3/4" x 1/2"
08135032025	32	x 25	x 20	42	18	16	20	75	77	1" x 1/2" x 3/4"

Figura 230. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

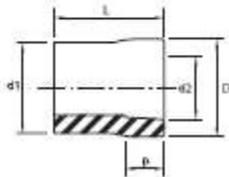
**Tee reducida central**



Código	d1	d2	D	P1	P2	L	L1	Peso	Equivalencia en pulgadas
08133025020	25	x 20	34	18	16	63	32	35	3/4" x 3/4" x 1/2"
08133032020	32	x 20	42	20	16	75	39	63	1" x 1" x 1/2"
08133032025	32	x 25	42	20	18	75	39	61	1" x 1" x 3/4"
08133040025	40	x 25	53	22	18	85	43	114	1 1/4" x 1 1/4" x 3/4"
08133040032	40	x 32	53	22	20	85	43	105	1 1/4" x 1 1/4" x 1"
08133050032	50	x 32	67	25	20	102	51	201	1 1/2" x 1 1/2" x 1"
08133050040	50	x 40	67	25	22	102	51	193	1 1/2" x 1 1/2" x 1 1/4"
08133063040	63	x 40	84	29	22	122	60	373	2" x 2" x 1 1/4"
08133063050	63	x 50	84	29	25	122	60	357	2" x 2" x 1 1/2"
08133075050	75	x 50	100	29	25	140	70	428	2 1/2" x 2 1/2" x 1 1/2"
08133075063	75	x 63	100	29	25	140	70	492	2 1/2" x 2 1/2" x 2"
08133090063	90	x 63	122	33	29	158	75	692	3" x 3" x 2"
08133090075	90	x 75	122	33	29	158	75	838	3" x 3" x 2 1/2"

Figura 231. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

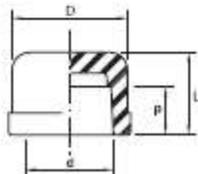
**Reducción**



Código	d1		d2	P	L	Peso
08241025020	25	x	20	16	39	11
08241032020	32	x	20	16	44	21
08241032025	32	x	25	18	46	18
08241040025	40	x	25	18	48	26
08241040032	40	x	32	20	48	27
08241050032	50	x	32	20	56	41
08241050040	50	x	40	22	56	50
08241063040	63	x	40	22	64	75
08241063050	63	x	50	25	64	86
08241075050	75	x	50	22	68	119
08241075063	75	x	63	29	74	173
08241090063	90	x	63	29	78	186
08241090075	90	x	75	29	82	264

Figura 232. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

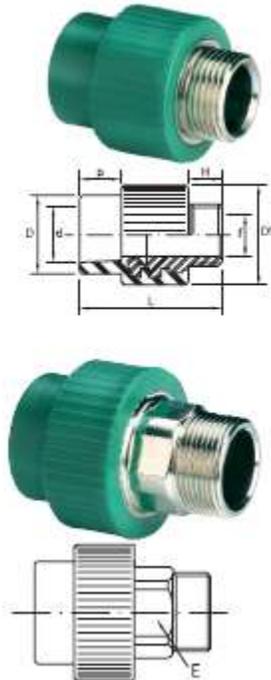
**Tapón**



Código	d1	D	t	L	Peso
08300020000	20	30	16	24	9
08300025000	25	33	18	27	12
08300032000	32	42	20	32	20
08300040000	40	54	22	39	41
08300050000	50	66	25	44	75
08300063000	63	83	29	52	142
08300075000	75	100	29	60	250
08300090000	90	120	33	68	391

Figura 233. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

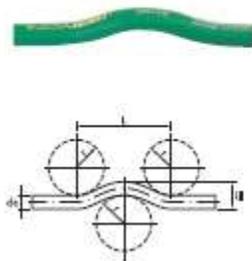
**Conector Macho**



Código	d1	f	D	D1	P	L	H	E	Peso
08272020015	20	x 1/2	27	38	16	53	12		95
08272020020	20	x 3/4	34	42	16	60	15		150
08272025015	25	x 1/2	34	42	18	58	12		106
08272025020	25	x 3/4	34	42	18	60	15		148
08272032020	32	x 3/4	42	54	20	66	15		180
08272032025	32	x 1	42	54	20	68	20		270
08272040032	40	x 1 1/4	54	72	22	93	20	44	510
08272050040	50	x 1 1/2	66	78	25	95	20	48	585
08272063050	63	x 2	84	90	29	100	20	60	744
08272075063	75	x 2 1/2	100	109	31	108	24	77	1296
08272090075	90	x 3	120	128	34	115	27	90	1503

Figura 234. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

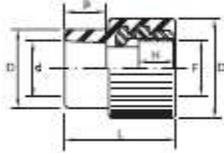
**Curva de sobrepasaje**



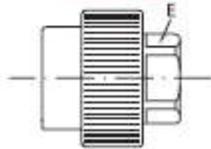
Código	de	r	L	L1	Peso
08085020000	20	50	130	43	65
08085025000	25	62	162	53	101
08085032000	32	80	206	70	165

Figura 235. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

**Conector hembra**



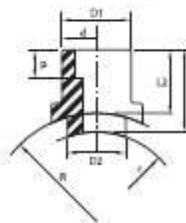
Código	d1	f	D	D1	P	L	H	E	Peso
08271020015	20	x 1/2	27	38	16	53	12		59
08271020020	20	x 3/4	34	42	16	60	15		96
08271025015	25	x 1/2	34	42	18	58	12		69
08271025020	25	x 3/4	34	42	18	60	15		94
08271032020	32	x 3/4	42	54	20	66	15		125
08271032025	32	x 1	42	54	20	68	20		157



08271040032	40	x 1 1/4	54	72	22	73	22	45	408
08271050040	50	x 1 1/2	66	78	25	75	22	54	481
08271063050	63	x 2	84	90	29	80	22	66	613
08271075063	75	x 2 1/2	100	109	31	84	22	82	945
08271090075	90	x 3	120	128	34	91	25	95	1204

Figura 236. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

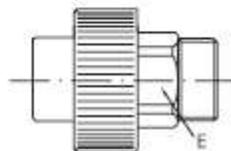
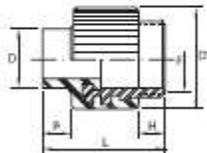
**Montura de derivación**



Código	t	d	D1	D2	P	R	L1	L2
08136063020	63	x 20	30	25	14	32	34	28
08136075020	75	x 20	30	25	14	38	35	28
08136090020	90	x 20	30	25	14	45	36	28
08136063025	63	x 25	35	25	16	32	34	28
08136075025	75	x 25	35	25	16	38	35	28
08136090025	90	x 25	35	25	16	45	36	28
08136075032	75	x 32	43	32	18	38	37	30
08136090032	90	x 32	43	32	18	45	38	30

Figura 237. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

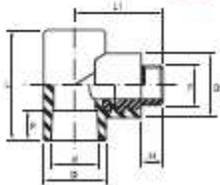
**Conector macho con espiga termofusión**



Código	d	f	D	D1	P	L	H	E	Peso
08274020015	20	x 1/2	27	38	16	53	12		94
08274025020	25	x 3/4	34	42	18	60	15		148
08274032025	32	x 1	42	54	20	58	20		269
08274040032	40	x 1 1/4	54	72	22	93	20	44	492
08274050040	50	x 1 1/2	66	78	25	95	20	48	570
08274063050	63	x 2	84	90	29	100	20	60	731

Figura 238. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

**Tee con rosca central macho**



Código	d	F	D	D1	p	L	L1	H	Peso
08132020015	20	x 1/2	29	36	16	54	45	12	107
08132025015	25	x 1/2	33	43	18	63	51	12	121
08132025020	25	x 3/4	33	43	18	63	54	15	124
08132032015	32	x 1/2	42	54	20	74	57	12	161
08132032020	32	x 3/4	42	54	20	74	60	15	204
08132032025	32	x 1	42	54	20	74	65	20	294

Figura 239. ([http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Empresa: ROTOPLAS®.

País: México.

## 8.3.7. Tuboplus<sub>M.R.</sub> Línea Hidráulica.

### 8.3.7.1. Características.

- Capa interior Expel (antibacterial), que evita la reproducción de microorganismos.
- Durabilidad (vida útil de hasta 100 años).
- Alto nivel de resistencia a impactos.
- Capacidad de transportar agua a temperaturas extremas (desde -5° hasta 95°).
- Garantiza cero fugas.
- No se corroe.

### 8.3.7.2. Fácil instalación:

- Une fácilmente tubos y conexiones.
- Instalación práctica, sencilla y con cero fugas.



Figura 240. Instrucciones de Instalación.

(<http://www.plomerama.mx/productos/plomeria/tuboplus/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.3.8. Tuboplus<sub>M.R.</sub> Línea Sanitaria.

### 8.3.8.1. Características.

- Tubo Tricapa, alta resistencia a impactos.
- Garantiza cero fugas gracias a su ANILLO DOBLE LABIO.
- Capa UV resistente al sol.
- Resistente a agentes químicos y a bajas y altas temperaturas.
- Alta durabilidad, para toda la vida.
- Facilidad de instalación.



Figura 241. Accesorios para Instalación Sanitaria.

(<http://www.plomerama.mx/productos/plomeria/tuboplus/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

#### 8.3.8.2. Fácil instalación:

- Lubricar superficie.
- Biselar Pieza.
- Unir Pieza.<sup>91</sup>



Figura 242. Instrucciones de uso.

(<http://www.plomerama.mx/productos/plomeria/tuboplus/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Empresa: Rotoplas<sup>®</sup>.

#### 8.3.9. Tuberías y conexiones de PVC.

Se Cuenta con una gran variedad de modelos en conexiones, tuberías y válvulas de PVC Ced.40, PVC Ced.80, CPVC Corzan, CPVC Flowguardgold, plásticas y termoplásticas ofrecen una gran variedad de medidas fabricadas por inyección.

##### 8.3.9.1. Ventajas:

- Jamás se oxidan, otorgan años de servicio libre de mantenimiento y extienden su vida útil en los sistemas de tuberías.
- Soportan temperaturas de hasta 60° C.
- Material más económico y ligero además de gran calidad.
- Fácil Instalación.

- Material termoplástico.
- Minimiza la pérdida de calor en los sistemas de agua caliente.
- Útiles en distribución de agua fría y caliente y están certificados por la NSF (National Sanatation Fundation).

### 8.3.9.2. PVC Cédula 40.



Figura 243. (<http://www.plomerama.mx/productos/tuberias-y-conexiones-de-pvc/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

El compuesto sólido usado en la fabricación de conexiones PVC C-40 es tipo 1, grado 1, como se identifica en ASTM D 1784. El compuesto deberá contener las cantidades especificadas de pigmento, estabilizadores, y otros aditivos aprobados por la NSF para la conducción de agua potable.

### 8.3.9.3. CPVC Cédula 80.



Figura 244. (<http://www.plomerama.mx/productos/tuberias-y-conexiones-de-pvc/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

El compuesto sólido usado en la fabricación de las conexiones de CPVC C-80 es de tipo IV, grado 1, como se identifica en ASTM D 1784. Las dimensiones, tolerancias y propiedades físicas cumplen con los requerimientos de ASTM F 439 para conexiones cementar, y F 437 o F 439 para conexiones roscadas.

Las conexiones roscadas cumplen con la norma ASTM F 1498. Las bridas y tuercas unión, cumplen con las ASTM F 1970.

## 8.3.9.4. PVC Cédula 80.



Figura 245. (<http://www.plomerama.mx/productos/tuberias-y-conexiones-de-pvc/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Las dimensiones, tolerancias y propiedades físicas cumplen con los requerimientos de ASTM D 2467 para conexiones cementar y D 2464 y D 2467 para conexiones roscadas. Las conexiones roscadas encajan en la tubería roscada de acuerdo a ASTM F 1498. Las tuercas unión y las bridas cumplen los requerimientos de ASTM F 1970.

## 8.3.9.5. CPVC CTS Flowguard Gold.



Figura 246. (<http://www.plomerama.mx/productos/tuberias-y-conexiones-de-pvc/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Tubería plástica para agua caliente y fría se recomienda para su uso dentro de su domicilio o edificio, ya que sustituyen al cobre con las ventajas de no incrustación, no oxidación, no corrosión e inmunidad al par galvánico independientemente de la facilidad y rapidez de instalación. La tubería esta hecha de CPVC y es una nueva tecnología de gran calidad y resistencia además facil de instalar.

## 8.3.9.6. RD'S 13.5, 21, 26 y 41 Cementar.



Figura 247. (<http://www.plomerama.mx/productos/tuberias-y-conexiones-de-pvc/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Por su resistencia al ataque de productos y sustancias químicas y corrosivas, por su bajo costo, por la facilidad de manejo e instalación y por su duración, la tubería de PVC es un sustituto indiscutible de las tuberías metálicas. Se puede aplicar en uso de fraccionamientos, sistemas de riego, líneas de proceso, albercas o spa's.

### 8.3.9.7. Hid. Sistema Inglés.



Figura 248. (<http://www.plomerama.mx/productos/tuberias-y-conexiones-de-pvc/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Es fabricado bajo la norma NMX-E-145. Y se utiliza para redes de agua potable, tanto en líneas principales como en secundarias, sistemas de riego, plantas de tratamiento de agua, etc.

### 8.3.9.8. Hid. Sistema Métrico.



Figura 249. (<http://www.plomerama.mx/productos/tuberias-y-conexiones-de-pvc/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Es fabricado bajo la norma NMX-E-145. Y se utiliza para redes de agua potable, tanto en líneas principales como en secundarias, sistemas de riego, plantas de tratamiento de agua, etc.

## 8.3.9.9. Alcantarillado Métrico Serie-20 y Serie-25.



Figura 250. (<http://www.plomerama.mx/productos/tuberias-y-conexiones-de-pvc/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Incluye campana y empaque en todos sus diámetros, así facilitando y reduciendo costos de instalación.

Es utilizada especialmente en sistemas de alcantarillado sanitario, drenaje, etc. En los sectores comercial y municipal.<sup>92</sup>

Empresa: Rotoplas<sup>®</sup>.

## 8.4. Diferencia entre los tubos de PVC y CPVC.



Figura 251. Conexión de PVC. (<http://www.ehowenespanol.com/diferencia-tubos-pvc-cpvc-sobre-171008/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

El PVC se ha convertido en un accesorio en plomería.

Hay muchas cosas a tener en cuenta cuando consideres los tipos de tuberías para utilizar en proyectos de construcción. El coste es un factor, pero el uso y la ubicación de los tubos también ayudará a determinar qué tipo de tubería será mejor.

## **8.4.1. PVC.**

PVC significa cloruro de polivinilo. Este tipo de tubo es menos costoso que otros tipos, resiste el agrietamiento y no es afectado por los ácidos. Se fabrica en blanco, gris y claro; puede ser rígido o flexible.

## **8.4.2. CPVC.**

CPVC significa cloruro de polivinilo clorado. Un proceso de radicales libres reemplaza una parte del hidrógeno presente en el PVC con cloro.

## **8.4.3. Usos del PVC.**

Debido a su fuerza y resistencia, el PVC se utiliza para muchas cosas. Dependiendo de su anchura, puede ser utilizado para transportar líquidos y gases de forma segura. Debido a su composición, el PVC se limita a transportar líquidos a temperaturas de menos de 140°F (60°C), haciendo al PVC inadecuado para transportar agua caliente.

## **8.4.4. Usos del CPVC.**

El CPVC tiene usos similares al PVC. Sin embargo, debido al proceso de clorado, el CPVC es capaz de resistir altas presiones y temperaturas. El CPVC tiene una tolerancia superior de temperatura de 180°F (82.2°C), por lo que puede utilizarse para tuberías de agua caliente.

## **8.4.5. Consideraciones sobre seguridad.**

El PVC y CPVC son productos de polímero y se fundirán en un incendio en el edificio. El CPVC especialmente se ha encontrado que alberga bacterias en la superficie interior. Todas las tuberías de PVC y CPVC se unen utilizando cementos que son contaminantes y toxinas conocidos. La ventilación es vital durante el proceso de instalación. Por último, debido a que estos productos son de menor precio, a veces se instalan por obreros no calificados. Es importante comprobar las credenciales de cada técnico.<sup>93</sup>

## 8.5. Características de las tuberías de CPVC.



Figura 252. Tubos de CPVC. (<http://www.ehowenespanol.com/diferencia-tubos-pvc-cpvc-sobre-171008/#/caracteristicas-tuberias-cpvc-info-271351/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

El CPVC se usa en líneas de agua caliente y fría.

El **policloruro de vinilo clorado** (CPVC) es una tubería de plástico que se usa en las líneas domésticas de suministro de agua y por lo general se instala en diámetros de 3/4 pulgada o 1/2 pulgada (1.9 ó 1.25 cm). Estas tuberías están disponibles en longitudes de 8 pies (2.4 m) y se unen entre sí mediante acoplamientos de CPVC, imprimación para PVC o cemento para PVC o CPVC. El CPVC es duradero y aceptado por las normas del código de construcción.

### 8.5.1. Uso en líneas de frías y calientes.

El CPVC se utiliza tanto en líneas de suministro de agua fría como caliente y puede soportar hasta 400 libras por pulgada cuadrada, o PSI por sus siglas en inglés, (equivalentes a 28.12 kilogramos por centímetro cuadrado) de presión a temperatura ambiente y 100 PSI (7.03 kilogramos por centímetro cuadrado) cuando el agua se encuentra a 180°F (82°C).

### 8.5.2. Resistencia al fuego y los productos químicos.

El CPVC es muy resistente a los productos químicos domésticos y no se arruina con el tiempo. Las tuberías no se quebrarán a causa de la corrosión, acumulaciones de sarro o electrólisis. Además, el CPVC no se quemará a menos que entre en contacto directo con una fuente de calor externa. Una vez que se retira la fuente de calor, el CPVC dejará de quemarse. Por estas razones, el CPVC se utiliza en instalaciones de rociadores contra incendios.

### 8.5.3. Resistencia a la corrosión del agua.

El CPVC es altamente resistente a los ácidos, las soluciones hídricas de aluminio, las sales y los hidrocarburos alifáticos. También puede soportar aguas corrosivas a temperaturas más altas que el PVC convencional (hasta 122°F [50°C]) y, por lo tanto, se utiliza tanto en construcciones comerciales como residenciales.

### 8.5.4. Flujo silencioso de agua.

A diferencia de otras formas de tuberías de suministro de agua, la estructura polimérica del CPVC hace que el flujo de agua sea prácticamente silencioso. Además, los golpes de ariete (las bolsas de aire dentro de las tuberías que hacen ruido cuando golpean contra las uniones articuladas) prácticamente se eliminan. La condensación en la parte externa de las tuberías también se elimina gracias a la estructura polimérica del CPVC, lo que reduce problemas frecuentes relacionados a la condensación en líneas de agua metálicas.<sup>94</sup>

## 8.6. Tubería de PVC.

Tubería de PVC hasta 235 psi y desde ½ hasta 48 pulgadas de diámetro ideales para el transporte de agua potable y sistemas de irrigación para aplicaciones de agricultura y campos de golf. Sistema de unión con campana y anillo conforme a la norma ASTM F477 y ASTM D3139.

El PVC o Policloruro de Vinilo (del inglés polyvinyl chloride) es un polímero termoplástico de origen petroquímico. Fue utilizado por primera vez para la fabricación de tuberías en Alemania en la década de 1930 y fue introducido a México a principios de la década de 1960. Se presenta como un material blanco que comienza a reblandecer alrededor de los 80 °C y se descompone sobre 140 °C. Cabe mencionar que es un **polímero por adición** y además una resina que resulta de la polimerización del cloruro de vinilo o cloroetileno. Tiene una muy buena resistencia eléctrica y a la llama.

Desde sus inicios en la aplicación de tuberías ha dado magníficos resultados en instalaciones hidráulicas de diferentes tipos desde casas habitación hasta extensas redes de distribución de agua potable y alcantarillado en grandes ciudades.

Existen varios tipos de uniones entre secciones de Tubería de PVC entre los cuales podemos mencionar Cementar y combinación de Campana y Anillo. Ambos tipos de unión proporcionan una superficie interior lisa que permite el libre flujo de líquidos y desechos lo que los hace ideales para la conducción de aguas negras y redes pluviales. Las uniones

son herméticas, de fácil y rápida ejecución y no se requiere de experiencia o educación especial para su aplicación.

La Tubería de PVC es un sustituto indiscutible de las tuberías metálicas por su resistencia al ataque de productos químicos y corrosivos, por su bajo costo, por la facilidad de instalación y por su durabilidad.

La Tubería Hidráulica de PVC cementar cumple con las normas mexicanas de calidad NMX-E-145 y las normas americanas ASTM D-2241 y ASTM D-1785 y cuentan con la certificación NSF y ASTM.<sup>95</sup>

## 8.6.1. TUBERÍA DE PVC - SANITARIA METRICA.



Figura 253. Tubería de PVC sanitaria métrica. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-Sanitaria-Metrica.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

Características	Especificación	Método DGN-NMX
Longitud del Tubo MM	6.00m	NMX-E-199-1
Longitud del Tubo DWV	6.10m	ASTM F 891
Resistencia al Impacto	6 a 10kgf/cm <sup>2</sup>	NMX-E-29
Resistencia al Aplastamiento	60% del diámetro	NMX-E-14
Resistencia a la Acetona	0% e ataque	NMX-E-015
Reversión Termica	7% máximo	NMX-E-179
Combustibilidad	Autoextinguible	NMX-E-25
Absorción del Agua	0.5% máximo	NMX-E-32
Ablandamiento VICAT	78 C	NMX-E-213

Tabla 23. Características. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-Sanitaria-Metrica.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.



Figura 254. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-Sanitaria-Metrica.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

## **8.6.1.1. Ventajas.**

### **8.6.1.1.1. Economía.**

El empleo de la Tubería de PVC REXOLIT® proporciona un ahorro significativo en el costo final de la instalación.

### **8.6.1.1.2. Sencillez y seguridad en las uniones.**

La unión de la Tubería de PVC REXOLIT® con las conexiones UNICOPLE® se realiza en forma rápida y con absoluta seguridad. El acoplamiento de la espiga en la campana sella con el empaque de hule, evitándose el calafateo.

### **8.6.1.1.3. Resistencia a la corrosión e incrustación.**

La gran resistencia química de las Tuberías de PVC REXOLIT® no permite la corrosión e incrustación. Tampoco se presentan problemas de electrólisis.

### **8.6.1.1.4. Bajo coeficiente de fricción y mejor funcionamiento.**

El acabado interior de la Tubería de PVC permite una descarga más rápida de los muebles sanitarios, por su bajo coeficiente de fricción mejora el funcionamiento del sistema de drenaje al evitar las sedimentaciones que provocan obstrucciones.

### **8.6.1.1.5. Bajo peso.**

La Tubería de PVC REXOLIT® es ligera, lo que facilita las maniobras de almacenaje, transporte e instalación de Tubería de PVC.

### **8.6.1.1.6. Mínimo desperdicio.**

Al contar con diferentes diámetros en el suministro de Tubería de PVC (40, 50, 75 y 150 mm) y que ésta es de extremos lisos con 6.00 m de longitud total, el aprovechamiento del material aumenta reduciéndose al mínimo el desperdicio.

**8.6.1.1.7. Facilidad de unión con los muebles sanitarios.**

Dentro del renglón de accesorios se dispone de la línea de conectores y adaptadores REXOLIT® que facilitan notablemente la unión de los muebles sanitarios.

**8.6.1.1.8. Resistencia al impacto y flexibilidad.**

La resistencia al impacto y flexibilidad de la Tubería de PVC REXOLIT® permite soportar el maltrato físico que normalmente reciben los materiales en obra.

**8.6.1.1.9. Durabilidad y garantía de servicio.**

Las características del material que se emplean en la fabricación de las tuberías REXOLIT® y su estricto control de calidad de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-E-199/1 para la tubería y NMX-E-199/2 para conexiones, ofrecen durabilidad y garantía al consumidor.<sup>96</sup>

CÓDIGO	DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR	ESPESOR DE PARED
	mm	mm	MIN mm
01-MM-040		40	1.80
01-MM-050	50	50	1.80
01-MM-075	75	75	1.80
01-MM-110	110	110	2.30
01-MM-160	160	160	3.30
01-MM-200	200	200	4.00

Tabla 24. Dimensiones Norma MM. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-Sanitaria-Metrica.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

CÓDIGO	DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO EXTERIOR	ESPESOR DE PARED
	Pulgada	Pulgada	MIN Pulgada
02-15-40	1½	1.900	0.145
02-20-40	2	2.375	0.154
02-30-40	3	3.500	0.216
02-40-40	4	4.500	0.237
02-60-40	6	6.625	0.280
02-80-40	8	8.625	0.322

Tabla 25. Dimensiones DWV Cédula-40. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-Sanitaria-Metrica.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

8.6.2. TUBERÍA DE PVC - ALCANTARILLADO SISTEMA MÉTRICO SERIE 20.



Figura 255. Alcantarillado sistema métrico serie 20. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-Alcantarillado.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

8.6.2.1. Aplicaciones.

Algunas de las aplicaciones en donde se recomienda utilizar la Tuberia de PVC son:

- Instalación de sistemas de Alcantarillado Sanitario.
- En sistemas de atarjeas.
- En Colectores y Sub-colectores.

Clase 3.5	3.5 kg/cm <sup>2</sup>	50 psi
Clase 5	5 kg/cm <sup>2</sup>	71 psi
Clase 7	7 kg/cm <sup>2</sup>	100 psi
Clase 10	10 kg/cm <sup>2</sup>	144 psi

Tabla 26. Presión de Trabajo a 23°C. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-Alcantarillado.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

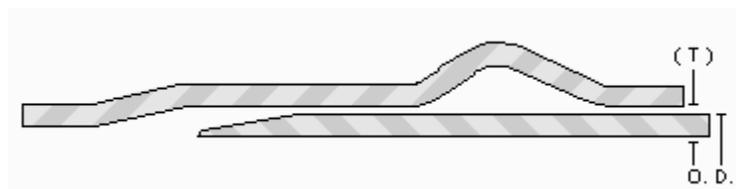


Figura 256. Tipo de Unión. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-Alcantarillado.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

## **8.6.2.2. Características.**

La Tubería de PVC Alcantarillado Sanitario de Campana y Anillo se fabrica en Sistema Métrico bajo la norma nacional NMX-E-215, se fabrica con Resina ( materia prima ) virgen 12454-B, la longitud de esta tubería es de 6.0 mts; la temperatura máxima que se recomienda es de 140 °F ( 60 °C ), su fabricación es de campana tipo RIEBER o tipo ANGER en uno de sus extremos y el otro es terminación espiga, el Color es en Marrón y se puede conectar con cualquier conexión de sistema Métrico la mas recomendada seria la conexión alcantarillada métrica Fabricada o Inyectada de campana y anillo, la Tubería de PVC de alcantarillado es compatible con la línea sanitaria ya que ambos sistemas son métricos, esto facilita la instalación a los albañiles dentro del predio y su interconexión con el sistema de alcantarillado fuera del mismo sin necesidad de adaptadores. Se fabrica en dos series, SERIE - 25 para uso de drenaje en general en poblaciones y ciudades de trafico normal y SERIE - 20 para uso de drenajes en zonas en donde el peso volumétrico del material de relleno sea igual o mayor a 2,000 kg/m<sup>3</sup>.

## **8.6.2.3. Ventajas.**

### **8.6.2.3.1. Coeficiente de Fricción.**

La superficie interior de la Tubería de PVC es tersa (  $n=0.009$  ) Manning es por que las perdidas por fricción son menores respecto a las demás tuberías, dando como resultado menores pendientes en el diseño, ahorrando así en costos de excavación y relleno. Lo anterior es un punto primordial cuando nos enfrentamos a suelos muy duros.

### **8.6.2.3.2. Flexibilidad.**

La Tubería de PVC soporta mejor las deformaciones propias del terreno como asentamientos; además tiene una excelente capacidad frente a deformaciones sin perder su hermeticidad.

### **8.6.2.3.3. Hermeticidad.**

La unión de campana con anillo elastomérico y espiga ofrece tanto hermeticidad y flexibilidad en las uniones de las descargas como en los pozos de visita, asegurando con esto que no existieran en el sistema infiltraciones o exfiltraciones, las cuales repercuten en la contaminación de los mantos acuíferos.

**8.6.2.3.4. Vida Útil.**

La Tubería de PVC no se ve afectada por la agresividad de los suelos, no permite la entrada de raíces y las sustancias propias de un drenaje de Alcantarillado sanitario no la atacan.

**8.6.2.3.5. Instalación.**

Debido a su ligereza en peso, facilidad de corte y rapidez de instalación no se requiere de herramientas especializadas, es por eso que la Tubería de PVC - Alcantarillado Sanitario es la sustituta indiscutible de las tuberías metálicas y de asbesto cemento.

DIAMETRO NOMINAL (PULG.)	Serie	Diametro Exterior (mm)	Diametro Interior (mm)	Espesor Pared (mm)	de
4"	20	110	103.2	3.4	
6"	20	160	152.0	4.0	
8"	20	200	190.2	4.9	
10"	20	250	237.6	6.2	
12"	20	315	299.5	7.7	
14"	20	355	337.6	8.7	
16"	20	400	380.4	9.8	
18"	20	450	428.0	11.0	
20"	20	500	475.4	12.3	
24"	20	630	599.2	15.4	
6"	160	25	160.0	3.2	
8"	200	25	200.0	3.9	
10"	250	25	250.0	4.9	
12"	315	25	315.0	6.2	
14"	355	25	355.0	7.0	
16"	400	25	400.0	7.8	
18"	450	25	450.0	8.8	
20"	500	25	500.0	9.8	
24"	630	25	630.0	12.3	

Tabla 27. Dimensiones - Tubería de PVC. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-Alcantarillado.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

**8.6.2.4. Medidas preventivas.**

No se debe utilizar Aire o Gas Comprimido para hacer pruebas en productos o sistemas compuestos por Tuberías Termoplásticas de PVC o CPVC, y no utilice dispositivos impulsados con Aire o Gas Comprimido para depurar dichos sistemas, estas prácticas

podrían producir la Fragmentación Explosiva de las Tuberías del sistema o sus componentes y causar lesiones personales serias o fatales.<sup>97</sup>

### 8.6.3. TUBERÍA DE PVC - C900 BLUE BRUTE.



Figura 257. Tubería de PVC-C9000 BLUE BRUTE. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-C900-BlueBrute.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

#### 8.6.3.1. Aplicaciones.

Algunas de las aplicaciones en donde se recomienda utilizar este material son:

- Instalaciones de sistemas municipales de Agua Potable.
- Sistemas contra incendio.
- Otros servicios críticos.

Clase 100 RD-25	7 kg/cm <sup>2</sup>	100 psi
Clase 150 RD-18	10.5 kg/cm <sup>2</sup>	100 psi
Clase 200 RD-14	14 kg/cm <sup>2</sup>	200 psi

Tabla 28. Presión de trabajo a 23°C. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-C900-BlueBrute.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

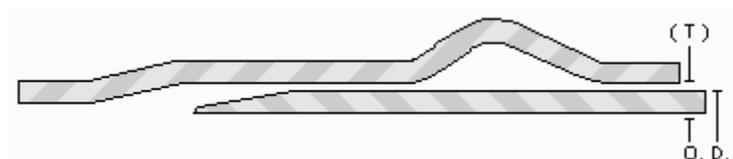


Figura 258. Tipo de unión. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-C900-BlueBrute.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

## **8.6.3.2. Características.**

La Tubería de PVC - Blue Brute C-900 Campana y Anillo ( Pressure Pipe ) se fabrica en diámetros de Fierro Colado CIOD ( CastIron O.D. ), cumple con AWWA C900 ( American Water Works Association ), UL ( UnderwritersLaboratories ), FM ( Factory Mutual ) y ANSI/NSF Estándar 61; se fabrica con Resina ( materia prima ) virgen 12454-B, la longitud de esta tubería es de 20 pies ( 6.10 ) mts. la temperatura máxima que se recomienda es de 140 °F ( 60 °C ), su fabricación es de campana RING-TITE tipo RIEBER anillo integrado en uno de sus extremos de acuerdo a la norma americana ASTM F-477 y el otro extremo es terminación espiga, se fabrica de color AZUL. La tubería Clase 150 y Clase 200 están aceptadas para uso en líneas de Sistemas contra Incendio ya que cuentan con la aprobación de F/M; esta tubería se puede conectar con conexiones de PVC C900 Clase 200 de campana y empaque y también por sus diámetros de Fierro Colado es compatible con las conexiones de Hierro Dúctil de Junta Mecánica (MJ xMJ).

La temperatura de operación no debe de exceder los 60 °C y en temperaturas de más de 23 °C se tiene que aplicar un factor de corrección para la presión de Trabajo.

## **8.6.3.3. Ventajas.**

### **8.6.3.3.1. Control de Calidad.**

Sin excepción cada Tubería de PVC es probada hidrostáticamente y sujeta a un riguroso control de calidad en cada uno de los pasos de su Fabricación

### **8.6.3.3.2. Resistencia a la corrosión.**

La Tubería de PVC - Blue Brute no es afectada por corrosiones galvanicas o electrolíticas, o cualquier tipo de suelo. Usted no se tiene que preocupar por tuberculacion o por costosos recubrimientos catódicos o epoxicos.

### **8.6.3.3.3. Capacidad de Flujo.**

La Tubería de PVC tiene un interior terso que se mantiene así a lo largo de varios años de servicio sin perdidas en su capacidad de conducción, sus coeficientes de rugosidad son  $C=150$  (H&W) y  $n=0.009$  (Manning), esta característica permite un ahorro en costos de bombeo así como también en diámetros de la tubería a utilizar.

**8.6.3.3.4. Durabilidad.**

Para aplicaciones en donde se requiere de resistencia química las Tubería de PVC son la mejor opción es por eso que el tiempo de vida útil es el de mayor durabilidad.<sup>98</sup>

DIAMETRO NOMINAL	Diámetro Exterior		Diámetro Interior		Espesor de Pared		Peso Aprox. Kg/m
	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	
Clase 100 (RD 25) 100 PSI							
4"	4.80	121.9	4.39	111.5	0.192	4.9	2.83
6"	6.90	175.3	6.30	160.0	0.276	7.0	5.80
8"	9.05	229.9	8.28	210.3	0.362	9.2	9.96
10"	11.10	281.9	10.16	258.1	0.444	11.3	15.02
12"	13.20	335.9	12.08	306.8	0.528	13.4	21.42
Clase 150 (RD 18) 150 PSI							
4"	4.80	121.9	4.39	107.4	0.267	6.8	3.87
6"	6.90	175.3	6.09	154.7	0.383	9.7	7.88
8"	9.05	229.9	7.98	202.7	0.503	12.8	13.68
10"	11.10	281.9	9.79	248.7	0.617	15.7	20.67
12"	13.20	335.9	11.65	295.9	0.733	18.6	29.30
Clase 200 (RD 14) 200 PSI							
4"	4.80	121.9	4.07	103.4	0.343	8.7	4.76
6"	6.90	175.3	5.86	148.8	0.493	12.5	9.96
8"	9.05	229.9	7.68	195.1	0.646	16.4	17.25
10"	11.10	281.9	9.42	239.3	0.793	20.1	26.17
12"	13.20	335.3	11.20	284.5	0.943	24.0	37.33

Tabla 29. Dimensiones. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-C900-BlueBrute.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

**8.6.4. TUBERÍA DE PVC - C905 BIG BLUE.**



Figura 259. Tubería de PVC-C905 BIG BLUE. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-C905-BigBlue.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.6.4.1. Aplicaciones.

Algunas de las aplicaciones en donde se recomienda utilizar esta Tubería de PVC son:

- Instalaciones de sistemas municipales de Agua Potable.
- Otros servicios Críticos.

Clase 100 RD-41	7 kg/cm <sup>2</sup>	100 psi
Clase 165 RD-25	11.5 kg/cm <sup>2</sup>	165 psi
Clase 235 RD-18	16.5 kg/cm <sup>2</sup>	235 psi

Tabla 30. Presión de Trabajo a 23°C. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-C905-BigBlue.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

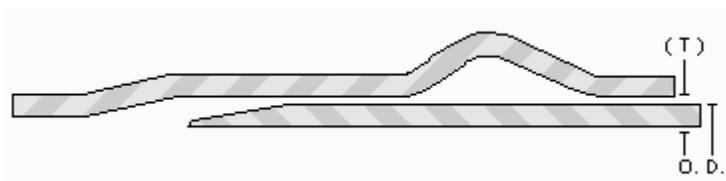


Figura 260. Tipo de Unión. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-C905-BigBlue.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

### 8.6.4.2. Características.

La Tubería de PVC Big Blue C-905 Campana y Anillo ( Pressure Pipe ) se fabrica en diámetros de Fierro Colado CIOD ( CastIron O.D. ), cumple con AWWA C905 ( American Water Works Association), UL ( UnderwritersLaboratories ), FM ( Factory Mutual ) y NSF Standard 61; se fabrica con Resina ( materia prima ) virgen 12454-B de acuerdo a la norma americana ASTM D-1784, la longitud de esta Tubería de PVC es de 20 pies ( 6.10 ) mts. La temperatura máxima que se recomienda es de 140 °F (60 °C), su fabricación es de campana RING-TITE tipoh RIEBER anillo integrado en guno de sus extremos de acuerdo a la norma de acuerdo a la norma americana ASTM F-477 y el otro extremo es terminación espiga, se fabrica en color AZUL. Esta Tubería de PVC se puede conectar con conexiones de Hierro Dúctil o Fierro Colado (Hierro Vaciado) ya que sus diámetros son en CastIron es por eso que es compatible. La fabricación de esta Tubería de PVC es para satisfacer las necesidades del mercado de la construcción en donde se requiere de Tuberías de Grandes Diámetros para conducir agua a presión (Redes de Agua Potable) y que tengan resistencia a la corrosión.

La temperatura de operación no debe de exceder los 60 °C y en temperaturas de más de 23 °C se tiene que aplicar un factor de corrección para la presión de Trabajo.

## **8.6.4.3. Ventajas.**

### **8.6.4.3.1. Vida Útil.**

Ya que la Tubería de PVC no es metálica, esta Tubería de PVC no pierde fuerza, ya sea por corrosión del agua potable o a la corrosión galvánica externa o del suelo.

### **8.6.4.3.2. Control de Calidad.**

Sin excepción cada tubo es probado hidrostáticamente y sujeto a un riguroso control de calidad en cada uno de los pasos de su fabricación.

### **8.6.4.3.3. Resistencia a la corrosión.**

La Tubería de PVC - Big Blue no es afectada por corrosiones galvánicas, electrolíticas o cualquier tipo de suelo. Usted no se tiene que preocupar por tuberculación o por costosos recubrimientos catódicos o epoxicos.

### **8.6.4.3.4. Capacidad de Flujo.**

La Tubería de PVC tiene un interior terso que se mantiene así a lo largo de varios años de servicio sin pérdidas en su capacidad de conducción, sus coeficientes de rugosidad son  $C=150$  (H&W) y  $n=0.009$  (Manning), esta característica permite un ahorro en costos de bombeo así como también en diámetros de la tubería a utilizar.<sup>99</sup>

DIAMETRO NOMINAL	Diámetro Exterior		Diámetro Interior		Espesor de Pared		Peso Aprox. Kg/m
	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	
Clase 235 (RD 18) 235 PSI							
14"	15.30	388.6	15.30	342.9	0.850	21.6	39.35
16"	17.40	442.0	15.35	389.9	0.967	24.6	51.18
18"	19.50	495.3	17.20	436.9	1.083	27.5	64.41
20"	21.60	548.6	19.06	484.1	1.200	30.5	79.25
24"	25.80	655.3	22.76	578.1	1.433	36.4	113.34
Clase 165 (RD 25) 165 PSI							
14"	15.30	388.6	14.00	355.6	0.612	15.5	28.73
16"	17.40	442.0	15.92	404.4	0.696	17.7	37.43
18"	19.50	548.6	17.85	453.4	0.780	19.8	47.01
20"	21.60	655.3	19.76	501.9	0.864	21.9	57.84
24"	25.80	812.8	23.61	599.7	1.032	26.2	82.99
30"	32.00	812.8	29.28	743.7	1.280	32.5	130.55
Clase 100 (RD 41) 100 PSI							
30"	32.00	812.8	30.35	770.9	0.780	19.8	81.28

Tabla 31. Dimensiones. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-C905-BigBlue.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

**8.6.5. TUBERÍA HIDRÁULICA DE PVC - CEDULA 40 CEMENTAR / ASTM Y TRANSPARENTE.**



Figura 261. Tubería Hidraulica de PVC- CEDULA 40 CEMENTAR / ASTM Y TRANSPARENTE. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Cedula-40.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.6.5.1. Aplicaciones – Tubería Hidráulica de PVC.

Algunas de las aplicaciones en donde se recomienda utilizar esta Tubería Hidráulica de PVC son:

- Instalaciones en albercas, balnearios, tinas de hidromasaje, etc.
- Sistemas de riego en campos de Golf.
- Tratamiento de agua.
- Instalaciones electromecánicas.
- Instalaciones hidrosanitarias.
- Bajadas pluviales.
- Agua helada y torres de enfriamiento.
- Líneas de distribución de agua de proceso.
- Inyección de cloro y dióxido clorhídrico.
- Sistemas de manejo de alumbre y cáusticos.



Figura 262. Tipo de unión. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Cedula-40.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.6.5.2. Características - Tubería Hidráulica de PVC.

La Tubería Hidráulica de PVC Cedula 40 cementar (Schedule 40 Pipe) se fabrica en Sistema Inglés dimensiones IPS (Iron Pipe Size), se fabrica bajo la norma americana ASTM D-1785 y la norma nacional NMX-E-145/1, se fabrica con Resina (materia prima) virgen 12454-b de acuerdo a la norma americana ASTM D-1784, la longitud de esta Tubería Hidráulica de PVC son de 6.0 mts. Entubería Nacional y 20 pies (6.10) mts. Entubería de importación, la Temperatura máxima que se recomienda es de 140 °F (60 °C), cuenta con un abocinado (Campana) en un extremo de la tubería el otro extremo es espiga, su fabricación es de Color Blanco y esta listada por el NSF-PW Standard 61 & Standard 14, se puede conectar con cualquier conexión de sistema Inglés la más recomendada sería Cedula 40, incluso la conexión de Cedula 80 es compatible para esta tubería.

La temperatura de operación no debe de exceder los 60 °C y en temperaturas de más de 23 °C se tiene que aplicar un factor de corrección para la presión de Trabajo. Factor de Corrección.

**8.6.5.3. Ventajas - Tubería Hidráulica de PVC.**

Durabilidad para aplicaciones en donde se requiere de resistencia química las tuberías de PVC son la mejor opción es por eso que el tiempo de vida útil es el de mayor durabilidad, Abocinado representa un ahorro de un cople ya que le permite ir uniendo las tuberías en un tendido lineal sin necesidad de coples adicionales, Economía el uso de PVC representa un ahorro significativo en el costo final de la instalación, Resistencia Química las Tuberías Hidráulicas de PVC no permiten la corrosión e incrustación de los elementos que conducen, Bajo Peso el PVC es ligero y facilita las maniobras de almacenaje, transporte e instalación.

**8.6.5.4. Tubería Hidráulica de PVC – Transparente.**

La Tubería Hidráulica de PVC - Transparente cedula 40 es ideal para uso hospitalario y médico, alimentos y bebidas, aplicaciones de laboratorio, tratamiento químico, la galvanoplastia y otras aplicaciones que requieren monitoreo visual y procesos no contaminantes. Nota: la tubería puede tener un ligero tinte azul.<sup>100</sup>

DIAMETRO NOMINAL (PULG.)	DIAMETRO EXTERIOR (PULG.)(OD)	DIAMETRO INTERIOR (PULG.)(ID)	ESPELOR PARED (PULG.)(T)	DE PRESIÓN A 23°C (PSI)	PESO APROX (KG/M)
½"	0.840	0.609	0.109	600	0.24
¾"	1.050	0.810	0.113	480	0.32
1"	1.135	1.033	0.133	450	0.47
1¼"	1.680	1.363	0.140	370	0.63
1½"	1.900	1.593	0.145	330	0.76
2"	2.375	2.049	0.154	280	1.01
2½"	2.875	2.455	0.203	300	1.60
3"	3.500	3.042	0.216	260	2.10
4"	4.500	3.989	0.237	220	2.98
6"	6.625	6.031	0.280	180	5.26
8"	8.625	7.942	0.322	160	7.89
10"	10.750	9.976	0.365	140	11.20
12"	12.750	11.889	0.406	130	14.80
14"	14.000	13.073	0.437	130	17.56
16"	16.000	14.940	0.500	130	22.93
18"	18.000	16.809	0.552	130	29.91
20"	20.000	18.743	0.593	120	35.13
24"	24.000	25.544	0.687	120	48.89

Tabla 32. Dimensiones. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Cedula-40.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

#### 8.6.6. TUBERÍA HIDRÁULICA DE PVC - CEDULA 80 CEMENTAR / ASTM.



Figura 263. Tubería Hidraulica de PVC – CEDULA 80 CEMENTAR / ASTM. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Cedula-80.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

##### 8.6.6.1. Aplicaciones.

Algunas de las aplicaciones en donde se recomienda utilizar la Tubería Hidraulica de PVC son:

- Tratamiento de agua.
- Instalaciones electromecánicas.
- Agua helada y torres de enfriamiento.
- Líneas de distribución de agua de proceso.
- Inyección de cloro y dióxido clorhídrico.
- Sistemas de manejo de alumbre y cáusticos.
- Líneas de agua de mar.
- Líneas de químicos.
- Sistemas de acidos para refinerías y metalmecánica.



Figura 264. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Cedula-80.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

##### 8.6.6.2. Características.

La Tubería Hidraulica de PVC Cedula 80 Industrial (Schedule 80 Pipe), se fabrica en Sistema Ingles dimensiones IPS (Iron Pipe Size), se fabrica bajo la norma americana ASTM D-1785,

se fabrica con Resina (materia prima) virgen 12454-B de acuerdo a la norma americana ASTM D-1784, la longitud de estas tuberías son de 6.0 mts. Entubería Nacional y 20 pies (6.10) mts. Entuberías de Importación, la temperatura máxima que se recomienda es de 140 °F (60 °C), esta Tubería Hidráulica de PVC se fabrica en extremos lisos terminación espiga en sus dos extremos, por los espesores de pared que cuenta la Cédula 80 a esta a Tubería Hidráulica de PVC.

Se le puede hacer rosca para unirse con conexiones roscadas, su fabricación es de color GRIS OSCURO y esta listada por el NSF-PW Standard 61 & Standard 14, se puede conectar con cualquier conexión de sistema Inglés, la más recomendada sería Cédula 80, incluso la conexión de Cédula 40 es compatible para esta Tubería Hidráulica de PVC tomando la precaución de que es para menores presiones y es de color blanca.

La temperatura de operación no debe de exceder los 60 °C y en temperaturas de más de 23 °C se tiene que aplicar un factor de corrección para la presión de Trabajo. Factor de Corrección.

Nota: Al roscar la Tubería Hidráulica de PVC Cédula 80 las presiones de operación se reducen en un 50 %, solo se recomienda hacer Rosca en la tubería hasta el diámetro de 4"

### **8.6.6.3. Ventajas.**

#### **8.6.6.3.1. Economía.**

El uso de Tubería Hidráulica de PVC representa un ahorro significativo en el costo final de la instalación.

#### **8.6.6.3.2. Resistencia.**

Química la Tubería Hidráulica de PVC no permite la corrosión e incrustación de los elementos.

#### **8.6.6.3.3. Bajo Peso.**

El PVC es ligero y facilita las maniobras de almacenaje, transporte e instalación.

#### **8.6.6.3.4. Durabilidad.**

Para aplicaciones en donde se requiere de resistencia química la Tubería Hidráulica de PVC son la mejor opción es por eso que el tiempo de vida útil es el de mayor durabilidad.

**8.6.6.3.5. Instalación.**

Debido a su ligereza en peso, facilidad de corte y rapidez de instalación no se requiere de herramientas especializadas.

**8.6.6.3.6. Coeficiente de Fricción.**

La superficie interior de la Tubería Hidráulica de PVC es tersa por lo que reduce en un 10% las pérdidas por fricción respecto a las demás tuberías.<sup>101</sup>

DIAMETRO NOMINAL (PULG.)	DIAMETRO EXTERIOR (PULG){OD (MM)	DIAMETRO INTERIOR (PULG){ID (MM)	ESPESOR PARED (PULG){T (MM)	DE PRESIÓN A 23°C (PSI)	PESO APROX (KG/M)				
½"	0.840	21.3	0.609	15.5	0.109	2.8	600	42.0	0.24
¾"	1.050	26.7	0.810	20.6	0.113	2.9	480	33.6	0.32
1"	1.135	33.4	1.033	26.2	0.133	3.4	450	31.5	0.47
1¼"	1.660	42.2	1.363	34.6	0.140	3.6	370	25.9	0.63
1½"	1.900	48.3	1.593	40.5	0.145	3.7	330	23.1	0.76
2"	2.375	60.3	2.049	52.0	0.154	3.9	280	19.6	1.01
2½"	2.875	73.0	2.455	62.1	0.023	5.2	300	21.0	1.60
3"	3.500	88.9	3.042	77.3	0.216	5.5	260	18.2	2.10
4"	4.500	114.3	3.989	101.5	0.237	6.0	220	15.4	2.98
6"	6.625	168.3	6.031	153.2	0.280	7.1	180	12.6	5.26
8"	8.625	219.1	7.942	201.7	0.322	8.2	160	11.2	7.89
10"	10.750	273.1	9.976	253.4	0.365	9.3	140	9.8	11.20
12"	12.750	323.9	11.889	302.0	0.406	10.3	130	9.1	14.80
14"	14.000	355.6	13.073	332.1	0.437	11.1	130	9.1	17.56
16"	16.000	406.4	14.940	379.5	0.500	12.7	130	9.1	22.93
18"	18.000	457.2	16.809	426.9	0.562	14.3	130	9.1	29.91
20"	20.000	508.0	18.743	476.1	0.593	15.1	120	8.4	35.13
24"	24.000	609.6	25.544	572.6	0.687	17.4	120	8.4	48.89

Tabla 33. Dimensiones. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Cedula-80.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.6.7. TUBERIA HIDRAULICA DE PVC - SERIE INGLESA RD, RD26, RD32.5, RD41.



Figura 265. Tubería Hidraulica de PVC – SERIE INGLESA RD, RD26, RD32.5, RD41. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Serie-Inglesa.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

### 8.6.7.1. Aplicaciones.

Algunas de las aplicaciones en donde se recomienda utilizar la Tubería Hidraulica de PVC son:

- Instalaciones de sistemas municipales de agua potable.
- Sistemas de riego en campos de GOLF.
- Bajadas pluviales.
- Sistemas de riego agrícola (Irrigación).
- Urbanización de fraccionamientos.

RD-41	7.0 kg/cm <sup>2</sup>	100 psi
RD-32.5	8.6 kg/cm <sup>2</sup>	125 psi
RD-26	11.2 kg/cm <sup>2</sup>	160 psi
RD-21	14.0 kg/cm <sup>2</sup>	200 psi

Tabla 34. Presión de trabajo a 23°C. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Serie-Inglesa.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

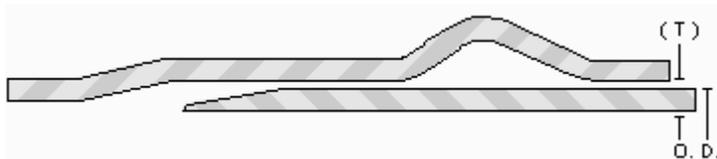


Figura 266. Tipo de Unión. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Serie-Inglesa.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

	Diametros (mm)
	38
	50
	60
	75
	100
	150
	200

Tabla 35. Anillo.

(<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Serie-Inglesa.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

#### 8.6.7.2. Características.

La Tubería Hidráulica de PVC Campana y Anillo (Ring Tite) se fabrica en Sistema Inglés dimensiones IPS (Iron Pipe Size), se fabrica bajo la norma americana ASTM D-2241 y la norma nacional NMX-E-145/1, se fabrica con Resina (materia prima) virgen 12454-B las longitudes de estas tuberías son de 6.0 mts. Entubería Nacional y 20 pies (6.10) mts. en tubería de Importación, la temperatura máxima que se recomienda es de 140 °F ( 60 °C ), su fabricación es de campana tipo RIEBER o tipo ANGER en uno de sus extremos y el otro es terminación espiga, el color es en Blanco en la tubería Nacional y de color Azul en la tubería de Importación, esta listada por el NSF-PW Standard 61 Standard 14, se puede conectar con cualquier conexión de sistema Inglés la mas recomendada sería la conexión Fabricada de campana y anillo, incluso la conexión Cedula 40 es compatible para esta tubería. Conex. PVC Sist. Inglés Fabricadas

La temperatura de operación no debe de exceder los 60 °C y en temperaturas de más de 23 °C se tiene que aplicar un factor de corrección para la presión de Trabajo. Factor de Corrección.

## **8.6.7.3. Ventajas.**

### **8.6.7.3.1. Olor y Sabor.**

La Tubería Hidráulica de PVC está listada por NSF y está permitida para instalaciones de conducción de fluidos de agua potable ya que no contamina ni comunica olor ni sabor.

### **8.6.7.3.2. Coeficiente de Fricción.**

La superficie interior de la Tubería Hidráulica de PVC es tersa por lo que reduce en un 10% las pérdidas por fricción respecto a las demás tuberías.

### **8.6.7.3.3. Durabilidad.**

Para aplicaciones en donde se requiere de Resistencia Química la Tubería Hidráulica de PVC es la mejor opción es por eso que el tiempo de vida útil es el de mayor durabilidad.

### **8.6.7.3.4. Economía.**

El uso de PVC representa un ahorro significativo en el costo final de la instalación.

### **8.6.7.3.5. Química.**

La Tubería Hidráulica de PVC no permite la corrosión e incrustación de los elementos que conducen.

### **8.6.7.3.6. Peso.**

El PVC es ligero y facilita las maniobras de almacenaje, transporte e instalación.

### **8.6.7.3.7. Instalación.**

Debido a su ligereza en peso, facilidad de corte y rapidez de instalación no se requiere de herramientas especializadas.<sup>102</sup>

DIAMETRO 1½"	2"	2½"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	
<b>NOMINAL (PULG.)</b>	<b>48.3</b>	<b>60.3</b>	<b>73.0</b>	<b>88.9</b>	<b>114.3</b>	<b>168.3</b>	<b>219.1</b>	<b>273.1</b>	<b>323.9</b>
<b>Espesores de Pared Minimos (mm)</b>									
RD-41	1.3	1.5	1.8	2.2	2.8	4.1	6.7	7.9	
RD-32.5	1.5	1.8	2.2	2.7	3.5	5.1	8.4	10	
RD-26	1.9	2.3	2.8	3.4	4.4	6.5	8.4	10.5	12.4
RD-21	2.3	2.9	3.5	4.2	5.4	8	10.4	13	15.4
<b>Peso Aproximado en Kgs. por longitud estándar</b>									
RD-41	1.8	2.72	3.86	5.42	9.05	20.12	34.1	53.18	74.87
RD-32.5	2.14	3.23	4.73	7.05	11.59	24.41	42.72	66.81	94.22
RD-26	2.55	3.95	5.82	8.68	14.32	31.27	53.18	82.9	117.13
RD-21	3.09	4.86	7.18	10.63	17.59	38.41	65.32	101.82	143.82

Tabla 36. Dimensiones. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Serie-Inglesa.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

#### 8.6.8. TUBERÍA HIDRÁULICA DE PVC - SERIE METRICA SISTEMA ANGER C5, C7, C1.

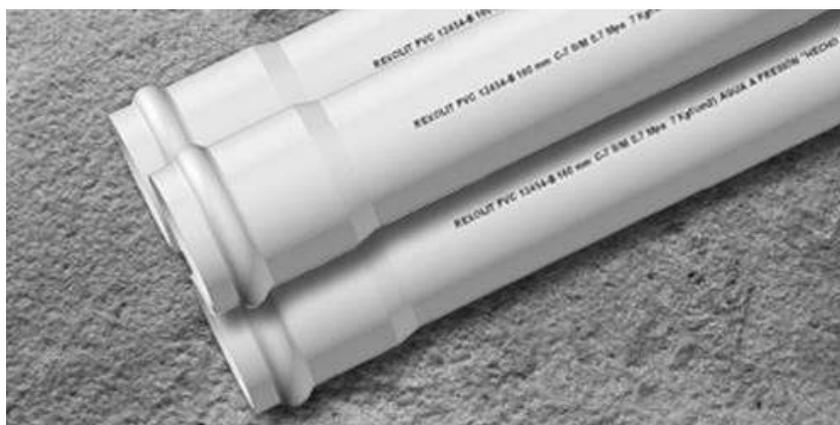


Figura 267. Tubería Hidraulica de PVC – SERIE METRICA SISTEMA ANGER C5, C7, C1. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Serie-Metrica.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

##### 8.6.8.1. Aplicaciones.

Algunas de las aplicaciones en donde se recomienda utilizar la Tubería Hidraulica de PVC son:

- Instalaciones de sistemas municipales de agua potable.
- Bajadas pluviales – sistemas de riego agrícola (Irrigación).

- Urbanización de fraccionamientos.

Clase 3.5	3.5 kg/cm <sup>2</sup>	50 psi
Clase 5	5 kg/cm <sup>2</sup>	71 psi
Clase 7	7 kg/cm <sup>2</sup>	100 psi
Clase 10	10 kg/cm <sup>2</sup>	144 psi

Tabla 37. Presión de trabajo a 23°C. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Serie-Metrica.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

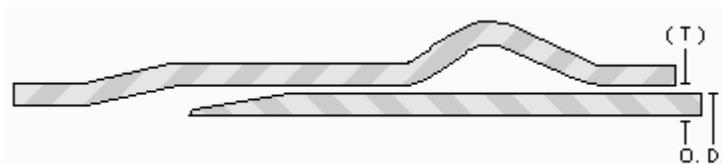


Figura 268. Tipo de unión. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Serie-Metrica.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

### 8.6.8.2. Características.

La Tubería Hidráulica de PVC Campana y Anillo Sistema METRICO se fabrica bajo la norma nacional NMX-E-143/1, se fabrica con Resina (materia prima) virgen 12454-B, la longitud de esta tubería es de 6.0 mts; la temperatura máxima que se recomienda es de 140 °F (60 °C), su fabricación es de campana tipo RIEBER o tipo ANGER en uno de sus extremos y el otro es terminación espiga, el color es en Blanco, esta listada por el NSF-PW Standard 61 Standard 14, se puede conectar con cualquier conexión de sistema Métrico la mas recomendada seria la conexión Fabricada de campana y anillo métrica.

La temperatura de operación no debe de exceder los 60 °C y en temperaturas de más de 23 °C se tiene que aplicar un factor de corrección para la presión de Trabajo.

### 8.6.8.3. Ventajas.

#### 8.6.8.3.1. Instalación.

Debido a su ligereza en peso, facilidad de corte y rapidez de instalación no se requiere de herramientas especializadas, es por eso que la Tubería Hidráulica de PVC de Campana y Anillo es la sustituta indiscutible de las tuberías metálicas y de asbesto cemento.

## **8.6.8.3.2. Coeficiente de Fricción.**

La superficie interior de la Tubería Hidráulica de PVC es tersa por lo que reduce en un 10% las pérdidas por fricción respecto a las demás tuberías.

## **8.6.8.3.3. Durabilidad.**

Para aplicaciones en donde se requiere de resistencia química la Tubería Hidráulica de PVC es la mejor opción es por eso que el tiempo de vida útil es el de mayor durabilidad.

## **8.6.8.3.4. Economía.**

El uso de PVC representa un ahorro significativo en el costo final de la instalación,

## **8.6.8.3.5. Resistencia Química.**

Las Tuberías Hidráulicas de PVC no permiten la corrosión e incrustación de los elementos que conducen.<sup>103</sup>

DIAMETRO NOMINAL (PULG.)	CLASE	Diametro Exterior (mm)	Diametro Interior (mm)	Espesor Pared (mm)	de Presión a 23° (psi)	(Kg/cm2)
6"	3.5	160	156.0	2.0	50	3.5
8"	3.5	200	195.0	2.5	50	3.5
10"	3.5	250	243.8	3.1	50	3.5
6"	5	160	154.4	2.8	71	5.0
8"	5	200	193.0	3.5	71	5.0
10"	5	250	241.2	6.1	71	5.0
12"	5	315	303.8	7.7	71	5.0
14"	5	355	342.6	8.7	71	5.0
16"	5	400	386.0	9.8	71	5.0
18"	5	450	434.0	11.0	71	5.0
6"	7	160	152.2	3.9	100	7.0
8"	7	200	190.2	4.9	100	7.0
10"	7	250	237.8	6.1	100	7.0
12"	7	315	299.6	7.7	100	7.0
14"	7	355	337.6	8.7	100	7.0
16"	7	400	380.4	9.8	100	7.0
18"	7	450	428.0	11.0	100	7.0
6"	10	160	149.0	5.5	144	10
8"	10	200	186.2	6.9	144	10
10"	10	250	232.2	8.6	144	10
12"	10	315	293.2	10.9	144	10
14"	10	355	330.6	12.2	144	10
16"	10	400	372.4	13.8	144	10
18"	10	450	419.0	15.5	144	10

Tabla 38. Dimensiones. (<http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Serie-Metrica.html>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

### 8.7. Diferencias entre el HDPE 3408 y el 3608.



Figura 269. (<http://www.ehowenespanol.com/soldar-hdpe-como-222456/#/diferencias-hdpe-3408-3608-info-246160/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

La HDPE se utiliza a menudo como tubería de drenaje.

La tubería de polietileno de alta densidad -como la PE3408 y la PE3608- se utiliza principalmente en aplicaciones industriales y municipales, tales como tuberías de agua o de alcantarillado y desagües pluviales. Este tipo de tubos debe soportar tanto la alta presión desde el interior como el peso de la tierra desde arriba cuando son enterrados profundamente en una zanja. La tubería HDPE se prueba, se califica y se numera de acuerdo con factores tales como la cantidad de estrés que pueden tolerar.

## **8.7.1. Numeración de la tubería.**

La American Society for Testing and Materials lleva a cabo pruebas en una variedad de materiales de construcción, incluyendo la tubería de polietileno. La ASTM, junto con el Plastic Pipe Institute, asigna una designación numérica a la tubería de polietileno basada principalmente en el tipo de resina de la que está hecha y su resistencia al agrietamiento bajo presión o tensión hidrostática. Debido a cambios en las resinas usadas para hacer el tubo de polietileno, la ASTM expandió las clasificaciones, lo que resultó en un cambio correspondiente en designaciones numéricas. La tubería que se clasificaba anteriormente bajo el Código de designación de materiales termoplásticos como PE3408 ahora se divide en tres clases designadas PE3408, PE3608 y PE4710. El primer número del código se refiere a la densidad del material, el segundo a la resistencia al agrietamiento, y los dos últimos indican la tensión de diseño hidrostático a una temperatura específica.

## **8.7.2. El PE3408.**

El PE3408 tiene una designación de resina de 3, un factor de resistencia a las grietas de 4, y una HDS de 800 psi (5515 kgpa) a 73F (22.7 grados Celsius). Debido a que esta clasificación ha estado en existencia desde hace bastante tiempo, a veces se incluye en las especificaciones aun cuando otro tubo esté siendo utilizado actualmente, como el PE3408/3608 o el PE3408/4710.

## **8.7.3. El PE3608**

El PE3608 tiene la misma resina y designación HDS que el PE3408. La única diferencia es que el PE3608 tiene un factor de resistencia a las grietas de 6. Esta designación puede ser engañosa, sin embargo. Performance Pipe, uno de los mayores fabricantes de materiales de tubería de polietileno en América del Norte, señala que la norma ASTM cambió la forma en que asigna un número a la resistencia lenta a las grietas en la última versión de la norma ASTM D3350, "Especificación estándar para tubería de plástico de polietileno y materiales de accesorios".

## 8.7.4. El PE4710.

Las resinas de alto rendimiento, como las que se usan para producir el PE4710 son una de las razones por las que el ASTM y el IPP han cambiado las calificaciones y las denominaciones. El PE4710 es un material de mayor densidad, con la designación de resina 4. También tiene una resistencia al agrietamiento por tensión más alta, con un factor de 7. El HDS es de 1000 psi (3702 kgpa) a 73F (22.7 grados Celsius).

## 8.7.5. Consideraciones.

El tema de las especificaciones, clasificaciones y designaciones numéricas para la tubería HDPE es bastante complejo. Esta información se utiliza para diseñar, construir y mantener segura y duradera la plomería y los sistemas de drenaje. Una gran cantidad de estudios van tanto en las calificaciones y como en el proceso de selección de este tipo de tubería, por lo que busca la opinión de profesionales cualificados antes de instalar o reemplazar las tuberías HDPE en aplicaciones críticas.<sup>104</sup>

## 8.8. Tanques Agroindustriales.



Figura 270. Tanques de almacenamiento.

(<http://www.plomerama.mx/tanques-agroindustria/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

### 8.8.1. Tanques de almacenamiento.

#### 8.8.1.1. Características.

- Fabricados con HDPE, 100% virgen de una sola pieza.
- Resistente a sustancias altamente corrosivas y densas
- No generan color, olor ni sabor al producto almacenado.

- No se oxidan ni se corroen.
- No requieren mantenimiento.

## 8.8.1.2. Estándar:

- R20
- R40



Figura 271. Nodrizas. (<http://www.plomerama.mx/tanques-agroindustria/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.8.2. Nodrizas.

### 8.8.2.1. Características.

- Fabricados con HDPE, 100% virgen de una sola pieza.
- Cuenta con un sistema de rompeolas y mantiene la estabilidad del vehículo
- Muy resistentes a sustancias altamente corrosivas y densas.



Figura 272. Biodigestor. (<http://www.plomerama.mx/tanques-agroindustria/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

**8.8.3. Biodigestores.**

**8.8.3.1. Características.**

- Utiliza un proceso anaerobio.
- Separa los líquidos de las grasas.
- Sustituye la fosa séptica.
- Evita la contaminación de mantos freáticos y del medio ambiente.
- Fácil mantenimiento (se desazolve abriendo una llave).
- Cumple con la norma NOM-006-CNA-1997.

**8.8.3.2. Capacidad en litros.**

Capacidad Litros	Capacidad aguas negras en obra (WC y Lavamanos)	Capacidad aguas negras (Habitantes en zona rural, incluye WC, regadera y lavabos)	Capacidad aguas negras (Habitantes en zona urbana, incluye WC, regadera y lavabos)
600 L	20	5	2
1,300 L	43	10	5
3,000 L	100	25	10
7,000L	233	60	23

Tabla 39. Capacidad en litros. (<http://www.plomerama.mx/tanques-agroindustria/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

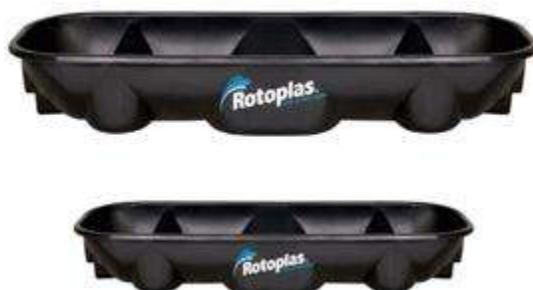


Figura 273. Bebederos y comederos. (<http://www.plomerama.mx/tanques-agroindustria/>) consultada el 26 de septiembre del 2013.

**8.8.4. Bebederos y Comederos.**

**8.8.4.1. Características.**

- Fabricados con HDPE, 100% virgen de una sola pieza.
- Fáciles de transportar.

- Cero costo de mantenimiento.<sup>105</sup>

Empresa: Rotoplas®.

País: México.

## 8.9. PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™.

Efficient Building™ system.

CAMINOS Y PAVIMENTOS Marzo 2013

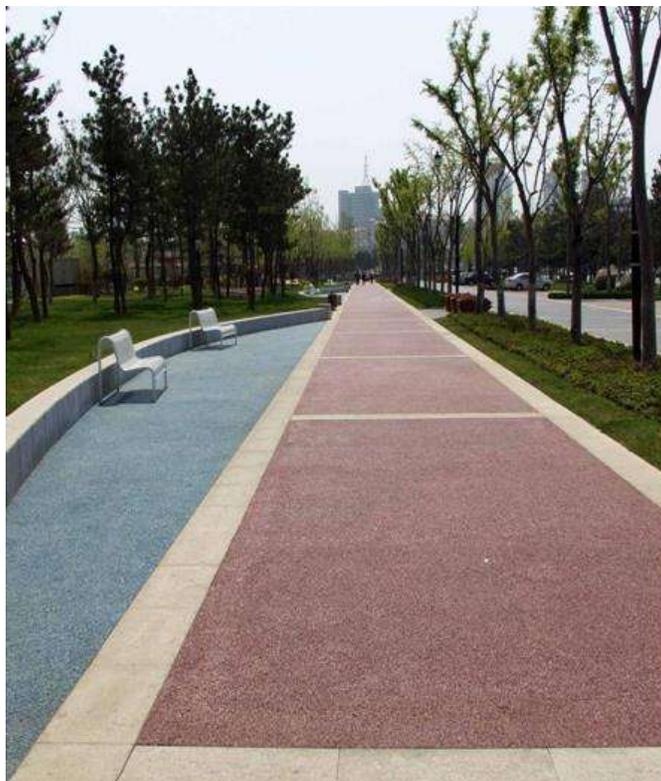


Figura 274. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

### 8.9.1. APLICACIONES.

Este sistema se utiliza normalmente para:

- Aparcamientos.
- Caminos y aceras.
- Edificios sostenibles.

- Bordes de piscinas.
- Medianas y arcenes.
- Cubiertas.

## 8.9.2. Pavimentos de hormigón poroso – Hydromedia™.

La rápida urbanización está aumentando el uso de superficies impermeables. Las superficies típicas de calzadas y aceras con canaletas y conducciones que están directamente conectadas a las redes de drenaje causan las tasas instantáneas de agua de alimentación. Esto hace que el agua de escorrentía de difícil manejo y aumenta el riesgo de inundaciones repentinas en las zonas de riesgo.

Se establece un sistema en superficie, que integra el hormigón permeable, permitiendo la infiltración de agua de lluvia y proporcionar un método económico para almacenar el agua de escorrentía, este sistema con el tiempo repone los niveles de agua subterránea.

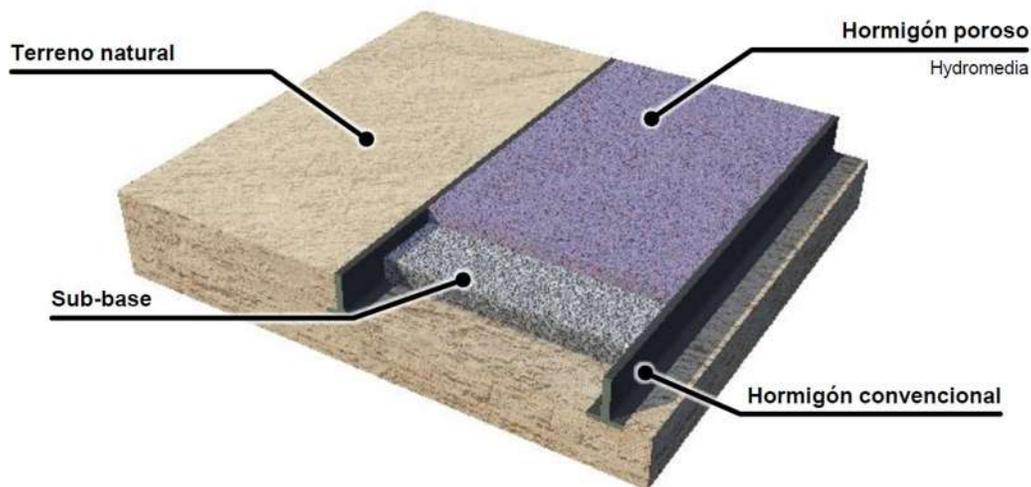


Figura 275. Nuevo producto de Lafarge **Hydromedia™** mejora el rendimiento de dicho sistema. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.9.3. VENTAJAS.

- Reducción del agua de escorrentía.
- Reducción del efecto isla de calor.
- Facilidad de colocación.
- Aspecto estético.

## 8.9.4. Proyectos de referencia.



Figura 276. Centennial College. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

### 8.9.4.1. Centennial College:

- Parquet public en Toronto, Canadá.
- El proyecto se inició en mayo 2012.
- Volumen de hormigón: 1300 m<sup>3</sup>.

Se utilizó Hydromedia™ porque los arquitectos requerían una superficie que cumpliera con los requisitos de LEED para la gestión de las aguas pluviales y de un color ligero para ayudar a reducir el Efecto Isla de Calor.



Figura 277. Pista deportiva. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.9.4.2. Pista deportiva.

- Superficie: 800 m<sup>2</sup>.
- Con Hydromedia™ existe la posibilidad de colorear la superficie final dando un aspecto estético.

La utilización de Hydromedia™ fue porqu las pistas deportivas necesitan un alta planimetría y deben evitar la acumulación de agua en cualquier zona del mismo. Por esto Hydromedia fue el ideal para este pavimento.



Figura 278. Sistema permeable Hydromedia™. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.9.5. Función.

El sistema consta de hormigón poroso en la parte superior de una sub-capa de áridos. El hormigón poroso permite drenar el agua de lluvia desde la superficie hasta el suelo ya sea directamente o mediante tubos.

El sistema proporciona una alternativa simple y económica para los sistemas de drenaje complejos. Además, el color del pavimento de hormigón absorbe la luz y almacena menos calor de la radiación solar en comparación con los materiales más oscuros, tales como asfalto convencional, reduciendo así el efecto isla de calor.

El hormigón permeable se obtiene mediante la eliminación de la arena y la elección de la estructura de áridos correcta.

8.9.6. Sistemas Hydromedia™.

El diseño de sistemas porosos con **Hydromedia™** dependerá del uso final de la superficie y los requisitos de diseño del proyecto; se muestran los tres sistemas típicos para ayudar a controlar el agua de escorrentía

- **Sistema A** es un sistema permeable que permite la infiltración de agua en el suelo para reponer el agua subterránea. Este sistema no se recomienda en lugares con altos riesgos de contaminación.
- **Sistema B** representa un sistema de semipermeable, lo que significa, la cantidad de agua almacenada está limitada por la naturaleza del suelo, se resto de agua se recupera con el sistema de drenaje.
- **Sistema C** se utiliza cuando se requiera reaprovechar las aguas de lluvia, esta se conduce a través del drenaje hacia un depósito para su posterior uso.

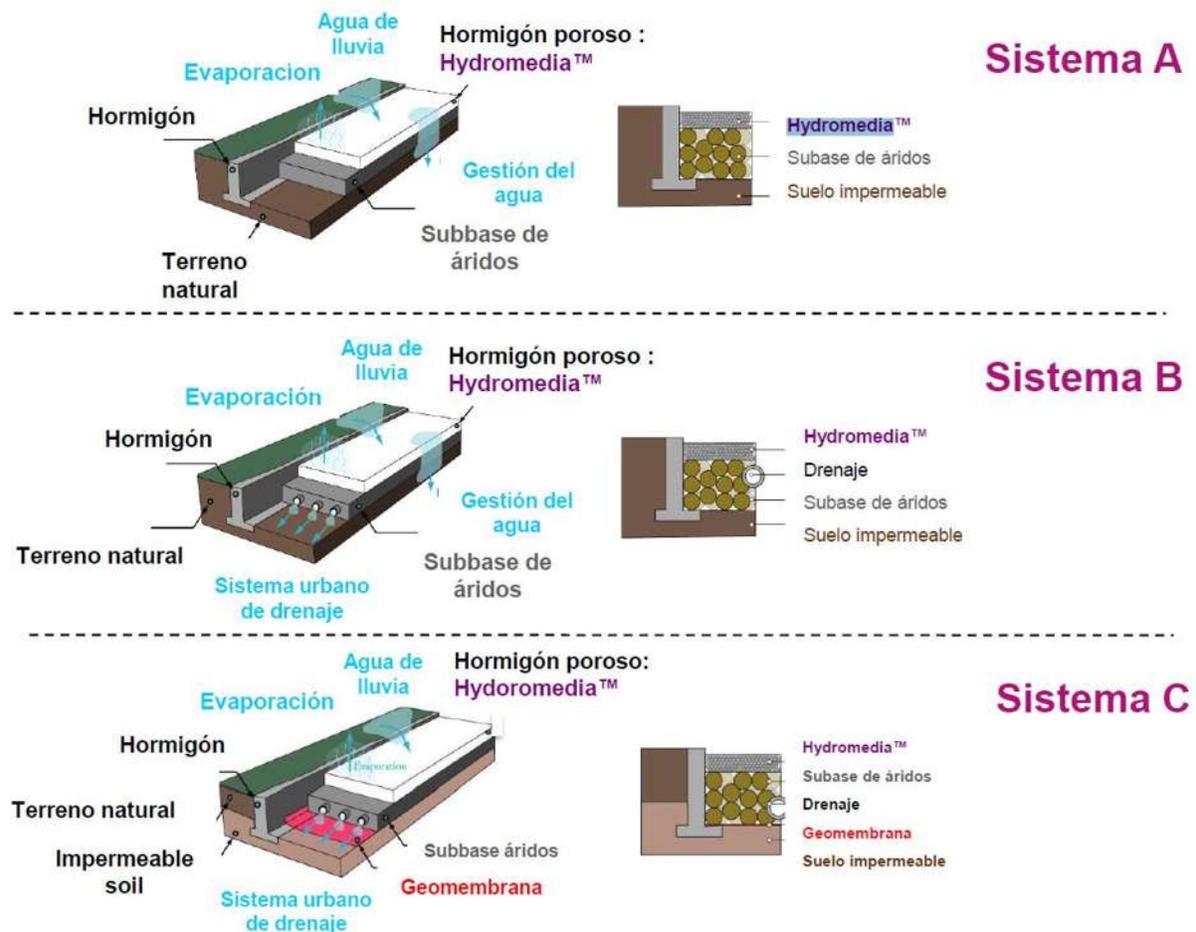


Figura 279. Sistemas Hydromedia™. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.9.7. Selección del hormigón.

El diseño y el tipo de hormigón dependerá de la aplicación prevista del sistema. La resistencia del hormigón está clasificada según la cantidad de tráfico o carga aplicada sobre el pavimento.

Los paquetes de software tales como “*Pave Permeable*” se pueden utilizar para ayudar en el diseño estructural de superficies porosas, éste se basa en la metodología AASHTO y debe adaptarse a los requisitos locales.

El espesor del hormigón se calcula de acuerdo con los siguientes parámetros:

- Cargas.
- Precipitaciones.
- Tasa de infiltración de la explanada.
- Medida área de superficie permeable contra la superficie impermeable a la superficie dada.
- Tiempo de retención en relación con explanada, permeabilidad, y el volumen total de agua recogida.

## 8.9.8. Rendimiento del sistema.

### 8.9.9. Reducción del agua de escorrentía.

El objetivo de utilizar sistemas de drenaje permeables, es regular el caudal de aguas residuales y almacenar dicha agua, reduciendo el riesgo de inundación.

Para maximizar el sistema de drenaje Hydromedia™ debe tener entre 20% y 30% de los huecos para permitir que el agua drene de manera eficiente.

La permeabilidad resultante garantiza un flujo de 300 l/min.m<sup>2</sup>. Esto ayuda a evitar que la superficie se obstruya y garantiza una larga vida útil con poco mantenimiento.

### 8.9.10. Reducción del Efecto Isla de calor.

Hormigón poroso, con su peso ligero y características de color almacena menos calor que el hormigón convencional o asfaltos, lo que ayudan a reducir el Efecto Isla de Calor. Además, los huecos permiten que el agua almacenada en el suelo se evapore en un clima cálido, evitando un aumento de la temperatura.

La reflectancia solar, también llamado albedo, es el porcentaje de la energía solar reflejada por una superficie. Típicamente, para hormigón se encuentra entre 35% y 40%, siendo mayor que la de asfalto (entre 5% y 10%).

## 8.9.11. Fluidez.

La consistencia fluida de Hydromedia™ permite una optimización de los tiempos de trabajo en comparación con los hormigones porosos tradicionales de consistencias semisecas. Mejorando su trabajabilidad y por tanto ahorrando costes en mano de obra.

## 8.9.12. Compactibilidad baja.

**Hydromedia™** muestra muy poco cambio de volumen cuando se aplica la energía de compactación, lo que conlleva a un espesor homogéneo. Se controla la porosidad y no depende de la herramienta de compactación usada en obra (compactador, enrasador rodillo, etc.)

**Hydromedia™** hace que sea más fácil para el equipo en obra cuantificar el volumen. Se mejora la cohesión entre los áridos y se reduce la cantidad de puntos débiles que podrían iniciar grietas

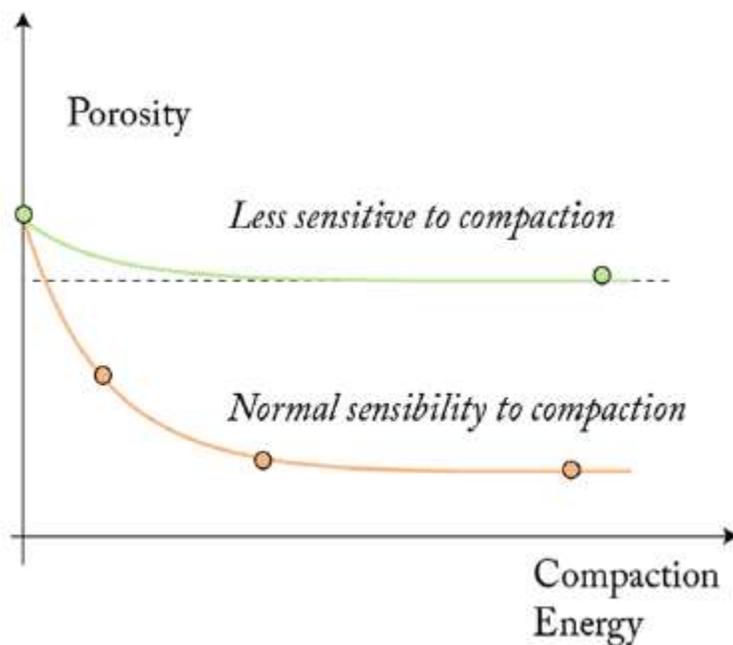


Figura 280. Hydromedia™ Hormigón poroso estándar, la compactación del hormigón poroso estándar y Hydromedia™. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.9.13. Raveling.

El hormigón permeable es sensible al desmoronamiento. El Raveling es un fenómeno que se traduce en una pérdida de adherencia entre los áridos y la pasta de la superficie expuesta.

El Raveling se produce cuando las cargas pesadas se aplican al hormigón permeable.

La prevención de la pérdida de agua (por curado) reduce el riesgo de desmoronamiento. Por lo tanto, se debe tener especial cuidado durante la etapa de construcción.



Figura 281. Ejemplo de una superficie permeable deshilachada. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.9.14. Resistencia a compresión.

La resistencia a compresión típica de **Hydromedia™** oscila entre 10 y 20 MPa.

La resistencia final esta especificada para cada aplicación y está estrechamente relacionada con la proporción de huecos y la homogeneidad del hormigón.

No obstante, las superficies permeables sólo deben utilizarse para el tráfico ligero debido al riesgo potencial cuando se usa en áreas de permanentes cargas pesadas.

## 8.9.15. Puesta en obra.

El hormigón poroso debe colocarse bien compactado y al mismo tiempo debe ser permeable. Es importante tener en cuenta que como el agua pasa a través del sistema completo, tanto el hormigón, la sub-base y el suelo, deben estar preparados para correcto funcionamiento del mismo.



Figura 282. Descarga. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

El hormigón debe colocarse rápidamente debido al bajo contenido de agua, lo que disminuye el tiempo de fraguado del hormigón.

**Hydromedia™** al ser más fluido que el hormigón poroso estándar, la descarga es más fácil y un mayor tiempo de trabajabilidad.



Figura 283. Ejecución. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

Después de verter el hormigón, se extiende con un rastrillo o una pala lo más uniformemente posible.



Figura 284. Nivelación. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

Nivelar hasta la altura deseada con medios manuales o mecánicos (extendedora o regla).



Figura 285. Compactación. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

Compactamos y terminamos la superficie con un rodillo de pavimento o una placa vibratoria.



Figura 286. Protección. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

Cubra la superficie con una lona de plástico para evitar que el hormigón se seque demasiado rápido. **Hydromedia™**® debe cubrirse después de los 15 minutos de su colocación.

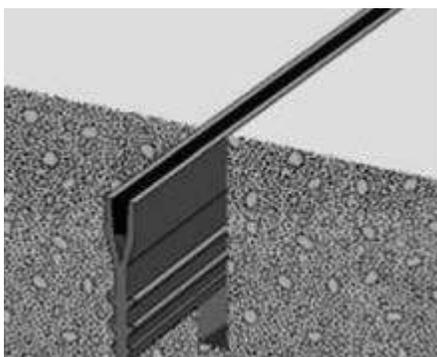


Figura 287. Juntas previas. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

## 8.9.16. Creación de juntas.

Las juntas se utilizan principalmente para controlar y prevenir las fisuras en la superficie debido a la contracción por secado.

La separación adecuada esta relacionada con el espesor de la capa de hormigón. Las juntas deben establecerse entre 12 y 48 horas después de verter el hormigón.

Se recomienda la creación de juntas previas durante el vertido de Hydromedia, aunque existe la posibilidad de cortar las juntas una vez el pavimento se haya endurecido.

La profundidad debe ser al menos un tercio del espesor de la capa permeable, pero no inferior a 5 mm.

Espesor capa de hormigón (cm)	Distancia entre juntas (m)
12	3.00
13	3.25
14	3.50
15	3.75
16	4.00
17	4.25
18	4.50

Tabla 40. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.



Figura 288. Detalle de juntas en curva. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

El curado es necesario para evitar la evaporación del agua.



Figura 289. Dada la porosidad del material, no es adecuado usar líquido de curado. En su lugar, debemos cubrir la superficie con una película de polietileno de 7 a 10 días. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.



Figura 290. Lavado por presión y aspiración. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

## **8.9.17. Mantenimiento.**

Con el tiempo la permeabilidad del hormigón poroso disminuye.

Contaminantes pequeños, como las hojas, pueden cubrir los huecos.

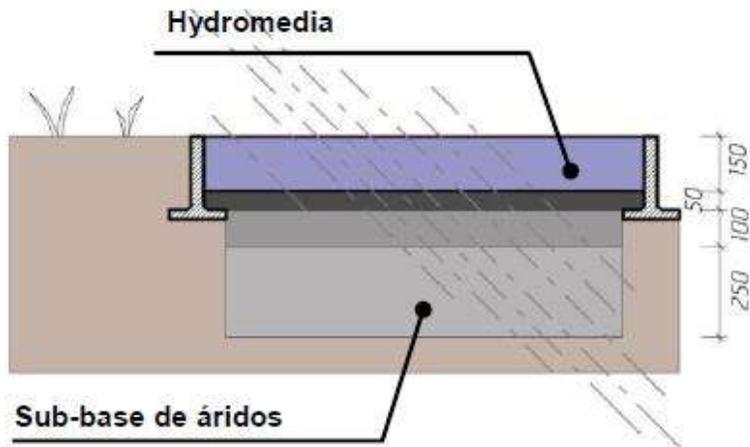
En invierno, la arena o la sal que se usa para remover la nieve también puede obstruir el hormigón poroso.

Existen tres formas de mantenimiento.

- Aspirado.
- Lavado a presión.
- Barriendo.

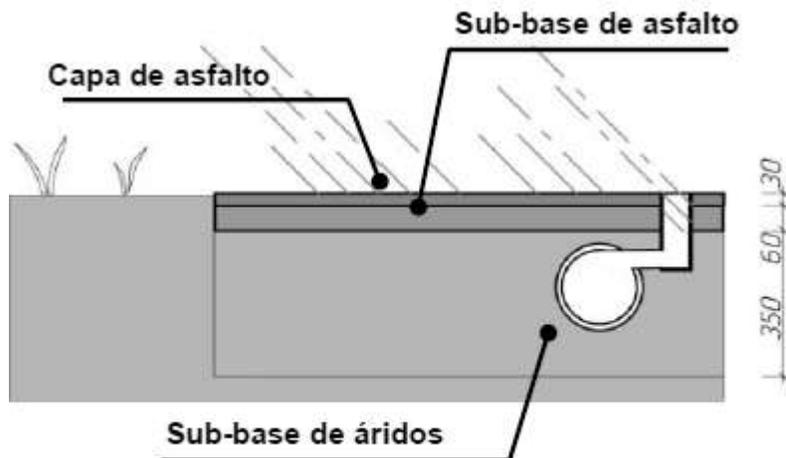
### 8.9.18. Impacto medioambiental.

Los sistemas basados en Hydromedia™ permiten el almacenamiento de agua durante las fuertes lluvias. Es una solución alternativa a los sistemas impermeables donde el agua necesita un sistema de drenaje. El equipo de Construcción Sostenible de Lafarge estudió tres sistemas de pavimentos en un aparcamiento para evaluar sus respectivos impactos ambientales.<sup>106</sup>

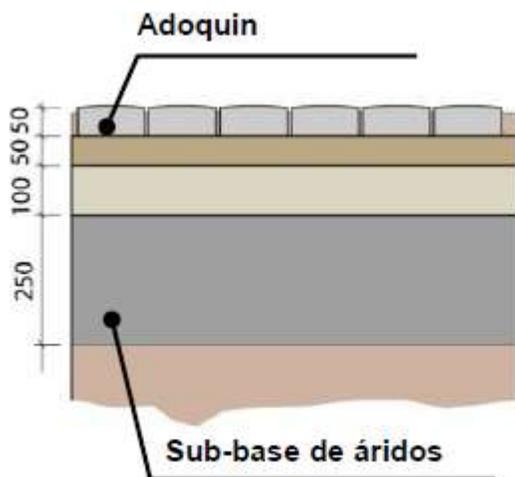


### A - Hydromedia®

Figura 291. Se comparan 3 modelos en una zona de aparcamiento de 50 plaza (1.260 m<sup>2</sup>): el hormigón permeable, sistemas impermeables de asfalto y adoquines. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.



### B - Asfalto



### C- Adoquín

Figura 291. Se comparan 3 modelos en una zona de aparcamiento de 50 plaza (1.260 m<sup>2</sup>): el hormigón permeable, sistemas impermeables de asfalto y adoquines. (PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.) Consultada el 26 de septiembre del 2013.

Empresa: Lafarge.

País: España.

# 9. Materiales Sustentables en Tecnologías Alternativas para Energía.

## 9.1. INTRODUCCIÓN: Energía solar.

### 9.1.1. La energía del futuro.

Cada hora el sol lanza a la Tierra más energía de la que sería necesaria para satisfacer las necesidades mundiales de energía durante un año entero. La energía solar es la tecnología utilizada para aprovechar la energía del sol y hacerla utilizable. En la actualidad, la tecnología produce menos de una décima parte del 1% de la demanda mundial de energía.

Mucha gente conoce las denominadas células fotovoltaicas, o paneles solares, que se encuentran en naves espaciales, tejados y calculadoras de mano. Las células están hechas de materiales semiconductores como los que se encuentran en los chips informáticos. Cuando la luz solar entra en las células, hace que los electrones se separen de sus átomos. Cuando los electrones fluyen a través de la célula generan electricidad.

En una escala mucho mayor, las plantas de energía térmica utilizan varias técnicas para concentrar la energía solar como fuente de calor. El calor se utiliza entonces para calentar el agua para hacer funcionar una turbina de vapor que genera electricidad más o menos de la misma forma que las plantas de energía nuclear, suministrando electricidad para miles de personas.

Una de estas técnicas utiliza unas largas series de espejos en forma de U que focalizan la luz solar hacia un tubo de aceite que fluye por el centro. A continuación, el aceite caliente hierve el agua para generar electricidad. Otra de las técnicas utiliza espejos móviles para enfocar los rayos del sol hacia una torre colectora donde se sitúa un receptor. La sal fundida que fluye a través del receptor se calienta para hacer funcionar un generador.

Existen otras tecnologías solares que son pasivas. Por ejemplo, los grandes ventanales que se sitúan en el lado soleado de un edificio permiten que la luz solar penetre hasta los materiales absorbentes de calor situados en el suelo y en las paredes. Estas superficies liberan el calor durante la noche para mantener caliente el edificio. De forma similar, las

placas absorbentes en el tejado pueden calentar el líquido en las tuberías que suministran el agua caliente a una casa.

La energía solar es alabada como fuente de combustible inagotable libre de contaminación y de ruidos. La tecnología también es versátil. Por ejemplo, las células solares generan energía para lugares remotos como los satélites en la órbita de la Tierra y las cabañas en las Montañas Rocosas tan fácilmente como suministran la energía a edificios del centro de las ciudades y a los coches futuristas.

Sin embargo, la energía solar no funciona por las noches sin un aparato de almacenamiento como una batería y si hay nubes esta tecnología no es muy fiable durante el día. La tecnología solar también es muy cara y requiere mucho terreno para recolectar la energía solar en tasas útiles para mucha gente.

A pesar de los inconvenientes, el uso de la energía solar ha aumentado un 20% al año durante los últimos 15 años gracias al rápido descenso de los precios y a las ganancias en eficiencia. Japón, Alemania y los Estados Unidos son los principales mercados de las células solares. Con incentivos tributarios, la electricidad solar a menudo puede amortizarse en un periodo de cinco a diez años.<sup>107</sup>



Figura 292. Techo con paneles solares. (<http://www.forbes.com.mx/sites/mitos-y-realidades-de-la-energia-solar/>) consultada el 03 de octubre del 2013.

### 9.1.2. Realidad en México y perspectivas.

Desde hace ya varios años la energía solar se ha presentado como la panacea a la problemática de la autosuficiencia energética en países como el nuestro que tienen una

irradiación solar privilegiada. En la carrera de la sustentabilidad energética, la energía eólica ha acaparado buena parte de los titulares de los medios, creciendo en los últimos años a una tasa de crecimiento promedio de más del 25%, pasando de 18 Giga watts (GW) en el año 2000 a 238 GW a nivel global al cierre del 2011. Sin embargo, la energía fotovoltaica ha incrementado su capacidad instalada a tasas de crecimiento promedio anuales en los últimos 5 años de más de 50%, pasando de 1.5 GW en el año 2000 a 67 GW en el 2011. Para ponerlo en perspectiva, la capacidad instalada de generación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) es de 52 GW.

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía, con políticas públicas adecuadas, la energía solar fotovoltaica en edificios residenciales y comerciales podría alcanzar paridad de red – igualar su costo a los precios comerciales de la electricidad – para el año 2020 en muchas regiones, y afirma que la tecnología será competitiva a gran escala en las regiones con mejor irradiación para el año 2030, llegando a proveer 5% de la electricidad global. ¿Pero cuál es la realidad en México y cuáles son las perspectivas para esta tecnología?

El crecimiento tan significativo de la capacidad instalada en otros países se ha debido, en su mayor parte, al otorgamiento de incentivos a través de tarifas preferenciales para empresas y particulares que generan electricidad a través de paneles solares, incentivos que se han convertido en algunos países en cargas fiscales importantes. En España, por ejemplo, el sistema eléctrico tiene un déficit de 24 billones de euros, debido a que la legislación no permite que las empresas eléctricas pasen el costo adicional de la electricidad de tecnologías como la solar a los clientes. De esta manera, las empresas eléctricas se han visto forzadas a pagar tarifas por encima del mercado, pero no han podido cobrar el costo de la tarifa preferencial a sus clientes, con lo que el déficit se ha ido incrementando. La realidad en México es que el gobierno no otorgará tarifas preferenciales a este tipo de tecnologías, sobre todo si se toma en cuenta que precisamente la disminución en las tarifas eléctricas ha sido uno de los objetivos que se ha planteado la presente administración.

Sin embargo, aún sin este tipo de incentivos, la energía solar ha encontrado ya un creciente nicho de mercado. A partir de la promulgación del Contrato de Interconexión para Fuentes de Energía Renovable en Pequeña Escala en 2010, se han instalado ya más de 4 Megawatts (MW) de techos solares en el país. De la información respecto a donde se han realizado estas instalaciones se puede inferir que no siempre ha obedecido a una lógica económica, sino a una conciencia ambiental, al concentrarse en zona donde habitan expatriados, generalmente norteamericanos en retiro. No obstante esto, la realidad también es que para aquellos usuarios que pagan tarifa Doméstica de Alto Consumo (DAC), aproximadamente unos 600,000 usuarios a nivel nacional, resulta muy redituable

realizar una instalación fotovoltaica de uso residencial, ya que la inversión se paga en aproximadamente 6 años, y la vida útil del equipo es de 20 años. De la misma manera, existen usuarios comerciales para los cuales resulta redituable la instalación de este tipo de equipos. Por otro lado, lo que es ya una realidad en el país son los 6 MWs de paneles solares que ha instalado la CFE en Baja California y Baja California Sur en los últimos dos años, así como el interés de decenas de empresas por desarrollar proyectos de generación solar en México.

Es aquí que pasamos a los mitos de esta tecnología. Si bien es cierto que los precios de los paneles solares han disminuido más de 70% en los últimos años, se debe tomar en cuenta la baja eficiencia y el alto costo de capital que aún tiene cuando se le compara con otras tecnologías. En este sentido, por ejemplo, para sustituir una planta nuclear de 900 MWs con paneles solares se tendría que cubrir un área de 70 kilómetros cuadrados, tomando en cuenta las eficiencias y el tiempo que las plantas efectivamente producen electricidad en el año, lo cual se conoce como factor de planta. Otro mito tiene que ver con los llamados “empleos verdes” los cuales se crean a partir de integrar una cadena de suministro, desde la fabricación de las celdas de silicio hasta la instalación. En países como en España, el Institute for Energy Research ([www.instituteforenergyresearch.org](http://www.instituteforenergyresearch.org)) ha estimado que en realidad hay pérdida de empleos medidos como costo de oportunidad, donde por cada megawatt de capacidad instalada se han perdido 12.7 empleos. Aunque es cierto que se crean empleos al construir los proyectos, los altos costos de capital invertidos en éstos de hecho habrían creado más empleos en otros sectores de la economía. De ahí que España haya continuado con sus recortes en los apoyos a energías como las solares ante la difícil situación de su economía.

Finalmente, una mención sobre las empresas que buscan invertir en México para desarrollar proyectos solares a gran escala. Aquí se entremezclan la realidad y el mito. Como mencionamos más arriba, hay decenas de empresas nacionales y extranjeras que buscan invertir en proyectos solares en México. Sin embargo, la mayor parte de estas empresas vienen de un mercado global deprimido donde hay exceso de capacidad de producción de paneles y para el cual México resulta atractivo por la estabilidad de su economía y la alta expectativa que se tiene sobre el rumbo del país, no porque las señales de precios sean las adecuadas o porque exista un déficit de capacidad de generación que haya que cubrir. Actualmente hay más de 1,000 MWs de capacidad solar en desarrollo en México, de los cuales seguramente menos del 15% estarán operando en los siguientes 3 años.

Si bien es cierto que la Ley de Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Energía establecen metas agresivas para las energías limpias, en las condiciones actuales, la

energía solar seguirá siendo una tecnología de nicho, que ciertamente ira creciendo, pero que se encuentra en desventaja cuando se le compara con la energía eólica, minihidroeléctrica, geotérmica o cogeneración eficiente, las cuales contribuyen también al cumplimiento de las metas para abatir nuestra contribución al calentamiento global.<sup>108</sup>

## 9.2. Sistema Solar Fotovoltaico.



Figura 293. Sistema solar fotovoltaico. (<http://www.conermex.com.mx/informacion-de-interes/los-sistemas-fotovoltaicos.html>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

### 9.2.1. HISTORIA.

1839 – Alexander Becquerel descubre el principio de la generación de electricidad fotovoltaica.

1905 – Albert Einstein logra una explicación científica.

1954 – Bell Laboratories: Primera celda solar de silicio con una eficiencia de 5 %. Las celdas solares se utilizan en los satélites.

1973 – La crisis petrolera provoca que se considere seriamente el uso de energía solar para aplicaciones en la Tierra.

2008 – Casi 5500 MW de nueva potencia instalada solo en este año.

## 9.2.2. Funcionamiento de un Sistema Solar Fotovoltaico.

El funcionamiento de un Sistema Fotovoltaico se logra mediante el siguiente proceso:

La luz solar entra sobre la superficie del arreglo fotovoltaico, donde es convertida en energía eléctrica de corriente directa por las celdas solares, después esta energía es recogida y conducida hasta un controlador de carga con la función de enviar a toda o parte de esta energía hasta el banco de baterías en donde es almacenada, cuidando que no se excedan los límites de sobrecarga y sobredescarga. En sistemas FV conectados a la red, no se usan bancos de baterías.

La energía almacenada o enviada a la red se utiliza para abastecer las cargas durante la noche o en días de baja insolación o cuando el arreglo fotovoltaico es incapaz de satisfacer la demanda por sí solo. Si las cargas a alimentar son de corriente directa, estas pueden hacerse a través del arreglo fotovoltaico o desde la batería. Cuando las cargas son de corriente alterna, la energía proveniente del arreglo y de las baterías, limitadas por el controlador, es enviada a un inversor de corriente, en donde es convertida a corriente alterna.

## 9.2.3. Componentes de los que está hecho un Sistema Solar Fotovoltaico.

Un **Sistema Solar Fotovoltaico** es el conjunto de dispositivos cuya función es convertir la energía solar directamente en energía eléctrica, acondicionando esta última a los requerimientos de una aplicación determinada. Consta principalmente de los siguientes elementos:

- 1) Arreglos de módulos de celdas solares.
- 2) Estructura y cimientos del arreglo.
- 3) Reguladores de voltaje y otros controles, típicamente un controlador de carga de batería, un inversor de corriente cd/ca o un rectificador ca/cd.
- 4) Baterías de almacenamiento eléctrico y recinto para ellas.
- 5) Instrumentos.
- 6) Cables e interruptores.
- 7) Red eléctrica circundante.

8) Cercado de seguridad, sin incluir las cargas eléctricas.

Un **Sistema Solar Fotovoltaico** no siempre consta de la totalidad de los elementos aquí mencionados. Puede prescindir de uno o más de éstos, dependiendo del tipo y tamaño de las cargas a alimentar, el tiempo, hora y época de operación y la naturaleza de los recursos energéticos disponibles en el lugar de la instalación.

## 9.2.4. Tipos de Sistemas Solares.

Sistemas Solares Autónomos.

Sistemas Solares Interconectados.

### 9.2.4.1. Aplicación sistemas solares autónomos.

- Telecomunicaciones.
- Supervisión Remota.
- Abastecimiento de electricidad para comunidades rurales.
- Casas de vacaciones.
- Calculadoras, relojes.
- Satélites Espaciales.

### 9.2.4.2. Aplicación sistemas interconectados.

Ciudades y centros urbanos

- Uso residencial.
- Uso comercial.
- Uso industrial.<sup>109</sup>

## 9.2.5. Beneficios ambientales.

Los sistemas solares fotovoltaicos de conexión a la red eléctrica son utilizados como medio para generar electricidad en forma autónoma, inyectando la energía producida a la red del sistema eléctrico nacional. Los proyectos de esta naturaleza se enmarcan dentro de la necesidad de reducir de una forma importante las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes como como azufre, CO y plomo a la atmósfera.

Al generar electricidad con energía limpia y gratuita proveniente del mismo sol, **contribuimos a mantener nuestra atmósfera limpia.**

Por cada sistema de 1 kWp de potencia instalada podemos dejar de verter alrededor de 33 toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, durante la prolongada vida útil del sistema, estimada en más de 30 años.



Figura 294. Paneles solares. (<http://www.conermex.com.mx/residencial/beneficios-4.html>) Consultada el 30 de septiembre del 2013.

Los sistemas solares fotovoltaicos de conexión a la red eléctrica son utilizados como medio para generar electricidad en forma autónoma, inyectando la energía producida a la red del sistema eléctrico nacional. Los proyectos de esta naturaleza se enmarcan dentro de la necesidad de reducir de una forma importante las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Este tipo de instalaciones producen energía a partir de fuentes de energía renovables, por lo que son energías “limpias” y no contaminantes por lo que evitan una influencia negativa sobre el medio ambiente y hacen posible el desarrollo sostenible. Contribuyen a la reducción de emisiones de partículas contaminantes a la atmósfera como Azufre, CO<sub>2</sub>, CO, Plomo, etc., ya que introducen a la red nacional energía limpia generada con radiación solar y evitan la generación de electricidad de fuentes como la nuclear, el carbón y derivados de petróleo, en cuyos procesos se generan residuos y subproductos altamente contaminantes y nocivos para el medio ambiente.<sup>110</sup>

### 9.3. Funcionamiento de paneles solares.

Los paneles solares están compuestos de silicio, que hoy en día se utiliza en otras cosas, como por ejemplo en las computadoras. El silicio despojado de impurezas es un material ideal para transmitir electrones. Cada átomo tiene espacio para ocho electrones, aunque en estado natural solo llevan cuatro, por lo que tienen espacio para cuatro más. Cuando se chocan, se crea un fuerte vínculo pero no están cargados ni positiva ni negativamente.

Por esta razón, los **paneles solares** están hechos de silicio mezclado con otros materiales que generan cargas positivas o negativas, como por ejemplo el fósforo que tiene cinco electrones y el boro que tiene tres. Esto es así porque se deben crear cargas positivas y negativas para generar la electricidad.



Figura 295. Paneles solares. (<http://www.ojocientifico.com/2011/03/03/como-funciona-un-panel-solar>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Las placas negativas -con fósforo- y las positivas -con boro- se intercalan en el panel con hilos conductores entre ellos.

A su vez, estos paneles están recubiertos de cristal no reflectante. También tienen un inversor, que transforma la corriente continua generada en corriente alterna.

### **9.3.1. El sol en los paneles solares.**

El sol libera muchas partículas de energía diferentes, pero sólo los fotones son necesarios para generar **energía solar**. El fotón actúa como un martillo en movimiento, únicamente cuando las placas negativas se colocan de forma particular hacia el sol, por lo que los fotones bombardean esos átomos de silicio y fósforo, rompiendo electrones y liberando algunos.

La electricidad generada por una única célula solar no es mucha, pero unidas todas por los hilos conductores permite generar más energía. Lo que no se utiliza vuelve nuevamente a las placas negativas y el proceso comienza otra vez.

Allí radica el problema de los paneles solares: que tienen gran tamaño y producen poca energía. Además, si el ángulo cambia tan solo un poco, la eficiencia se puede reducir hasta un 50%.<sup>111</sup>

### **9.3.2. Componentes de sistemas autónomos de paneles solares.**

Los sistemas autónomos de paneles solares le permiten generar su propia energía eléctrica y almacenarla para su uso a cualquier hora del día, gracias al banco de baterías. Son ideales para casas o negocios ubicados en zonas remotas, donde no hay disponibilidad

del servicio de la CFE, o para las personas que simplemente se quieren olvidar de seguir pagando recibos de luz.



Figura 296. Paneles Solares.

([http://www.aerosolarmexico.com/productos/pssis\\_autonomo.php](http://www.aerosolarmexico.com/productos/pssis_autonomo.php)) consultada el 30 de septiembre del 2013.

Convierten la energía del sol en energía eléctrica, la cual se manda al controlador de carga. Se varía el número de paneles de acuerdo a la capacidad requerida del sistema.



Figura 297. Controlador de carga.

([http://www.aerosolarmexico.com/productos/pssis\\_autonomo.php](http://www.aerosolarmexico.com/productos/pssis_autonomo.php)) consultada el 30 de septiembre del 2013.

Regula la corriente proveniente de los paneles solares, y recarga el banco de baterías, protegiéndolo de sobrecargas y descargas excesivas. Sus funciones reguladoras y de protección alargan la vida de sus baterías para obtener el mejor rendimiento y duración.



Figura 298. Inversor. ([http://www.aerosolarmexico.com/productos/pssis\\_autonomo.php](http://www.aerosolarmexico.com/productos/pssis_autonomo.php)) consultada el 30 de septiembre del 2013.

Convierte la corriente directa proveniente de las baterías en corriente alterna, lista para usarse con todos sus aparatos. Cuenta con protecciones contra sobrecarga y corto-circuito (además de otras), y le informa en tiempo real de la carga de su banco de baterías.



Figura 299. Banco de baterías.

([http://www.aerosolarmexico.com/productos/pssis\\_autonomo.php](http://www.aerosolarmexico.com/productos/pssis_autonomo.php)) consultada el 30 de septiembre del 2013.

Almacena la energía producida por los paneles solares, para su uso a cualquier hora. Es conformado por una o varias baterías de ciclado profundo, especiales para sistemas solares.<sup>112</sup>

Empresa: Aerosolar México.

## 9.4. «Innovación»: Paneles solares absorben “la energía de 2,000 soles”

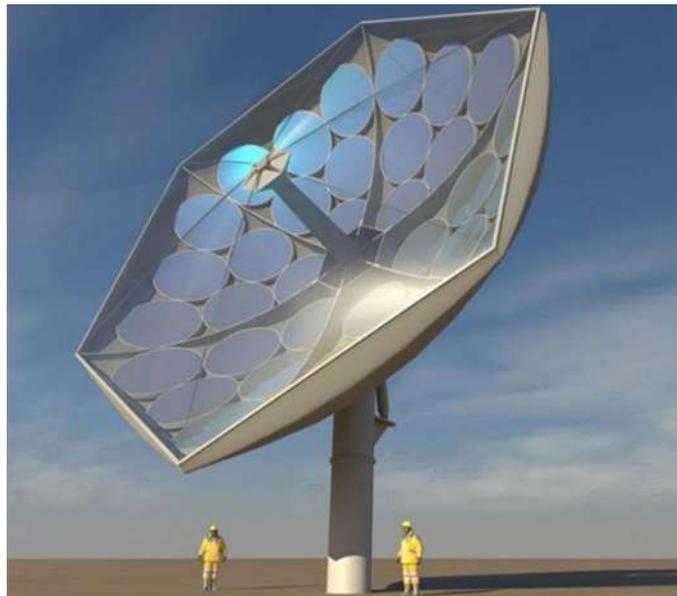


Figura 300. Panel exagonal. (<http://www.g2m.mx/2013/04/innovaci%C3%B3n-paneles-solares-absorben-la-energ%C3%ADa-de-2-000-soles/>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

**IBM** se distanció hace tiempo de su principal fuente de ingresos, la venta de ordenadores, pero no por ello ha dejado de ser una compañía tecnológicamente puntera. Uno de sus nuevos proyectos está orientado al terreno de las energías alternativas redefiniendo el concepto que tenemos de 'paneles solares' hasta un punto que realmente podría llegar a revolucionar el terreno de la energía solar. Su más reciente prototipo en este sentido es un **panel hexagonal** con cierto aspecto de antena parabólica que, según afirman, es capaz de concentrar la energía de 2,000 soles.

El disco parabólico está cubierto de cientos de pequeños espejos que reflejan la luz hacia unos receptores. Estos receptores están cubiertos por pequeñas células solares de alta eficiencia de apenas **un centímetro cuadrado** cada una. Cada célula es capaz de convertir una hora de luz solar en 200-250 vatios de potencia, con lo cuál la salida energética total se dispara.

Por si fuera poco, este nuevo diseño no solo sirve para conseguir energía eléctrica de la luz solar, también incluye en su interior un sistema que **provee de agua potable** simplemente absorbiendo la humedad ambiental. Esta agua puede utilizarse para beber o bien para alimentar sistemas de aire acondicionado que funcionarían literalmente del aire y el sol.

Parece más que interesante, aunque lo de 'absorber la energía de 2,000 soles' parece más una cuestión de márketing que otra cosa. En el caso de que fuera cierto solo tenemos un sol cerca ¿cierto? Aun así este nuevo diseño de panel solar podría suponer el salto que hace falta para conseguir que este tipo de fuentes energéticas sean rentables y prácticas.

El desarrollo de este nuevo panel solar gigante e inteligente ha costado más de 2 millones de dólares y junto a **IBM** ha participado la Universidad de Ciencias Aplicadas de Suiza, país que albergará dos prototipos funcionales de este nuevo diseño. Aunque la idea lógica es instalarlos en zonas donde haya muchas horas de sol al día.<sup>113</sup>

Empresa: IBM.

### **9.5. Londres, Nueva Zelanda e Italia apuestan por los paneles de energía solar fotovoltaica de Panasonic®.**

5 febrero, 2013.

Los paneles de energía solar fotovoltaica HIT® de Panasonic ofrecen el mayor ratio de conversión energética con un 21.6%. Londres, Nueva Zelanda e Italia apuestan por los

paneles solares de Panasonic. Los paneles solares HIT<sup>®</sup> de Panasonic ofrecen el mayor ratio de conversión energética con un 21.6%.

Londres, Nueva Zelanda e Italia han sido los primeros países y ciudades fuera de Japón en incorporar la tecnología de paneles solares de Panasonic, compañía que aspira a convertirse en 2016 en una de las tres líderes del sector.

Los sistemas fotovoltaicos de Panasonic ya están presentes en emblemáticos edificios y construcciones de alrededor del mundo, que ya han confiado en la tecnología de la compañía para lograr la máxima generación energética usando fuentes renovables.

### **9.5.1. Londres tendrá el mayor puente solar del mundo.**

El puente Victoriano, construido en 1885, es la base para la nueva estación de Blackfriars, que está siendo renovada por la compañía Network Rail Limited para atender a más pasajeros y ofrecer un mejor servicio de tren. Mediante un techo nuevo, la estructura histórica incorporará más de 6.000 m<sup>2</sup> de paneles fotovoltaicos HIT de Panasonic, creando el mayor panel solar en Londres capaz de generar 1.058 megavatios.

La instalación, que empezó a construirse en octubre de 2011 con un coste de cerca de 9 millones de euros, contará con un total de 4,410 módulos solares HIT de Panasonic.

Los paneles solares HIT generarán un estimado de 900.000 kWh de electricidad al año, aportando el 50% de la energía de la estación y comportando una reducción de emisiones de 511 toneladas de CO<sub>2</sub> al año, ayudando a la compañía Network Rail a alcanzar su objetivo de reducción del 20% de emisiones de carbono para el año 2014.

### **9.5.2. La mayor comunidad de energía solar de Nueva Zelanda.**

En Nueva Zelanda se construirá la mayor comunidad de energía solar del país. En 280 hectáreas situadas en Christchurch se ubicarán 2,200 casas equipadas con sistemas de energía solar. Los sistemas, que constarán de paneles fotovoltaicos y de agua caliente, suministrarán alrededor de un cuarto del total de la energía que consume un hogar.

Panasonic proporcionará los paneles solares HIT, mientras que los paneles de agua caliente estarán fabricados por la compañía solar del sur de la isla Solar City. Cada uno de los paneles HIT<sup>®</sup> de Panasonic, que pesan tan sólo 15 Kg, pueden generar 253 vatios. En la comunidad, cada casa tendrá en su tejado como mínimo cuatro de estos paneles. Además, los habitantes podrán vender la energía sobrante a la red nacional.



Figura 301. El puente Victoriano con paneles fotovoltaicos. (<http://www.evwind.com/wp-content/uploads/2013/02/london-pv.jpg>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

### 9.5.3. Central italiana de energía solar.

Con una generación energética total de 7,567 megavatios y con un total de 235 módulos solares, es una de las mayores plantas de energía solar en Europa.

Central de energía solar en Torre Santa Susanna, Italia.

Ubicada en Torre Santa Susanna, en el sudeste de Italia, este proyecto es un ejemplo de la idoneidad de los módulos solares HIT de Panasonic para los sistemas a gran escala, lo que demuestra la rentabilidad que pueden aportar las inversiones a largo plazo.

La apuesta de Panasonic por la energía.

Tal y como explicó el Presidente de Panasonic, Kazuhiro Tsuga, en CES Las Vegas 2013, la compañía está apostando para extenderse “más allá de la sala de estar” y abarcar así otros sectores como la aviación, la automoción y la energía.

Así pues, los sistemas de energía se están convirtiendo en el buque insignia de Panasonic, orientación que está siendo optimizada a partir de la adquisición de Sanyo Electric<sup>®</sup> gracias a la cual se prevé crecer un 16% anualmente en el sector de la creación (paneles solares y células de combustible), el almacenamiento (baterías de litio-ion) y la gestión energética (Smart Energy Gateway<sup>®</sup>).

Respecto a los paneles solares, Panasonic mantiene también que es una opción viable para las viviendas europeas y apuesta por su instalación. La versatilidad de los paneles solares Panasonic<sup>®</sup> hace posible que se adapten a varios tipos de techos, ofreciendo la posibilidad de utilizar energía solar para uso doméstico. Además, su alto nivel de

productividad hace que sea una opción económicamente viable para muchas familias europeas. A día de hoy, Panasonic ha mandado a Europa 3,2 millones de paneles solares y cuenta con una fábrica en Hungría.

Panasonic aspira a ser una de las tres compañías líderes en paneles solares el año 2016 gracias a la serie Panasonic Home Solar Power Generation System HIT<sup>®</sup>, capaz de:

- Convertir la luz solar en electricidad a través de los semiconductores.
- Ofrecer la mayor eficiencia de conversión energética en paneles solares: un 21.6%.
- Proveer una producción de energía un 5% mayor que los paneles solares convencionales.
- Garantizar un alto rendimiento incluso en condiciones de clima cálido.

#### **9.5.4. Primera compañía verde en electrónica de consumo.**

A través del Green Plan 2018, Panasonic busca convertirse en 2018 en la primera compañía “verde” del sector de la electrónica de consumo, año en el que se cumplan 100 años de la fundación de Panasonic.

El plan es muy específico y establece áreas de actividad clave y objetivos numéricos concretos, que permitirán a la compañía, con el apoyo de todos sus empleados, integrar su estrategia medioambiental y sus planes de crecimiento. Entre las áreas destacan reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, aumentar el ratio de reciclaje hasta un 99.5%, minimizar el consumo de agua o conseguir que los productos ecológicos de la compañía sean un 30% de las ventas totales.<sup>114</sup>

Empresa: Panasonic<sup>®</sup>.

#### **9.6. Sistemas Fotovoltaicos Baja California, Mexicali.**

En Mexicali Baja California fueron entregadas las primeras casas en México con sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica. Este proyecto lo realizó Energías Alternas S.A. de C.V. el 12 de octubre de 2006.

El fraccionamiento Valle de las Misiones cuenta con 220 casas económicas con estos sistemas, además de contar con aislamiento térmico, que le permite a sus habitantes, un mayor confort y ahorro de energía.

Este esfuerzo de los gobiernos federal y estatal, permite que cada vivienda provista de este sistema, sea capaz de producir una parte importante de la energía que consume.

Con esto, se estima que una vivienda de este tipo puede producir hasta el 50% anual de su consumo de energía eléctrica, resultando en un ahorro sustancial en la facturación proveniente de la CFE.



Figura 302. Fraccionamiento en Mexicali con sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica. (<http://www.conermex.com.mx/proyectos/sistemas-fotovoltaicos-baja-california,-mexicali.html>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Mediante la instalación de pequeños sistemas fotovoltaicos en los techos de viviendas residenciales, se puede producir parte o el total de la energía que se requiere.

La energía requerida en las viviendas para la operación de los aparatos electrodomésticos será tomada de la energía generada por las celdas fotovoltaicas y será complementada por la energía proveniente de las instalaciones de la CFE.

Capacidad del sistema.	1 kw
Costo del sistema	\$ 81,370
Vida útil	30 años
Producción promedio anual	2040 kwh
Producción promedio mensual	170 kwh
Ahorro promedio mensual.	\$ 120.00
Proyecto <u>primer etapa.</u>	220 casas

Tabla 41. Comparativa. (<http://www.conermex.com.mx/proyectos/sistemas-fotovoltaicos-baja-california,-mexicali.html>) consultada el 03 de octubre del 2013.



Figura 303. Vista aérea del fraccionamiento.

(<http://www.conermex.com.mx/proyectos/sistemas-fotovoltaicos-baja-california,-mexicali.html>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Este proyecto fue posible gracias al esfuerzo conjunto de la Secretaría de Energía, CFE, Comisión Reguladora de Energía, UABC, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Banco de Desarrollo de América del Norte y Gobierno del Estado de Baja California. Esperamos que sea un detonador para la generación de energía limpia, para mejorar el cuidado del medio ambiente, y principalmente, para apoyar con alternativas viables a las familias mexicanas.<sup>115</sup>

## 9.7. Paneles Fotovoltaicos.

### 9.7.1. Panel Solar SHARP® ND-R250A5.

SHARP SunFields Europe es Distribuidor Oficial SHARP y trabaja con la distribución, suministro y venta de **del panel solar SHARP ND-R250A5** Policristalino, con stock habitual y fabricado en Europa y garantía de producto de 10 años.

Como especialista con 50 años de experiencia en la fotovoltaica (FV), Sharp contribuye de forma decisiva al desarrollo de la tecnología solar. Los **módulos fotovoltaicos Sharp de la serie ND** están pensados para aplicaciones con una alta demanda de potencia. Estos módulos policristalinos de alta calidad ofrecen un rendimiento duradero y fiable incluso bajo condiciones de uso extremas. Todos los módulos Sharp de la serie ND ofrecen una óptima integración de sistema a nivel técnico y económico y son aptos para el montaje en sistemas aislados o conectados a la red.

SHARP ND-R250A5			
	Potencia nominal	250W	
	Tensión Circuito Abierto	Voc	37,6 Volt.
	Corriente Cortocircuito	Isc	8,68 Amp.
	Tensión Máxima Potencia	Vmpp	30,9 Volt.
	Corriente Máxima Potencia	Impp	8,10 Amp.
	Coeficiente Rendimiento	nm	15,2 %
	Peso	19 Kg.	
	Dimensiones	1.652 x 994 x 46 mm	

Figura 304. Características eléctricas del panel solar SHARP ND-R250A5. (<http://www.sfe-solar.com/distribucion-venta-modulos-fotovoltaicos/sharp/panel-solar-sharp-nd-r250a5/>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

#### 9.7.1.1. Garantía del panel solar SHARP ND-R250A5:

- 10 años de garantía al producto
- 25 años de garantía de rendimiento lineal
- 96 % de la potencia mínima de salida especificada durante el primer año.
- Máxima degradación del rendimiento del 0,667 % anual los siguientes 24 años.
- Mínimo el 80 % de la potencia mínima especificada a partir de los 25 años.

SHARP ha sido galardonado recientemente con el TOP BRAND PV 2011 otorgado por la prestigiosa EUPD Research. Galardón otorgado a únicamente 10 fabricantes de los más de 250 sometidos a estudio por la EUPD.

#### 9.7.1.2. Algunas características del panel solar SHARP ND-R250A5 policristalino:

- Módulos fotovoltaicos de alto rendimiento con células de silicio policristalinas (156.5 mm<sup>2</sup>).
- Tecnología de **triple barra colectora** para aumentar la producción de rendimiento.
- Producción controlada sujeta a una **tolerancia positiva de 0 a +5 %**. **Sólo se entregarán módulos con la potencia especificada o superior para un mayor rendimiento energético.**

- Coeficiente de temperatura mejorado para reducir las pérdidas de energía a temperaturas más altas.
- Células con superficie texturizada para un rendimiento energético extremadamente alto.
- Capa antirreflectante para aumentar la absorción de luz.<sup>116</sup>

Empres: SHARP®.

## 9.7.2. Panel Solar SHARP ND-R245A5.

Los **módulos fotovoltaicos Sharp de la serie ND** están pensados para aplicaciones con una alta demanda de potencia. Estos módulos policristalinos de alta calidad ofrecen un rendimiento duradero y fiable incluso bajo condiciones de uso extremas. Todos los módulos Sharp de la serie ND ofrecen una óptima integración de sistema a nivel técnico y económico y son aptos para el montaje en sistemas aislados o conectados a la red.

SHARP ND-R245A5			
	Potencia nominal	245W	
	Tensión Circuito Abierto	$V_{oc}$ 37,3	Volt.
	Corriente Cortocircuito	$I_{sc}$ 8,62	Amp.
	Tensión Máxima Potencia	$V_{mpp}$ 30,7	Volt.
	Corriente Máxima Potencia	$I_{mpp}$ 7,99	Amp.
	Coeficiente Rendimiento	$\eta_m$ 14,9	%
	Peso	19	Kg.
	Dimensiones	1.652 x 994 x 46 mm	

Figura 305. Características eléctricas del panel solar SHARP ND-R245A5. (<http://www.sfe-solar.com/distribucion-venta-modulos-fotovoltaicos/sharp/panel-solar-sharp-nd-r245a5/>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

### 9.7.2.1. Garantía del panel solar SHARP ND-R245A5:

- 10 años de garantía al producto
- 25 años de garantía de rendimiento lineal
- 96 % de la potencia mínima de salida especificada durante el primer año.
- Máxima degradación del rendimiento del 0,667 % anual los siguientes 24 años.

- Mínimo el 80 % de la potencia mínima especificada a partir de los 25 años.

SHARP ha sido galardonado recientemente con el TOP BRAND PV 2011 otorgado por la prestigiosa EUPD Research. Galardón otorgado a únicamente 10 fabricantes de los más de 250 sometidos a estudio por la EUPD.

### 9.7.2.2. Algunas características del panel solar SHARP ND-R245A5 policristalino:

- Módulos fotovoltaicos de alto rendimiento con células de silicio policristalinas (156.5 mm<sup>2</sup>).
- Tecnología de **triple barra colectora** para aumentar la producción de rendimiento.
- Producción controlada sujeta a una **tolerancia positiva de 0 a +5 %**. **Sólo se entregarán módulos con la potencia especificada o superior para un mayor rendimiento energético.**
- Coeficiente de temperatura mejorado para reducir las pérdidas de energía a temperaturas más altas.
- Células con superficie texturizada para un rendimiento energético extremadamente alto.
- Capa antirreflectante para aumentar la absorción de luz.<sup>117</sup>

Empresa: SHARP®.

## 9.8. Luminaria a LED CNX-LD48-180.

Luminaria solar a LED de 48 W.

Las luminarias solares son la solución más económica para iluminación pública en entornos sin red eléctrica. No sólo convencen por su fiabilidad y su larga vida útil sino también por su flexibilidad.

Las Luminarias Solares son sistemas autosuficientes. En el poste se encuentran todos los componentes electrónicos: la lámpara, los módulos solares, baterías de descarga profunda y controles automáticos.

El sistema funciona de manera completamente autónoma sin uso de gas o gasolina. Tiene como única fuente la energía del sol.

Los módulos fotovoltaicos transforman la luz en energía eléctrica. Y ésta a su vez se almacena en baterías para ser usada por la noche o en días nublados. Una luminaria solar

se instala rápidamente. Lo único que se necesita son una base de concreto y un lugar bien soleado.

## 9.8.1. Flexibilidad total con costos de operación mínimos.

La luminaria solar no requiere tendido eléctrico y puede ser instalada en cualquier sitio. No hay restricciones de aplicación ya que opera silenciosamente y es completamente compatible con la ecología del lugar donde se instalan. La operación y el mantenimiento de la luminaria solar se realiza al menor costo posible. No hay pagos por consumo eléctrico y su mantenimiento es casi nulo.



Figura 306. Luminaria a LED CNX-LD48-180. (Sistemas solares, Hoja Técnica, [www.conermex.com.mx](http://www.conermex.com.mx)) consultada el 03 de octubre del 2013.

## 9.8.2. Áreas de aplicación.

Las ventajas de las luminarias solares también se muestran en el gran número de áreas de aplicación:

- Lotes de estacionamiento.

- Parques de ecoturismo.
- Casas de campo.
- Comunidades rurales.
- Haciendas.
- Hoteles.
- Centros recreativos.
- Senderos.
- Vallas publicitarias iluminadas.
- Puentes.



Figura 307. Luminaria solar a LED de 48 W. (Sistemas solares, Hoja Técnica, [www.conermex.com.mx](http://www.conermex.com.mx)) consultada el 03 de octubre del 2013.

### 9.8.3. Luminaria.

Luminaria Solar con Lámpara de LEDs de 4600 lm. (48 W), arreglo solar de 180 W, para 10 a 11 horas de operación diaria, poste cónico de 8 m de altura. Espaciamiento entre luminarias: 25 m. \*

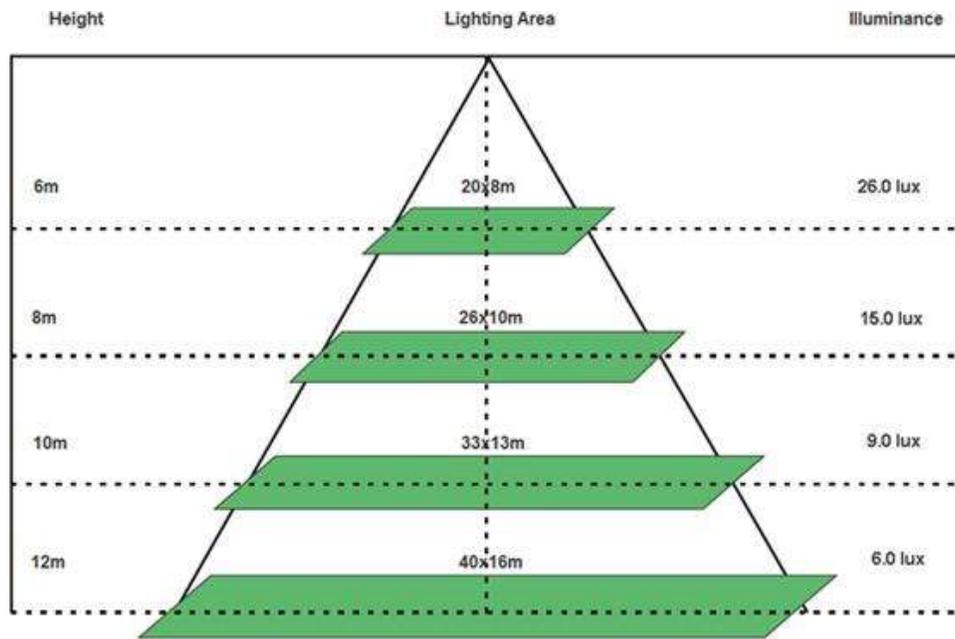


Figura 308. Area de iluminación. (Sistemas solares, Hoja Técnica, [www.conermex.com.mx](http://www.conermex.com.mx)) consultada el 03 de octubre del 2013.

A) Arreglo fotovoltaico 180w 2 Módulos Conermex EPlus-90 multicristalino 90 W.	Garantía de potencia 80% a 25 años.
B) Banco de Baterías	2 Baterías Cale 12 V. 115 ah @ 100 hr, libre de mantenimiento. Vida útil: 3 a 4 años
C) Controlador	Phocos CIS-10 PWM de 10 A, 12/24 V, indicador LED microprocesador, programación a tiempo corrido para aplicación en luminarias
D) Lámpara	Lámpara de LED's de 4,800 lúmenes.
Consumo 48 W, 24VCD, 2.2 A, súper eficiente, para luminarias solares en iluminación exterior.	
Potencia total de la lámpara	48W
Eficiencia de potencia	> 88%
Flujo total de la lámpara	> 4,800 lm
Área de iluminación:	13 m X 33 m a 10 m de altura 15lux bajo la lámpara
Temperatura de color	Blanco brillante: 5000 ~ 6500 K
Gabinete 1	Para 2 baterías en acero galvanizado con recubrimiento especial para protección de baterías (60 x 40 x 25 cm)
Poste 1	Altura 8 m con recubrimiento primario anticorrosivo.
Incluye anclas	
Brazo 1.2 metros longitud	
Estructura soporte (gorro) para módulos solares en poste cónico con inclinación y orientación azimutal ajustable.	
Juego de cables, tornillería y accesorios para Instalación.	
Se incluye la integración de todos los componentes (Mano de obra) y el controlador se programa de acuerdo a las horas de operación.	

Tabla 42. Componentes. (Sistemas solares, Hoja Técnica, [www.conermex.com.mx](http://www.conermex.com.mx)) consultada el 03 de octubre del 2013.

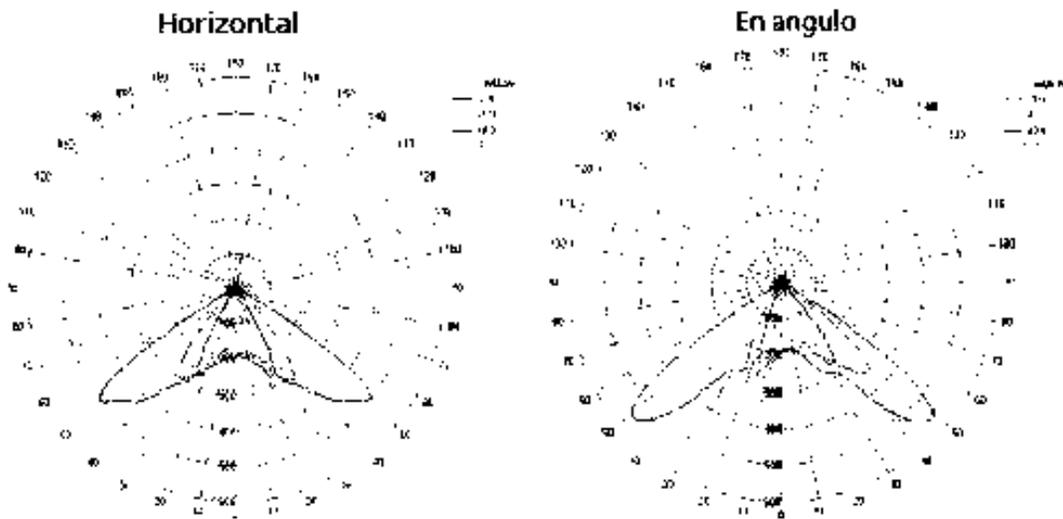


Figura 309. (Sistemas solares, Hoja Técnica, [www.conermex.com.mx](http://www.conermex.com.mx)) consultada el 03 de octubre del 2013.

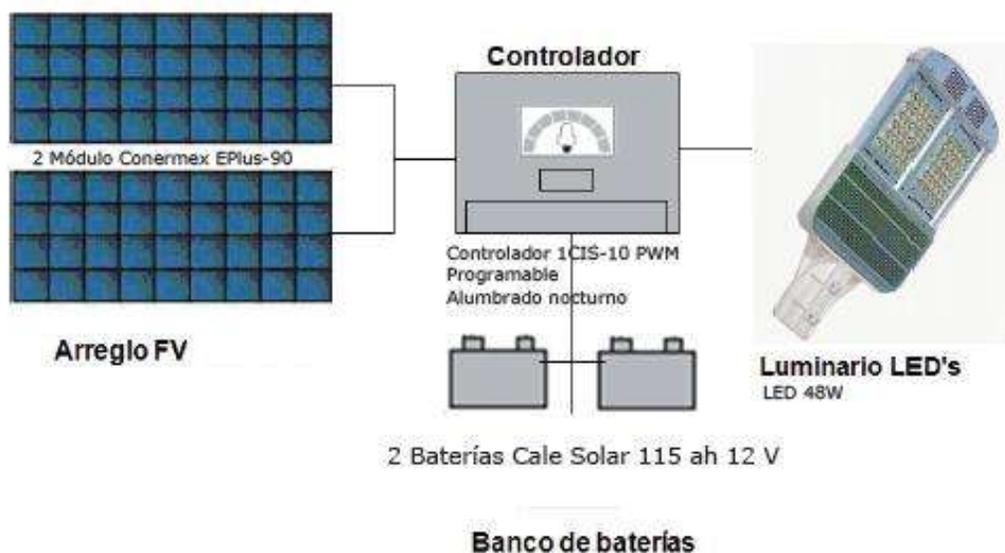


Figura 310. Componentes. (Sistemas solares, Hoja Técnica, [www.conermex.com.mx](http://www.conermex.com.mx)) consultada el 03 de octubre del 2013.

#### 9.8.4. DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES.

##### a) Arreglo Fotovoltaico:

Consiste en 2 Módulos x Conermex modelo E-plus de 90W cada uno.

El arreglo solar se debe inclinar entre 15° y 45° con respecto a la horizontal, dependiendo del sitio de instalación y los módulos debe colocarse de cara al sur geográfico.

## **b) Bancos de Baterías:**

Consiste en 2 Baterías Cale Solar 115 ah 12 V.

Las baterías se conectan dos en serie para dar el voltaje de 24 V. El resultado final es un banco de 24 V con una capacidad nominal de 230 ah al régimen de descarga de 100 horas.

## **c) Control de Carga:**

El control de carga protege al banco de baterías de operar fuera de sus condiciones normales de diseño (descarga ó sobrecarga excesivas) así como controlar el encendido y apagado de la lámpara; se trata pues del centro operativo del equipo fotovoltaico.

### **9.8.5. El controlador efectúa las siguientes funciones:**

- Carga de baterías en tres etapas mediante la técnica PWM: corriente plena, llenado y flotación.
- La operación a carga plena o corriente de flotación dependen del estado de carga de las baterías
- Desconexión de la lámpara cuando las baterías están bajas (más de 5 días nublados), con lo que se evita la disminución de la vida útil de la batería.
- Bloqueo del arreglo solar para evitar fugas de corriente del banco de baterías durante la noche.
- Indicación de estado de carga de batería por medio de la pantalla LCD.
- Existe la posibilidad de cambiar la programación manualmente por medio del botón ubicado bajo la pantalla del control.

### **9.8.6. OPERACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.**

#### **1. CARGA DIURNA**

En el amanecer el voltaje que genera el arreglo fotovoltaico se eleva desde cero hasta el punto en que excede el voltaje de las baterías, y se inicia el flujo de la corriente solar de los módulos fotovoltaicos al sistema. El control Vision permite pasar toda la corriente que puedan generar los módulos solares.



Figura 311. (Sistemas solares, Hoja Técnica, [www.conermex.com.mx](http://www.conermex.com.mx)) consultada el 03 de octubre del 2013.

Conforme avanza la mañana la corriente solar del arreglo se elevará hasta un máximo de 6.0 A. La corriente generada se dirige a recargar las baterías de la descarga de la noche anterior.

Las baterías están siendo cargadas hasta que el voltaje del banco llega a 28 V. A este voltaje el control empiezan a modular la corriente a las baterías en pulsos (PWM) para mantener un voltaje constante por algunas horas. Conforme los baterías terminan de recargarse los pulsos se irán haciendo más cortos. Finalmente, el control cambia a un estado de flotación disminuyendo a un voltaje de aproximadamente 27.4V.

Por medio de esta carga en etapas se llega a la capacidad máxima del banco de baterías sin que por un lado se tenga una gasificación excesiva o que por el otro lado la batería no resulte totalmente cargada al finalizar el día.

## 2. OPERACION NOCTURNA.

Conforme la insolación disminuye llegará un momento que el controlador detecte la ausencia de luz solar y active a la lámpara. En el ocaso, cuando el voltaje del arreglo solar es inferior al voltaje de las baterías, los controles apagan sus componentes de potencia evitando de esta manera que el banco de baterías se descargue a través del arreglo solar en la noche (los módulos solares se convierten en una carga eléctrica cuando no hay insolación).

Durante la noche, la lámpara se alimenta directamente del banco de baterías ya que no existe generación solar y por lo tanto se descargan, aproximadamente 15%. Al siguiente

día la operación descrita se repite: el arreglo solar recarga al banco de baterías de la descarga de la noche anterior.

### 3. DIAS NUBLADOS.

En esta condición, la corriente de los módulos solares es pequeña, 10 a 20 % de la corriente máxima por lo que no pueden reponer la descarga del banco de la noche anterior y el banco de baterías paulatinamente se descarga. El sistema esta diseñado para soportar un periodo de 5 días consecutivos de nublados. Pasado el periodo de nublados, el arreglo solar tiene la capacidad suficiente para recuperar al banco de baterías.<sup>118</sup>

Empresa: Conermex S.A. de C.V.

## 9.9. ENERGÍA TERMOSOLAR.



Figura 312. Planta termosolar de torre central española.

(<http://cienciadefrontera.blogspot.mx/2011/06/energia-termosolar.html>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

Entre las energías renovables las plantas termosolares de reflector parabólico logran el precio de producción eléctrica más bajo de todas. Si buscamos una opción renovable para producir electricidad a precios muy competitivos tenemos que adoptar este tipo de tecnología. Los números nos dan la razón, el coste de producir electricidad de éste tipo de plantas ronda los (0.16 – 0.23 euros/kWh), frente a la media de (0.48 -0.67 euros/kWh) de la energía eólica.

De las plantas termosolares actualmente en comercialización, las de espejo parabólico son las más comunes, mientras que las de receptor central (imagen superior) siguen en una etapa previa a la plena implantación comercial. En las plantas termosolares más comunes un espejo parabólico va siguiendo al Sol durante el día, enfocando la luz sobre un tubo central donde se calienta un fluido que puede ser oleoso o acuoso. El tubo

serpentea por los distintos receptores parabólicos hasta llegar a unos 400°C a un intercambiador de calor, en donde se genera el vapor necesario para mover las turbinas y generar la electricidad. Una ventaja de éste tipo de plantas es que se las puede dotar de sistemas de almacenaje del exceso de calor mediante sales (sodio fundido) guardadas en depósitos isotérmicos, lo que les permite funcionar a plena carga hasta 7.5 horas después de la puesta de Sol. Otra ventaja es que se las puede asociar con plantas convencionales de gas natural, de este modo la planta puede funcionar las 24 horas del día produciendo electricidad bajo demanda. Esa elasticidad, y la capacidad de almacenar el exceso de energía en forma de calor, las convierte en especialmente competitivas frente a otras energías renovables.

Sus fundamentos ecológicos se basa en cierto sentido en el de un automóvil híbrido. Si hay Sol se utiliza esta fuente de energía de manera preferente, si se produce en exceso se almacena, y cuando la demanda eléctrica es superior a la producción, se recurre a la planta de gas natural asociada. De este modo la emisión de gases de efecto invernadero se reduce considerablemente.

Otra de las ventajas de las plantas termosolares es la de producir hidrógeno a precios competitivos. En las plantas de receptor central se puede producir hidrógeno mediante ciclos químicos (ver entrada sobre producción de hidrógeno) gracias a que se alcanzan temperaturas de hasta 1000°C.

Entre los problemas que impiden una mayor difusión de este tipo de tecnología se encuentran la necesidad de utilizar enormes extensiones de terreno, que además debe ser completamente llano y con una alta insolación. Eso limita el número de localizaciones idóneas a unos pocos desiertos a nivel mundial que presentan cielos impolutos, pero donde puede ser complicado encontrar el agua necesaria para la refrigeración y limpieza de los espejos.<sup>119</sup>



Figura 313. Planta de ACCIONA en el desierto de Nevada (USA). (<http://cienciadefrontera.blogspot.mx/2011/06/energia-termosolar.html>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

#### 9.9.1. Energía solar termoeléctrica.



Figura 314. Central solar termoeléctrica. (<http://www.solarweb.net/termosolar.php>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

##### 9.9.1.1. Energía solar termoeléctrica.

La **energía solar termoeléctrica** o **energía termosolar** es la tecnología que usa el calor del Sol para generar electricidad. Este proceso se lleva a cabo en las llamadas **centrales solares termoeléctricas** o **centrales termosolares**, que se empezaron a construir en Europa y Japón a principios de los 80. Las ventajas de esta fuente de energía es que es limpia, abundante y renovable: cada diez días, la Tierra recibe una energía del Sol que equivale a todas las reservas conocidas de petróleo, gas y carbón.

Actualmente conviven varios **tipos de centrales solares termoeléctricas**. España está excelentemente posicionada en este sector, ya que cuenta con diversas plantas termosolares y un potente sector industrial que participa en proyectos en todo el mundo.

### 9.9.1.2. Función de la energía solar termoeléctrica.

El funcionamiento de una **planta termosolar** es similar al de una central térmica, pero en lugar de carbón o gas utiliza la energía del sol. Los rayos solares se concentran mediante espejos en un receptor que alcanza temperaturas de hasta 1,000 °C. Este calor se usa para calentar un fluido y generar vapor, que mueve una turbina y produce la electricidad. Aunque las primeras centrales sólo podían operar durante las horas de irradiación solar, hoy en día es posible almacenar el calor para producir de noche.

### 9.9.1.3. Tipos de centrales solares termoeléctricas.

Actualmente existen tres grandes tipos de centrales termosolares. La forma de producir la electricidad es similar; la diferencia radica en cómo se concentra la energía del sol.

#### 9.9.1.3.1. Central de torre.

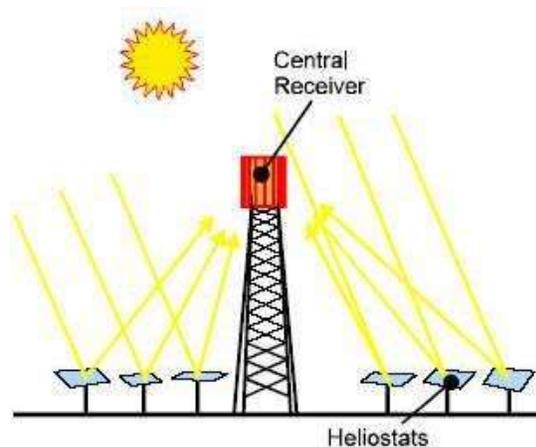


Figura 315. Central de torre. (<http://www.solarweb.net/termosolar.php>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

© SolarPACES Utiliza un conjunto de espejos orientables (denominados heliostatos) que concentran los rayos solares en un receptor situado en una torre. Es una tecnología probada, eficaz y rentable a medio plazo. Las primeras centrales experimentales de este tipo se construyeron en Almería (España) y Nio (Japón) en 1981. El reto actual pasa por reducir los costes de construcción de las plantas termosolares de torre.

## 9.9.1.3.2. Central de disco parabólico.

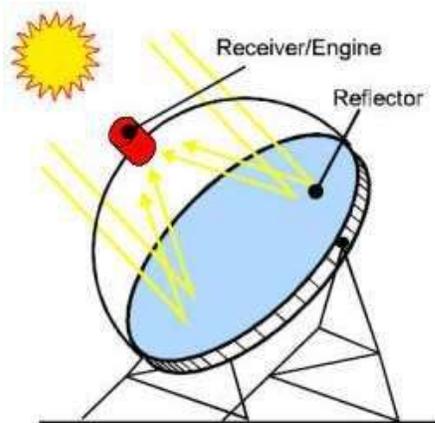


Figura 316. Central de disco parabólico. (<http://www.solarweb.net/termosolar.php>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

© SolarPACES Esta clase de central termosolar, utiliza un espejo en forma de disco parabólico para concentrar los rayos del sol en un motor Stirling situado en el foco de la parábola, por eso también se denomina central de disco-Stirling. El calor acumulado eleva la temperatura del aire, lo cual acciona el motor Stirling y mueve una turbina que genera electricidad. La planta de disco parabólico más conocida es la de Mojave (Estados Unidos).

## 9.9.1.3.3. Central de cilindro parabólico.

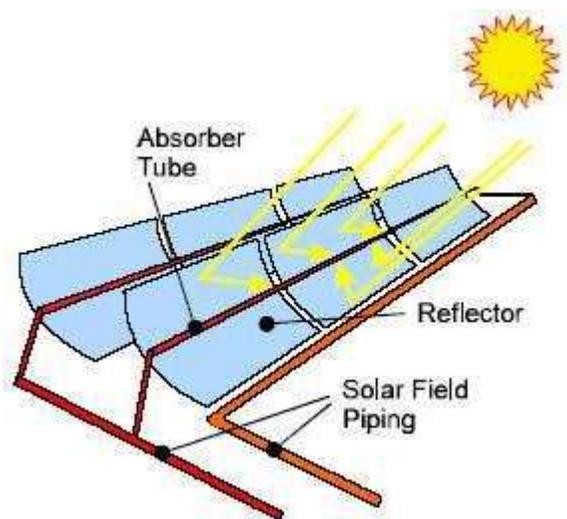


Figura 317. Central de cilindro parabólico. (<http://www.solarweb.net/termosolar.php>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

© SolarPACES Este tipo de plantas son las más prometedoras desde el punto de vista comercial. Usan espejos en forma de cilindros parabólicos por cuyo eje discurre una

tubería donde se concentran los rayos del sol. La tubería contiene un fluido que se calienta y genera vapor que mueve una turbina. Están operativas centrales solares cilindroparabólicas en España y otros países.

### 9.9.1.4. Desarrollo de la energía solar termoeléctrica.

Los principios básicos de la energía termosolar fueron definidos por Augustin Mouchot en 1878 y en los años 80 varias experiencias demostraron su viabilidad. Sin embargo, hasta hace poco la energía solar termoeléctrica se había visto frenada por tres factores:

- El **alto coste de los materiales**, que se ha empezado a reducir a medida que se ha desarrollado la tecnología y aumentado el volumen de producción.
- La **imposibilidad de almacenar la energía** para producir por la noche. Esta limitación se ha comenzado a superar recientemente mediante tecnologías que conservan el calor. Por ejemplo, la planta de Gemasolar en Sevilla emplea sales fundidas para almacenar el calor, gracias a lo cual se ha convertido en la primera central termosolar capaz de suministrar energía 24 horas seguidas.
- La **necesidad de una gran irradiación solar** a lo largo de todo el año, lo cual limitaba la implantación de esta energía a las regiones más meridionales. Sin embargo, proyectos ambiciosos como Desertec proponen instalar las plantas en zonas como el desierto del Sahara y luego transportar la electricidad a Europa.

Actualmente se desarrollan numerosos proyectos termosolares en países como Argelia, Marruecos, Estados Unidos o Australia. Muchos cuentan con participación española.

### 9.9.1.5. La energía solar termoeléctrica en España.

España es una **potencia mundial** en energía termosolar. Las condiciones del país son muy favorables para instalar plantas termosolares, ya que dispone de abundantes horas de sol y amplias zonas desérticas. Las primeras centrales experimentales, conocidas como SSPS/CRS y CESA 1, se construyeron en Tabernas (Almería) en 1981 y 1983.

En 2007 se puso en marcha en Sanlúcar la Mayor (Sevilla) la PS10, primera central termosolar de torre comercial del mundo. En 2011 estaban en funcionamiento 21 centrales con una potencia de 852.4 MW y había previstas otras 40 plantas, según los datos de Protermosolar, la Asociación Española de la Industria Solar Termoeléctrica. Cuando todas estas nuevas plantas estén operativas, hacia 2014, España se convertirá en el primer productor mundial de esta prometedor energía 100% limpia y renovable.<sup>120</sup>

## 9.10. Gemasolar. Un gran paso hacia la energía termosolar.

22 de noviembre de 2011.



Figura 318. Gemasolar. (<http://de.construmatica.com/gemasolar-un-gran-paso-hacia-la-energia-termsolar/>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

La necesidad de encontrar nuevas fuentes de energía que cubran la cada vez más elevada demanda energética y que basen sus sistemas en procesos sostenibles con un firme compromiso con el medio ambiente ha movido a SENER, empresa española de ingeniería y construcción, y Masdar, compañía pionera en energía limpia de Abu Dhabi, a empezar una aventura de nombre Torresol Energy. En tan solo seis años, Andalucía ya cuenta con 15 plantas termo solares con capacidad para producir 447.91 megavatios. La última apuesta se llama Gemasolar, inaugurada el pasado 4 de octubre de 2011, una central de Energía Solar por Concentración que es capaz de generar energía 24 horas sin interrupción.

Nos movemos alrededor del Sol; lo admiramos y aprovechamos su energía unas horas cada día, pero esto no es suficiente para cubrir la gran demanda energética actual. Es imposible alargar las horas de sol de manera natural pero contradictoriamente, cada vez necesitamos más energía para hacer funcionar el complejo mundo que nos rodea. Las fuentes que hasta ahora hemos utilizado tienen fecha de caducidad y son nocivas para el medioambiente, ya que generan los gases causantes del efecto invernadero. Torresol Energy ha dado un paso hacia el cambio, y ha demostrado que la energía se puede almacenar para usarla cuando convenga. Esta iniciativa ha permitido desarrollar una

planta termoeléctrica Gemasolar en Fuentes de Andalucía, Sevilla, con el objetivo de aprovechar el 100% de los rayos del sol y minimizar el impacto ambiental. Se trata de la primera central termoeléctrica del mundo que ha conseguido suministrar energía de manera ininterrumpida durante un día completo gracias a un sistema de almacenamiento térmico en sales fundidas desarrollado por SENER que permite evitar las fluctuaciones en el suministro de energía, al ser capaz de producir electricidad durante 15 horas sin radiación solar.

El carbón, el gas natural, los derivados del petróleo, los combustibles nucleares y la generación hidráulica son fuentes de energía basadas en combustibles de origen fósil. Se estima que en un plazo de 40 años, las emisiones de CO<sup>2</sup> aumentarían peligrosamente. Ahora más que nunca es necesario hacer el paso hacia las energías renovables, limpias y eficientes. Invertir en instalaciones como la central Gemasolar ha sido otro de los pasos de empresas como SENER y Masdar, que apuestan firmemente por preservar el medio ambiente y por las energías limpias. Y de esta alianza surgió en el año 2008 Torresol Energy con el objetivo de hacerse un hueco en el sector de la energía solar por concentración (CSP) y promover el desarrollo tecnológico y la explotación de grandes plantas solares por concentración en todo el mundo. Mediante estas inversiones, Torresol Energy testará nuevas tecnologías encaminadas a convertir la energía solar en una opción económicamente competitiva y en una alternativa viable, ecológica y sostenible frente a las energías tradicionales.

### **9.10.1. Gemasolar, pleno rendimiento.**

La planta Gemasolar es la primera planta termoeléctrica de tecnología torre con almacenamiento térmico de sales fundidas en el mundo y funciona al 100% de su capacidad operativa. Diego Ramírez, director de producción de Torresol Energy, explica que Gemasolar ha logrado un rendimiento óptimo en un tiempo récord, tras apenas un mes en operación comercial. Los días de junio, que fueron de excelente radiación solar, han permitido que el tanque de sales calientes haya alcanzado su máxima capacidad. Y es que los meses de verano son los más productivos para la planta, ya que el tiempo medio de producción que estiman los técnicos de Torresol Energy es de 18 horas por día. Esta tecnología desarrollada por SENER permite alargar las horas de producción eléctrica más allá de la puesta de sol e independientemente de si hay nubosidad o no. Gemasolar genera una potencia eléctrica máxima de 19.9 MW y suministra energía limpia a 27,500 hogares y se estima que reducirá en más de 30,000 toneladas al año las emisiones de CO<sup>2</sup>.

Una superficie de 185 hectáreas y un inmenso campo solar de 2,650 helióstatos rodean en círculos a una torre de 140 metros de altura, pieza clave del sistema de energía solar por concentración. Almacenar y generar electricidad, estas son las funciones de Gemasolar®, y Schneider Electric, especialista global en gestión de la energía, ha diseñado una solución global de control y supervisión para aplicar a esta planta solar termoeléctrica que incluye el diseño, la fabricación y la puesta en servicio del sistema de campo solar y el sistema de control distribuido para un control y una mejor gestión de la energía en grandes infraestructuras.

### 9.10.2. La Energía Solar por Concentración.

Las siglas en inglés que identifican la **Energía Solar por Concentración** son CSP (Concentrating Solar Power). Su mayor ventaja es que este tipo de plantas pueden funcionar constantemente, ya que parte del proceso recae en el almacenamiento de energía para que el suministro no se produzca solo en las horas de irradiación solar. Con este tipo de energía renovable Torresol Energy pretende evitar fluctuaciones en el suministro y adaptar la producción de energía con las necesidades de la demanda. La Energía Solar por Concentración se produce en centrales eléctricas de alta potencia como la **Gemasolar**, en las que el diseño, la construcción, la operación y su mantenimiento juegan un papel muy importante. En este sentido, existen dos tipos de centrales dedicadas a la creación de electricidad mediante un sistema de almacenamiento térmico: las centrales de torre central, como el proyecto que nos ocupa, que concentran el calor solar sobre un receptor central colocado en la parte superior de una torre de más de 100 metros de altura, o las centrales de colectores cilindro-parabólicas. Estas últimas utilizan aceite caliente para vaporizar agua que a través de una turbina de vapor acciona un generador que inyecta la energía eléctrica a la red. SENER trabaja para desarrollar la tecnología solar, conscientes de la importancia de satisfacer en un futuro las necesidades crecientes de energía de un país. Durante los últimos años ha conseguido desarrollar el helióstato de 120 m<sup>2</sup> de superficie reflectante, el receptor de sales fundidas con capacidad para operar en altos flujos de radiación solar y este sistema pionero de almacenamiento térmico, que trabaja con temperaturas superiores a los 500°C.

### 9.10.3. Información del proyecto.

- Localización: Fuentes de Andalucía (Sevilla, España)
- Propiedad: Gemasolar 2006 SAU
- Tecnología: Receptor de torre central, campo de helióstatos y sistema de almacenamiento de calor en sales fundidas

- Descripción: Primera planta a escala comercial en el mundo que aplica la tecnología de receptor de torre central y almacenamiento térmico en sales fundidas.
- Premios: European Business Awards 2011, premio CSP Today en la modalidad de Innovación Tecnológica, y premio fomento de la investigación que le otorgó la Universidad de Almería el año 2009.

### **9.10.4. Gemasolar en 10 puntos.**

1. Producción ininterrumpida de 24 horas.
2. Esta tecnología desarrollada por SENER® permite alargar las horas de producción eléctrica más allá de la puesta de sol e independientemente de si hay nubosidad o no.
3. Producción eléctrica esperada cercana a los 110 GWh al año.
4. Energía limpia para 27,500 hogares.
5. Reducción en más de 30,000 toneladas al año las emisiones de CO<sub>2</sub>.
6. Genera una potencia eléctrica máxima de 19.9 MW.
7. Doble misión: almacenar y generar electricidad.
8. Convertir la energía renovable en energía gestionable es posible.
9. La energía solar, una opción económicamente competitiva y en una alternativa viable, ecológica y sostenible.
10. Con este tipo de energía renovable Torresol Energy pretende evitar fluctuaciones en el suministro y adaptar la producción de energía con las necesidades de la demanda.<sup>121</sup>

País: España.

© 2013 Construmática.

### 9.11. Estufas de Pellet OCARIZ Eco Aire 6 Kw.



Figura 319. Estufa Pellet 6kw Eco Aire.

([http://www.merkasol.com/epages/62387086.sf/es\\_ES/?ObjectPath=/Shops/62387086/Products/estufa007/SubProducts/estufa007-0001](http://www.merkasol.com/epages/62387086.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/62387086/Products/estufa007/SubProducts/estufa007-0001)) consultada el 30 de septiembre del 2013.

- Las **Estufas de Pellet** ECO-AIRE OCARIZ & CALOR proveen de calor emitido directamente y de aire caliente por medio de ventilación controlada, forzada y más silenciosa, desde la parte superior del frontal al habitáculo donde están instaladas.
- Tornillo alimentador sin fin montado con casquillos antivibración, con motor reductor de potencia sobredimensionada externo al depósito y provisto de autoprotección contra los esfuerzos.
- Motor ventilador centrífugo sobredimensionado con el que obtenemos un mayor flujo de aire caliente (hasta un 10% superior respecto de otras marcas) a temperatura media constante y de manera más silenciosa. La mayoría de las estufas del mercado, al no tener estas prestaciones, expulsan un menor volumen de aire pero a altas temperaturas, lo que produce sequedad ambiental. El tubo de aspiración de aire va provisto de un sensor de flujo, un dispositivo de seguridad que a diferencia del presostato mide la cantidad de aire aspirada, accionándose cuando existen obstrucciones o se deja la puerta abierta.

#### 9.11.1. Características:

- Volumen orientativo de calentamiento 150 m<sup>3</sup>.
- Potencia 6.3 kW.
- Rendimiento 87 %.

- Capacidad del depósito de pellets 18 Kg.
- Consumo de pellets 0.6-1.3 Kg/h.
- Autonomía máxima orientativa 30 h.
- Peso 92 Kg.
- Medidas ancho/profundidad/altura 483 x 485 x 845 mm.
- Salida de humos  $\varnothing$  80 mm.
- Toma de aire  $\varnothing$  40 mm.
- Alimentación eléctrica 220-230V / 50 Hz.
- Revestimiento lateral Acero.
- Revestimiento superior Acero.

### 9.11.2. Equipamiento:

- Sonda temperatura ambiente.
- Cronotermostato programable semanal con visor de información (display).
- Mando a distancia por infrarrojos (batería 12V/23A).
- Regulación sobre 3 niveles de potencia modulables.
- Regulación sobre 3 niveles de ventilación.
- Regulación automática de la dosificación de los pellets.
- Vidrio cerámico autolimpiante de alta resistencia 800 °C y 4 mm de espesor.
- Cajón cenicero extraíble de gran capacidad.
- Cestillo de acero inoxidable AISI 304.

### 9.11.3. Equipamiento de seguridad:

- Medidor de flujo del aire de combustión.
- Monitorización continua del aire de combustión y de la temperatura de humos.
- Termostato mecánico interno a contacto.
- Termostato de seguridad automático en el depósito de pellets.
- Control de giros del motor de humos.<sup>122</sup>

Empresa: Merkasol.

## 9.12. Energía Eólica.



Figura 320. Turbinas eólicas. (Fotografía de Medford Taylor). Consultada el 03 de octubre del 2013.

### 9.12.1. El poder del viento.

El viento es el movimiento del aire desde un área de alta presión a un área de baja presión. De hecho, el viento existe porque el sol calienta irregularmente la superficie de la Tierra. Conforme sube el aire caliente, el aire más frío se mueve para rellenar el vacío. Mientras el sol brille, el viento soplará y mientras el viento sople, las personas lo aprovecharán para potenciar sus vidas.

Los antiguos marineros utilizaban velas para capturar el viento y explorar el mundo. Los agricultores utilizaban molinos de viento para moler los granos y bombear el agua. En la actualidad, cada vez más gente utiliza turbinas eólicas para extraer la electricidad de la brisa. Durante la década pasada, las turbinas eólicas han aumentado más de un 25% por año. Aún así, únicamente proporcionan una pequeña fracción de la energía del mundo.

La mayoría de la energía eólica proviene de turbinas que puede ser tan altas como un edificio de 20 plantas y disponen de aspas de 60 metros de longitud. Estos artefactos asemejan gigantes hélices de aviones sobre un palo. El viento hace girar las aspas que hacen girar a su vez un eje conectado a un generador que produce electricidad. Existen otras turbinas que funcionan de la misma forma pero la turbina se encuentra sobre un eje vertical y las aspas parecen gigantes batidores de huevos.

Las turbinas eólicas más grandes generan suficiente electricidad para suministrar aproximadamente a 600 hogares en EE.UU. Las granjas de viento tienen decenas y, en

ocasiones, centenares de estas turbinas en filas en lugares especialmente expuestos al viento como a lo largo de un arrecife. Las turbinas más pequeñas que se erigen en jardines pueden producir suficiente electricidad para un único hogar y un negocio pequeños.

El viento es una fuente limpia de energía renovable que no produce contaminación del aire ni del agua y, dado que el viento es gratuito, los costes operativos son casi cero una vez que la turbina esté montada. La producción en masa y los avances de la tecnología hacen que las turbinas sean más baratas y muchos gobiernos ofrecen incentivos tributarios para estimular el desarrollo de la energía eólica.

Algunos piensan que las turbinas eólicas son feas y se quejan del ruido que producen las máquinas. Estas aspas que rotan lentamente también pueden matar pájaros y murciélagos pero no tantos como matan los coches, las líneas de tensión y las torres de apartamentos. El viento también es variable: si no sopla, no se genera electricidad.

Sin embargo, la industria de la energía eólica está experimentando un boom. Globalmente, la generación se ha multiplicado por más de cuatro entre 2000 y 2006. A finales del año pasado, la capacidad global era de más de 70,000 megavatios. En los EE.UU. hambrientos de energía, un único megavatio es suficiente electricidad para alimentar a unos 250 hogares. Alemania tiene la capacidad de energía eólica más instalada seguida de España, los Estados Unidos, India y Dinamarca. El desarrollo también está creciendo rápidamente en Francia y en China.

Los expertos industriales predicen que, si este ritmo de crecimiento continúa, en 2050 la respuesta a un tercio de las necesidades mundiales de electricidad se estarán en el aire.<sup>12</sup>

### 9.13. Electricidad solar – eólica.

**ELECTRICIDAD SOLAR - EÓLICA  
EL COMPLEMENTO IDEAL**



Figura 321. (<http://www.solartec.org/SVEolica.htm>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

Viento y Sol unidos en un mismo sistema de producción energética hacen la conjunción perfecta. Mientras que los días soleados (por lo general, poco ventosos), son los paneles fotovoltaicos los principales suministradores de energía, durante los días nublados es el aerogenerador el encargado de generar la energía eléctrica, la cual se almacena en el sistema de acumulación solar.

Comparte con la energía solar los beneficios de ofrecer un suministro energético limpio y gratuito una vez realizada la instalación inicial. El dispositivo capaz de convertir la fuerza del viento en electricidad aprovechable se llama aerogenerador o generador eólico, y consiste en un sistema mecánico de rotación, provisto de palas al igual que el tradicional molino de viento, acopladas a un generador eléctrico (alternador o dinamo). Cuando el viento mueve las palas también hace girar al generador eléctrico, produciendo electricidad.

### **9.13.1. Funcionamiento.**

El aerogenerador (o generador eólico) produce electricidad al recibir la fuerza del viento. Al mismo tiempo, la envía hacia el sistema de acumulación (baterías o acumuladores eléctricos) donde se almacenará para su uso en el momento necesario. Entre ambos componentes, se intercalará un regulador, el cual automatiza y garantiza el correcto funcionamiento del sistema. El inversor convierte la corriente continua almacenada en las baterías en alterna a 220V, con lo que puede funcionar cualquier aparato de potencias acorde a la del inversor.

### **9.13.2. COMPONENTES DE UN GENERADOR EÓLICO.**

- Rotor: formado por varias palas (entre 2 y 6), construidas con fibra de carbono, fibra de vidrio y epóxy. El perfil de las mismas está diseñado para un óptimo aprovechamiento de los vientos suaves. La inclinación de las palas respecto al plano de incidencia del viento varía con la velocidad del viento, lo que protege al equipo en caso de velocidades eólicas peligrosas.
- Alternador: convierte la energía mecánica suministrada por el rotor en energía eléctrica.
- Anillos y escobillas: permiten la conexión eléctrica del generador al sistema sin limitar el giro horizontal del molino. Suelen ser de gran robustez y de metal antioxidante.
- Cola: mantiene el rotor perpendicular a la dirección del viento excepto cuando la velocidad del viento supera los límites de seguridad, momento en el que el diseño del aerogenerador hace frenarse al rotor( o pone las palas en posición casi

horizontal), lo que reduce la velocidad de las palas pero manteniendo la generación eléctrica del equipo.

- Carcasa: protege los componentes internos del equipo de la intemperie y contribuye a mejorar su comportamiento aerodinámico. Suele construirse en fibra de vidrio o acero.
- Estructura Soporte: sirve para anclar con toda seguridad al aerogenerador, junto a varios juegos de vientos, en algunos casos. Su diseño permite el giro horizontal del aerogenerador en cualquier dirección del viento.

### 9.13.3. VENTAJAS DE LA ENERGÍA EÓLICA.

- En zonas muy ventosas durante todo el año, es capaz de garantizar por sí sola todo el suministro energético necesario sin necesidad de apoyo de otras fuentes de energía. No obstante, en zonas poco ventosas es imprescindible que vaya acompañado de paneles solares, garantizando el suministro a lo largo de todo el año en días nublados (habitualmente ventosos) y soleados.
- Es un sistema de producción energética limpio y renovable indefinidamente, lo que es una garantía para nuestro suministro energético y para nuestra salud futuros.
- La energía eólica se produce localmente, con lo que estamos contribuyendo al autoabastecimiento y a la riqueza tanto local como nacional, al evitar la pérdida de divisas al comprar los combustibles fósiles.
- El aprovechamiento energético del viento requiere una tecnología relativamente sencilla y suficientemente probada. El aerogenerador dispone de sistemas de seguridad para autoprotgerse, como puede ser el autofrenado o el cambio de plano de las palas cuando las velocidades del viento sean extremas. Todo ello se traduce en una nula o mínima incidencia de anomalías en su funcionamiento que hacen de la energía eólica una solución idónea.
- Una vez instalado el generador eólico, éste nos ofrecerá un suministro energético garantizado y gratuito durante muchísimos años de servicio.

### 9.13.4. APLICACIONES DE LA ELECTRICIDAD EÓLICA.

- Viviendas.
- Granjas.
- Repetidores.
- Señalización.
- Alumbrado público.
- Vallas Publicitarias.
- Bombesos de agua.<sup>124</sup>

### 9.14. Eólica en México: Sener busca convertir a Puebla en el principal generador eólico con cientos de aerogeneradores.

31 enero, 2013



Figura 322. Parque eólico Oaxaca, México.

(<http://www.evwind.com/wp-content/uploads/2012/07/e%C3%B3lica-M%C3%A9xico-parque-e%C3%B3lico-Oaxaca.jpg>) consultada el 30 de septiembre del 2013.

Se habla del respaldo económico de empresas eólicas europeas, como la española Apia XXI, tal cual lo dio a conocer –la semana pasada– el presidente de Productos Internacionales Mabe, Gilberto Marín Quintero, quien reveló que existe un permiso de interconexión y se prevé que el proyecto original se amplíe de 150 a 300 *megavatios eólicos*, con una inversión de 240 millones de dólares.

La Secretaría de Energía del gobierno federal (Sener), desde la administración de Felipe Calderón Hinojosa, busca convertir a Puebla en el principal estado generador de energía eólica en el país, con la instalación de cientos de aerogeneradores en municipios de alta y muy alta marginación de la Sierra Norte, Negra y Mixteca, con un potencial superior al que producen 15 parques eólicos en el Istmo de Oaxaca.

Otra empresa española, Impulsora de Energía Renovable, también ha mostrado interés por realizar proyectos de energía eólica en la entidad.

Los inversionistas buscan, a través de la Procuraduría Agraria, acercarse a los ejidatarios de diversos municipios para concretar sus planes; no obstante, Teziutlán e Izúcar de Matamoros son los ayuntamientos en donde existe la posibilidad de que se aterricen esas inversiones.

Incluso la empresa Parque Industrial instaló hace un par de semanas una torre para la medición de energía eólica en el ejido de San Lorenzo Zacaxutla, perteneciente a Teziutlán, por lo que firmó un contrato de un año por 5 millones de pesos con los campesinos para el desarrollo de pruebas y determinar cuánto puede producir.

Inicialmente el proyecto eólico en el estado consideraba 150 megavatios planeados, aunque podría ampliarse al doble, en función de los vientos medidos en la zona, donde se colocarán entre 75 a 100 torres eólicas en el parque eólico.

Hasta el momento el “Plan Eólico del estado de Puebla” no ha sido dado a conocer por las autoridades estatales, pero en la última visita del ex secretario de Energía, José Antonio Meade, confirmó su existencia y que podría ponerse en marcha a partir de este 2013.

En esa ocasión, Antonio Meade indicó: “estamos trabajando en la generación de energías renovables que no dañen el medio ambiente y lo vamos a hacer antes de que termine la administración federal (de Felipe Calderón), por lo que Puebla se convertirá en la entidad con mayor potencial de energía eólica en México”.

La declaración fue hecha en Puebla durante la firma de un convenio con el gobierno del estado, donde adelantó que entre otros proyectos de energías renovables a impulsar en la entidad está el desarrollo de un programa piloto para generar energía geotérmica seca y que sería el primer proyecto lanzado en el país, sin dar más detalles.

Actualmente el potencial total eólico del país es de alrededor de 50 mil *megavatios*. Los 15 parques eólicos que operan en México, en su mayoría ubicados en Oaxaca, representan una capacidad instalada de mil *megavatios*.

La información retoma importancia después de dos años de su anunció, cuando Gilberto Marín Quintero, presidente de Productos Internacionales Mabe, confirmó que para finales de 2013 se realizará el proyecto de energía eólica en la entidad.

De acuerdo con Marín Quintero, “el proyecto se encuentra en evaluación del Impacto Ambiental que generaría, así como en la planeación de una línea principal de tendido en dirección a la Autopista, en lugar de conectarse a la línea más cercana, que proviene de Laguna Verde, aunque CFE descartó esa posibilidad y, por ende, será la nueva línea de conducción”.

También informó que ya se cuenta con la autorización de la CFE, y que se está en la fase de permisos y acuerdos para tierras del proyecto eólico, ya que se tienen planeados de 7 mil 500 a 10 mil metros lineales previstos para las torres.

El proyecto considera en su fase de construcción unos 150 trabajadores, mientras que en la fase operativa detonar cultivos de exportación para dar alrededor de 75 a 100 empleos.<sup>125</sup>

## 9.15. Iluminación de estado sólido.

6 septiembre, 2011



Figura 223. (<http://www.bitsingenio.com/wp-content/uploads/2011/09/north-dumpling-1.jpg>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Desde tiempos remotos la **luz** siempre ha guiado al hombre, no es ninguna novedad que es vista como un símbolo de salvación o de lejanía de la oscuridad. Aunque hace muchísimos años solo existía la **luz** natural, el hombre en su proceso evolutivo logro crear la **luz** artificial.

Vamos a dar una mirada al termino **iluminar**; puede comprenderse como un fenómeno físico producido al llenar un lugar u objeto de **luz**. O se puede comprender como un concepto religioso o espiritual alegórico al hecho de encontrar la verdad por medio de la intersección de **Dios**.

En el ámbito **eléctrico** vamos a encontrar diferentes tipos de **iluminación** artificial, entre ellas la incandescente, fluorescente y la nueva tendencia conocida como el **alumbrado de estado sólido**.

La **iluminación de estado sólido** se refiere a un tipo de iluminación en la que se emplean dispositivos como diodos emisores de luz (**led**), diodos emisores de luz orgánicos (**oled**), o diodos emisores de luz basados en polímeros (**Pled**), como fuente de iluminación.

El término “**sólido**” hace referencia al hecho de que la luz de un Dispositivo de Estado Sólido es emitida por un objeto **sólido** (semiconductor). Este tipo de dispositivo puede conseguir luz con un menor calentamiento y una mayor eficiencia energética.

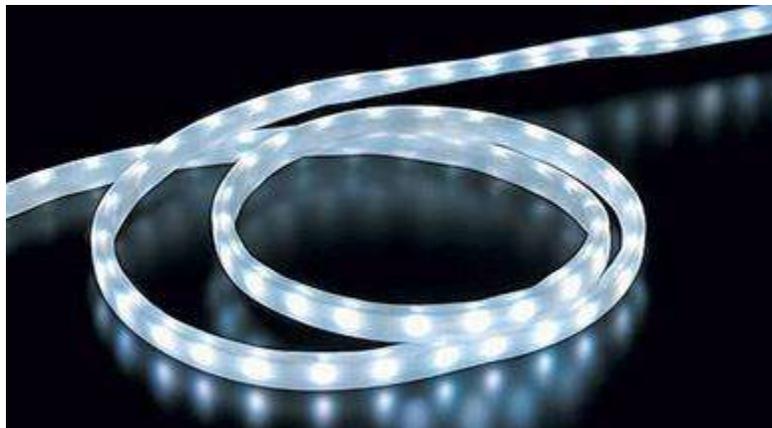


Figura 324. Tira de iluminación de led para oficinas y negocios. (<http://www.bitsingenio.com/wp-content/uploads/2011/09/tira-de-iluminacion-de-led-para-oficinas-y-negocios-113217.jpg>) consultada el 03 de octubre del 2013.

### 9.15.1. Término sólido.

La clave en este nuevo sistema de **iluminación** radica en la estructura sólida del medio que la genera.

*Los **semiconductores** utilizados para generar luz no necesitan calentamiento, ni altos voltajes de alimentación para encenderlos, pero estos dispositivos requieren de una fuente de corriente constante y regulada para asegurar una salida de **iluminación** consistente y desarrollar una vida larga.*

El **estado sólido** permite lograr dispositivos de mayor resistencia y fiabilidad ante diferentes condiciones de operación, lo que presenta numerosas ventajas en los sistemas de **iluminación** críticos. Ejemplos de dispositivos que utilizan la **Iluminación de Estado Sólido** son las **lámparas de LED**.<sup>126</sup>



Figura 325. Fachada con iluminación sólida. ([http://www.bitsingenio.com/wp-content/uploads/2011/09/phoca\\_thumb\\_l\\_fotosrodrigo\\_pgina\\_1.jpg](http://www.bitsingenio.com/wp-content/uploads/2011/09/phoca_thumb_l_fotosrodrigo_pgina_1.jpg)) consultada el 03 de octubre del 2013.

## 9.15.2. Fabricación de iluminación en estado sólido.

14 diciembre, 2011.

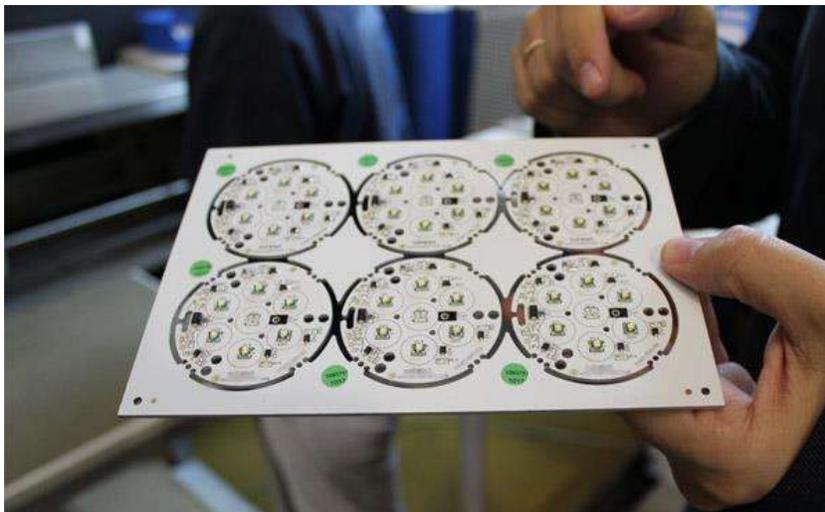


Figura 326. (<http://www.iluminet.com/iluminacion-estado-solido/>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Ante la globalización, los fabricantes de tecnología buscan facilidades de manufactura en diferentes países para producir los componentes que requieren sus productos. La industria mexicana tiene una oferta destacada en cuanto a su infraestructura de producción lo que ofrece importantes oportunidades de negocio por la calidad de su mano de obra, costos competitivos y cercanía con el mercado de Norteamérica, el más

grande del mundo. La siguiente nota "Del Escritorio de Jim Brodrick" quien es jefe del programa Iluminación de Estado Sólido, del Departamento de Energía de Estados Unidos, es relevante para la industria de iluminación en México, ya que el autor hace un análisis del desarrollo de los equipos de iluminación en estado sólido (SSL por sus siglas en inglés) en los Estados Unidos, lo que nos da un panorama de las posibilidades que existen para la industria mexicana al respecto.

El tema del empleo y la economía están en la mente de todos en estos días, y muchos en la industria de la iluminación de estado sólido están trabajando duro para hacer frente a estos asuntos tan importantes. Con la tecnología SSL despegando, tenemos una ventana de oportunidades para que Estados Unidos juegue un papel importante en la iluminación de estado sólido y mantener nuestro liderazgo en la propiedad intelectual y la innovación. No se trata de una propuesta de "todo o nada" sino más bien una cuestión gradual, porque, gracias a la mejora del transporte y de la comunicación, así como una relajación general de las restricciones al comercio, el mundo se ha reducido en una gran aldea global. Se ha vuelto muy común para productos de todo tipo el contar con componentes de procedencia mixta, es decir, ser ensamblados en un solo lugar con elementos que vienen de otros lugares. De hecho, sería ingenuo suponer que hoy en día un producto de cualquier país no tuviese componentes hechos en otros lugares, debido a que muchos de ellos lo hacen.

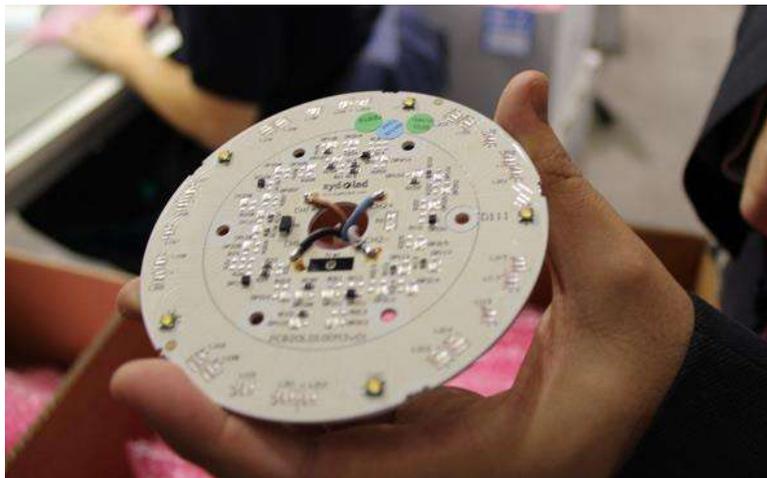


Figura 327. (<http://www.iluminet.com/iluminacion-estado-solido/>) consultada el 03 de octubre del 2013.

La Iluminación de estado sólido no es la excepción. Un montón de productos SSL se hacen en Estados Unidos, como nuestro "SSL en América" pone de relieve en una serie de publicaciones ocasionales. Sin embargo, eso no significa necesariamente que no tengan componentes que vienen del extranjero. La buena noticia es que la suposición

generalizada de que la iluminación de estado sólido, como tantos otros productos en estos días, tiene que ser fabricada en otro lado no corresponde con la realidad de la situación, que es bastante más compleja.

Hay muchos factores que entran en juego cuando una empresa decide dónde fabricar; no sólo juegan un papel importante los menores costos laborales, sino también los incentivos proporcionados por el gobierno, así como la proximidad a la cadena de suministro, a la base de clientes, a los mercados en crecimiento, al conjunto correcto de habilidades. También existe la preocupación acerca del costo y la seguridad del capital y la protección de la propiedad intelectual. Todas estas cosas ayudan a determinar dónde se vayan a instalar.

Uno de los objetivos de la iniciativa de fabricación SSL del DOE es fomentar un papel importante de Estados Unidos en la fabricación de la iluminación de estado sólido. Cómo hacerlo es un tema actual de conversación en toda la industria, y los líderes de la iluminación de todos los segmentos de la cadena de suministro se unen al DOE en nuestro taller anual SSL de fabricación R&D para tener un diálogo único y abierto sobre el tema.

Las empresas representadas en estos talleres van desde los fabricantes más grandes a los más pequeños, e incluyen los que apoyan el proceso de fabricación, tales los productores de equipos de fabricación y de pruebas. Algunos enfatizan la vanguardia de los fabricantes estadounidenses de chips LED y la propiedad intelectual a ello asociada como una base sólida para el valor agregado de la manufactura. Otros prevén un importante rol de base de fabricación de iluminación SSL en América del Norte, con luminarias terminadas aquí utilizando componentes y subsistemas hayan sido fabricados o a los menos parcialmente ensamblados, en otras partes del mundo. Muchos de ellos también ven la fabricación en Estados Unidos muy viable con las luminarias SSL, cuyo contenido de trabajo es bastante pequeño comparado con el costo total. En el 2010, Tom Morrow, de SEMI, la asociación mundial de la cadena de suministro de la microelectrónica, señaló que aunque la gran mayoría de las instalaciones de fabricación de LED se encuentran en Asia, la mitad de los equipos y materiales que las sustentan se hacen en Estados Unidos; que para él y muchos otros sienten es la forma en la que este país puede desempeñar un papel clave en la fabricación de SSL.



Figura 328. (<http://www.iluminet.com/iluminacion-estado-solido/>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Dado que la globalización del mercado se ha convertido en una realidad hoy en día para muchos tipos de productos, en lugar de ver el vaso medio vacío y lamentándose de que parte de la fabricación de SSL haya emigrado a tierras extranjeras, el DOE está trabajando duro para dar el soporte a una fabricación eficiente de SSL y conseguir una reducción de costos, con el fin de mejorar nuestras posibilidades de mantener una parte importante de la producción de iluminación de estado sólido en Estados Unidos. También estamos trabajando con los líderes de la iluminación de todo tipo para determinar exactamente qué papel pueden jugar Estados Unidos en la fabricación de SSL, porque sin duda hay espacio para que este país juegue un papel destacado, y para maximizar esa función.<sup>127</sup>

## 9.15.3. Helieon, solución de iluminación en estado sólido.

30 marzo, 2010.



Figura 329. (<http://www.iluminet.com/helieon-solucion-de-iluminacion-en-estado-solido-para-la-industria/>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Bridgelux® y Molex Incorporated® presentaron la primera solución de iluminación LED diseñada y con el precio adecuado para impulsar una adopción rápida y masiva de la tecnología de iluminación LED.

El nuevo Helieon Sustainable Light Module® (módulo de iluminación sostenible) combina la tecnología líder de iluminación en estado sólido de Bridgelux con la innovadora y sencilla tecnología de interconexión de Molex, ofreciendo a los fabricantes de luces para interior y exterior una instalación más fácil, así como mayores posibilidades de intercambio y de actualización. Con un precio de acceso por volumen de menos de 20 dólares por unidad y una vida útil de más de 10 años, Helieon es una de las soluciones de iluminación en estado sólido de mayor calidad y más asequible de la industria, que cambiará la forma de utilización de las soluciones de iluminación LED. Helieon® también ayuda a los fabricantes de iluminación a reducir los costos energéticos y el impacto ambiental para generar entornos de iluminación diseñados de forma sustentable.

“Helieon® derribará pronto el mito de que la iluminación en estado sólido no está lista para su adopción masiva. Al proporcionar luz de alta calidad y una instalación fácil y familiar a un precio de entrada que permite su adopción masiva, Helieon hace realidad la promesa de la iluminación en estado sólido”.

“Con Helieon®, la iluminación en estado sólido está lista para reemplazar otras tecnologías, como la incandescente o la fluorescente, en muchas aplicaciones generales

de iluminación de gran volumen, creando un mercado potencial de 100.000 millones de dólares. Juntas, Bridgelux® y Molex® están creando un segmento de mercado nuevo y masivo para la iluminación en estado sólido”.

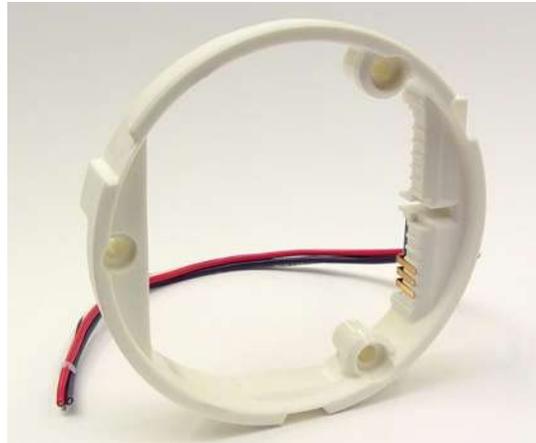


Figura 330. Socket de Helieon. (<http://www.iluminet.com/helieon-solucion-de-iluminacion-en-estado-solido-para-la-industria/>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Helieon® combina Arrays LED de Bridgelux® con la tecnología de interconexión de Molex® para crear una solución plug-and-play con enchufe que pueda integrarse fácilmente en una amplia variedad de lámparas. La parte extraíble del sistema de alimentación y enchufe emula una bombilla y un enchufe tradicionales, permitiendo a los fabricantes ofrecer una variedad de efectos de iluminación a partir del mismo diseño de lámpara. La oferta inicial de productos incluye entre 500 y 1,500 lúmenes en blanco cálido (3000K) y blanco neutro (4100K), combinados con ópticas de precisión para ofrecer ángulos de haces de luz estrechos, medios o amplios. El diseño sencillo y adaptable del producto, el alto rendimiento y su precio competitivo dan a los fabricantes de lámparas una flexibilidad sin precedentes y les abren nuevas oportunidades en diseño y marketing.

Los Arrays de Bridgelux® utilizados en el Helieon Sustainable Light Module® ofrecen entre 500 y 1.500 lúmenes reales (rendimiento comparable o mayor que entre 40 y 75 watts de bombillas incandescentes) en una fuente de iluminación compacta y de flujo de alta densidad. Estas soluciones integradas ofrecen una luz de alta calidad sin cortes, que reproduce fielmente la iluminación de fuentes tradicionales. La tecnología patentada de Bridgelux hace posible una resistencia térmica líder en la industria con una luminosidad y uniformidad de color excepcionales. Helieon® combina el Array LED de Bridgelux® con un control óptico de haces de luz de precisión para simplificar todavía más el proceso de diseño de los fabricantes de iluminación y permitir una iluminación de alta calidad.

La tecnología de interconexión de Molex® ofrece una experiencia de instalación notablemente fácil y familiar, simplificando los esfuerzos en diseño y permitiendo a los diseñadores de lámparas y a los usuarios finales actualizar, intercambiar y reemplazar módulos, alterando y controlando su entorno a su gusto. Liderando la industria en la definición e impulso de un estándar en interconexión, el diseño patentado de Molex® puede adaptarse a una amplia gama de configuraciones de instalación.



Figura 331. (<http://www.iluminet.com/helieon-solucion-de-iluminacion-en-estado-solido-para-la-industria/>) consultada el 03 de octubre del 2013.

“Helieon representa el compromiso de Bridgelux y Molex para romper el molde de la iluminación LED al desarrollar y construir productos diseñados para dar respuesta a aplicaciones de iluminación específicas y a las necesidades del mercado”, comentó Mike Picini, vicepresidente de iluminación en estado sólido en Molex Incorporated. “La disponibilidad de soluciones de iluminación en estado sólido de alta calidad, plug-and-play, flexibles y asequibles, como Helieon, hace realidad la promesa de simplificar y permitir la integración de LED a fabricantes de unidades de iluminación y jugadores críticos en la transformación de la industria de la iluminación”.<sup>128</sup>

## 9.16. LED: Diodos Emisores de Luz, un aporte de la iluminación ante la crisis energética global.



Figura 332. (<http://www.biodisol.com/tecnologia/led-diodos-emisores-de-luz-un-aporte-de-la-iluminacion-ante-la-crisis-energetica-global-ahorro-energetico-tecnologia/>) consultada el 03 de octubre del 2013.

Los Diodos Emisores de Luz (**LEDs**, por sus siglas en inglés) son la tecnología **SSL** (Iluminación en Estado Sólido) de mayor disponibilidad en el mercado, ofrece una gran variedad de ventajas sobre las otras tecnologías de iluminación, desde la eficiencia, solidez y longevidad hasta la capacidad de generar de manera directa una gran cantidad de colores.

Los LEDs actualmente disponibles ya están reemplazando rápidamente a otras fuentes de iluminación como así también son hoy la tecnología preferida para luces decorativas y de diferentes aplicaciones. La **potencia de los LEDs**, como fuente de iluminación general (luz blanca), es actualmente una de sus principales promesas de cara al futuro.

### 9.16.1. Otras tecnologías de iluminación.

La tecnología más antigua es la iluminación incandescente. Fue inventada originalmente a fines del 1800, y excepto por las luces halógenas, el diseño de las lámparas prácticamente no ha cambiado desde 1930.

Es la forma más ineficiente de iluminación eléctrica, la luz incandescente, posee una eficiencia de conversión eléctrica energía-luz de sólo el 5%. A pesar de esto, son las que más se utilizan, principalmente en el sector residencial. Consumen el 30% de la energía eléctrica usada para iluminación mientras que sólo producen un 7% de luz efectiva. Es debido a su baja eficiencia que los gobiernos de diferentes países ya presentaron iniciativas para retirar las lámparas incandescentes de la venta.

Las lámparas fluorescentes, la alternativa actual de iluminación de interior, representan el 64% de la iluminación generada eléctricamente y representa el 45% del uso de energía eléctrica para iluminación. La eficiencia de la iluminación fluorescente varía según el tipo de lámpara, aunque generalmente es de 5 y 8 veces mayor a las lámparas incandescentes. Aunque todas las lámparas fluorescentes contienen mercurio, cada vez se utilizan en cantidades menores. La mayoría de las lámparas fluorescentes emiten luz ultravioleta debido a su modo de funcionamiento.

El otro grupo principal de tecnologías en iluminación, las lámparas de descarga, se utilizan en espacios grandes incluyendo exteriores, grandes salas y centros comerciales. Las lámparas de descarga proveen el 29% de la luz entregada y representan el 25% de la energía eléctrica utilizada en iluminación. Debido a que estas lámparas sólo producen una limitada variedad de colores son principalmente utilizadas en aplicaciones donde el color no es importante. Además, las lámparas de descarga producen luz no-direccional, haciendo necesarios el uso de reflectores para dirigir la luz. Algunas lámparas son muy eficientes, mucho más que las lámparas fluorescentes, y brindan la cantidad de luz necesaria para aplicaciones como el alumbrado público.

### **9.16.2. LEDs para iluminación.**

Los LEDs son dispositivos en estado sólido que generan luz de una manera radicalmente diferente a otras fuentes de luz.

Las lámparas incandescentes son muy ineficientes debido a que simplemente calientan un filamento de metal (tungsteno) a miles de grados centígrados y a esta temperatura el filamento emite luz, esta luz se ubica en el área infrarroja del espectro lumínico.

Las lámparas fluorescentes generan luz al pasar corriente eléctrica a través de vapor de mercurio, esta genera una excitación que hace al vapor de mercurio emitir luz ultravioleta (UV). La luz UV golpea el fósforo dentro de la lámpara que hace que ésta se vuelva fluorescente y produzca luz blanca visible. El proceso requiere de un balasto (dispositivo electrónico) para controlar el flujo de electricidad.

En los LEDs, un bajo voltaje de corriente continua (CC) circula a través de dos capas de material semiconductor. Esto resulta en la generación de fotones de luz de un reducido rango de frecuencias. El color de la luz depende del material semiconductor utilizado y del tipo de dopante (impurezas) que se le agregue. El semiconductor se aloja en una caja epoxi que además funciona como un sistema óptico (lente), que enfoca la luz producida. Para uso con la red de suministro eléctrico, se necesitan controladores electrónicos y

convertidores de voltaje. El nivel de innovación tecnológica y de ingeniería involucrada en los LEDs modernos es mucho mayor que en las fuentes convencionales de luz.

### 9.16.3. Historia de la Tecnología LED.

Los diodos emisores de luz (LEDs) existen desde hace varias décadas, aunque hasta no hace mucho, su uso estaba limitado a usos específicos. Antes de 1990, sólo estaban disponibles los LEDs de color rojo, verde y amarillo, esto limitaba su utilidad. La invención de los LEDs azules y ultravioletas (UV) y el incremento del brillo del LED permitieron recientemente la generación de luz blanca. Desde 1990 se aceleró el desarrollo y comercialización de semiconductores emisores de luz.

Desde la invención del LED rojo en la década del 60, la potencia de la luz de este dispositivo se multiplicó por 20 cada 10 años, al mismo tiempo la disminución del costo de la luz LED (por lumen) fue de 10 veces, siguiendo la tendencia conocida como ley de Haitz (Steele 2007). En el caso de los nuevos LEDs blancos, la potencia del lumen (por dispositivo) se multiplicó por 6 entre 2002 y fines de 2006 mientras que el costo por lumen disminuyó 7 veces su valor. Entre 1995 y 2005 el mercado del LED blanco de alto brillo creció en un promedio de 42% anual (Steele 2007). Sin embargo, la tecnología aún está lejos de madurar con una penetración en el mercado limitada sólo para usos específicos.

Los LEDs de colores actualmente superan en calidad a las fuentes filtradas de luz incandescente por lo que comienzan a tener una mayor demanda comercial. Los LEDs generan una limitada amplitud de onda de luz, produciendo así directamente los colores deseados y consiguiendo eficiencias superiores que las tecnologías alternativas que dependen principalmente de luz blanca filtrada. Los LEDs que producen luz blanca aún deben esperar para lograr esa penetración en el mercado, debido a cuestiones de conversión. La luz no puede ser emitida directamente por un LED, debe ser generada por una conversión de fósforo de luz azul o UV, a partir de la mezcla de luz monocromática o por una combinación de las dos posibilidades. El uso de LEDs individuales que posean fósforos es la tecnología más generalizada. No obstante, esto presenta algunos grandes desafíos técnicos, especialmente en la creación de luz blanca cálida (similar a las incandescentes) ya que la eficiencia de los fósforos rojos queda por detrás de la de los disponibles para generar otros colores (Schubert y Kim 2005). Las eficiencias de la conversión de fósforo generalmente son bajas, esto reduce la eficiencia final de los productos. En la industria muchos creen que el criterio de mezclar luz terminará siendo dominante (brindando eficiencias de 200 lm/w – mucho más que una lámpara

incandescente o fluorescente), aunque la falta de LEDs verdes de alta potencia actualmente limita la calidad del color blanco.



Figura 333. (<http://www.biodisol.com/tecnologia/led-diodos-emisores-de-luz-un-aporte-de-la-iluminacion-ante-la-crisis-energetica-global-ahorro-energetico-tecnologia/>) consultada el 03 de octubre del 2013.

#### 9.16.4. Beneficios de la luz de LEDs sobre otras fuentes de luz.

La iluminación por LED tiene una serie de beneficios sobre otras fuentes de luz:

- **Mayor eficiencia.** Potencialmente superior a todas las fuentes comunes de luz.
- **Mayor longevidad.** Con beneficios que incluyen bajos costos de mantenimiento.
- **Mayor control de distribución de la luz.** Los LEDs emiten luz en una dirección que luego puede esparcirse. En otras fuentes la luz se emite hacia todas direcciones y debe ser reflejada hacia la dirección deseada.
- **Mayor control cromático (color).** Gran variedad de colores posibles con variedad de LEDs.
- **Respuesta y control más rápidos.** Los LEDs no necesitan calentarse y se pueden atenuar completamente.
- **Durabilidad superior.** Al ser dispositivos en estado sólido, los LEDs son rígidos, sin componentes frágiles.
- **Gran variedad de temperaturas de operación.** Los LEDs funcionan de manera muy eficiente a bajas temperaturas, a diferencia de las lámparas fluorescentes.
- **Baja generación de calor.** Los productos son más fríos que las alternativas.
- **Sin Mercurio.** Aún no se ha identificado un riesgo toxicológico equivalente con respecto a las unidades fluorescentes de iluminación.
- **Sin emisiones UV en los LEDs blancos.** Beneficios potenciales en la salud versus la iluminación fluorescente, para algunas personas.

- **Imitación de la Luz de Día.** Se especula que la iluminación LED eventualmente imitará la luz natural del día permitiéndole a la luz artificial acercarse más a los ritmos circadianos. Esto además podría ayudar a prevenir trastornos afectivos estacionales (TAE) y fomentar la productividad en las oficinas durante el día.

Con cualquier tecnología en desarrollo, las ventajas son mayores que sus desventajas. Aunque existen desafíos técnicos que superar. En el caso de la iluminación con LED, los principales desafíos incluyen los costos, la eficiencia y la potencia. Todas estas son áreas en progreso constante.

### **9.16.5. La vida útil de los LEDs.**

Los LEDs fallan de una forma diferente a las otras fuentes de luz. En lugar de detenerse de manera simple y abrupta, los LEDs reducen su intensidad de manera gradual en el tiempo. La llamada “depreciación de lumen” resultante en una reducción del 30 a 50% en potencia de luz, es considerada comunmente como una falla. Aunque tales diferencias parecen grandes, el ojo humano no responde linealmente a los cambios en la intensidad de la luz, entonces son aceptables en términos de rendimiento. Se espera que la vida de los dispositivos LED alcancen las 50.000 horas. En este período de vida y en períodos superiores, las fallas en la provisión de energía pueden ser un factor limitante y no la falla del diodo. Mientras que debería ser posible que en productos especializados supere las 50,000 horas aunque esto podría ser a expensas de ciertos criterios de rendimiento. Aún existen algunas dudas acerca del proceso utilizado para evaluar la vida útil de los productos, dado que 50,000 horas equivalen a 5.7 años, mucho más que el tiempo que ha transcurrido desde que se han desarrollado algunos de los productos disponibles actualmente.

### **9.16.6. El reciclado de los dispositivos con LEDs.**

Es probable que las luces blancas LED residenciales de primera generación sean utilizados como reemplazo directo en adaptadores ya diseñados para lámparas incandescentes. Esto hará que la electrónica se construya a partir de lámparas, en una forma similar a las LFC. Esto derivará en lámparas con una gran diversidad en cuanto a composición de materiales. Como sucede con las actuales LFC, existirán los mismos desafíos en cuanto al reciclado cuando se acabe la vida útil de la lámpara. En la actualidad, el reciclado del balasto electrónico de las LFC incluye la destrucción seguida de la fundición para recuperar el contenido de metal de valor. Es razonable pensar que un destino similar le espera al los reemplazo de las lámparas LED. Los fabricantes de LED afirman que su tecnología debería ser vista como una iluminación de futuro a largo plazo. Si este es el

caso, para permitir que se desarrolle todo el potencial de la tecnología (atenuación, cambios en la temperatura del color, etc.) y para garantizar la facilidad del reciclado y el reemplazo, se necesitarán cambios en la infraestructura del sistema. Nuevos sistemas separarán la electrónica de las lámparas (en una manera similar a los tubos fluorescentes). Esto permitirá una electrónica más eficiente y el remplazo o modernización de los componentes individualmente, minimizando así tanto el tamaño como la complejidad del flujo de desechos y permitiendo un reciclado más eficaz.

El Gallio (uno de los principales componentes de los semiconductores LED) suele estar presente en concentraciones similares tanto en desechos electrónicos y cenizas (de industrias de carbón y fosfatos) como en fuentes naturales (Grupta et al 2007). Por ello el reciclado puede resultar comercialmente atractivo.

### **9.16.7. Aplicaciones de los LEDs de iluminación.**

A la fecha, los LEDs han penetrado en una serie de mercados de iluminación y han permitido el desarrollo de otros mercados. La mayor penetración ha sucedido en áreas que utilizan LEDs de color (monocromáticos). La tecnología del LED de color ya es madura y por lo tanto está lista para entrar al mercado. Además, la diferencia comparada con las incandescentes de color en términos de eficiencia lumínicas es muy apreciable.

Algunas de las aplicaciones más comunes de la tecnología de LEDs en la iluminación son:

- Iluminación en vehículos.
- Iluminación arquitectónica, publicitaria y decorativa.
- Pantallas electrónicas.
- Iluminación General.
- Iluminación residencial para hogares fuera de la red

### **9.16.8. La tecnología OLED.**

Otra forma de iluminación en estado sólido son los diodos orgánicos emisores de luz (OLEDs) que también se encuentran en rápido desarrollo. Estos productos consisten en delgadas láminas orgánicas superpuestas entre dos conductores eléctricos y se manifiestan como “paneles de luz” en lugar de fuente puntual de luz (como los LEDs). Los OLEDs podrían incluso ser transparentes, lo que les permitiría cubrir claraboyas, esto permitiría que entre la luz del sol durante el día y producir luz durante la noche. La tecnología podría eventualmente proveer de fuentes de luz blanca aptas para iluminación general y podrían brindar una serie de beneficios sobre los LEDs. Estos incluyen muy bajos costos debido a la abundancia de la materia prima y el potencial para una producción

continua de rollo a rollo. Además, muchos de los beneficios de los LEDs comparados con otras fuentes de luz también incluyen sus equivalentes orgánicos.<sup>129</sup>

## 9.17. Biocombustibles.



Figura 334. Electricidad de arroz. (Fotografía de Sarah Leen) consultada el 03 de octubre del 2013.

Los biocombustibles existen desde la invención de los automóviles. A principios del siglo XX, Henry Ford consideró usarlos para mover sus famosos Modelos T con etanol e incluso los primeros motores diesel llegaron a funcionar con aceite de cacahuete.

Pero el descubrimiento de inmensos depósitos de petróleo mantuvo la gasolina y el diesel muy baratos durante décadas, lo que relegó a los biocombustibles al olvido. Sin embargo, con la reciente subida de los precios del petróleo, junto a la creciente preocupación sobre el calentamiento global causado por las emisiones de dióxido de carbono, los biocombustibles han vuelto a subir a la palestra.

De hecho, la gasolina y el diesel son biocombustibles prehistóricos. Pero se les conoce con el nombre de combustibles fósiles porque están hechos de plantas y animales que han estado enterrados durante millones de años. Los biocombustibles son similares, excepto que se fabrican a partir de plantas cultivadas en la actualidad.

La mayor parte de la gasolina en los Estados Unidos está mezclada con un biocombustible: el etanol. Es el mismo material de las bebidas alcohólicas, excepto que está hecho de maíz, pero sometido a un intenso tratamiento. Existen distintas formas para fabricar

biocombustibles, generalmente se usan reacciones químicas, fermentación y calor para descomponer los almidones, azúcares y otras moléculas de las plantas. Los productos residuales se refinan posteriormente para producir un combustible que pueden usar los coches.

Varios países del mundo están utilizando distintas clases de biocombustible. Durante décadas, Brasil ha fabricado etanol a partir de la caña de azúcar y algunos vehículos funcionan con etanol puro y no como aditivo a los combustibles fósiles. Y el biodiesel, un combustible similar al diesel fabricado del aceite de palma, está disponible generalmente en Europa.

Dicho así, parecería que los biocombustibles son la gran solución. Los automóviles son grandes emisores de dióxido de carbono, el peor gas de efecto invernadero causante del calentamiento global. Pero como las plantas absorben dióxido de carbono mientras crecen, los cultivos destinados a la fabricación de biocombustible absorben tanto dióxido de carbono como el que emiten los escapes de los vehículos que los queman. Y a diferencia de las reservas petrolíferas subterráneas, los biocombustibles son un recurso renovable ya que siempre podemos cultivar más para producir biocombustible.

Lamentablemente no todo es tan sencillo. Los procesos de cultivo, fabricación de fertilizantes y pesticidas además de la conversión de las plantas en biocombustible, consumen mucha energía. De hecho, es tanta energía la que consumen que hay un debate abierto sobre el etanol de maíz para dilucidar si proporciona la misma energía que necesita para su cultivo y procesamiento (EROEI). Además, puesto que gran parte de la energía usada en la producción procede del carbón y el gas natural, los biocombustibles no sustituyen el petróleo que consumen.

En el futuro, muchos expertos consideran que será mejor hacer biocombustibles a partir de gramíneas y árboles pequeños ya que contienen más celulosa. La celulosa es un material resistente que conforma las paredes de las células vegetales y es la mayor parte del peso de las plantas. Si se pudiese transformar la celulosa en biocombustible, sería mucho más eficiente que los biocombustibles actuales y se emitiría menos dióxido de carbono a la atmósfera.<sup>130</sup>

En Brasil, existen unos 2'000,000 de vehículos que se mueven con alcohol casi puro, obtenido de la caña de azúcar, y 8'000,000 más utilizan una mezcla de gasolina y alcohol. Este alcohol se realiza a partir de melazas de caña de azúcar o de la pulpa de mandioca, y luego es utilizado como combustible. La mayoría de ~~letanol~~ etanol obtenido se mezcla con

gasolina, y constituye el 20 % del combustible que utilizan los automóviles, con el consiguiente ahorro de energía fósil (gasolina).

Hay muchos tipos de biocombustibles que son investigados hoy en día. Se realizan muchas investigaciones sobre los biocombustibles.

## 9.17.1. Cuatro de los biocombustibles más eficientes:

- **Etanol:** Es el más popular. Es un biocombustible basado en alcohol que se obtiene al fermentar azúcares derivadas de los alimentos, como el trigo o la caña de azúcar.
- **Biodiesel:** Es el más usado en Europa. Se utiliza directamente en un motor diesel mezclado con diesel mineral.
- **Aceite Vegetal:** Se puede fabricar en casa.
- **Biogás:** Se fabrica con excremento de vaca en biodigestores. El biogás más famoso y muy usado es el metano.

## 9.17.2. Ventajas de los Biocombustibles:

- **Precio:** Cuando se implante esta tecnología de manera general, el precio de los *biocombustibles* será mucho menor que en de la gasolina o el diesel.
- **Materia prima en abundancia:** Que el petróleo tiene los días contados es una realidad, sin embargo, los biocombustibles pueden ser fabricados de muchos materiales diferentes y renovables.
- **Seguridad:** Al reducir la dependencia de combustibles extranjeros, los países podrán proteger su integridad de los ataques de manera más fácil.
- **Empleo:** Las plantas de biocombustibles **generan empleos** en áreas rurales.
- **Bajas emisiones de Carbono:** Cuando son quemados producen significativamente menos carbón que los combustibles fósiles.

## 9.17.3. Desventajas de los biocombustibles:

- **Necesidad de más Energía:** Los biocombustibles tienen menos cantidad de energía, por lo que se necesita más material para producir la misma energía que la gasolina.

- **Precio de la Comida:** Se dice que la demanda de cultivos para la fabricación del combustible podría afectar los precios de los alimentos. (Aunque no hay estudios sobre esto).
- **Uso de Agua:** Se necesitan grandes cantidades de agua para regar los campos para cultivar el producto necesario. (Pero también es necesaria el agua para la agricultura).<sup>131</sup>

## **10. Conclusiones Y Recomendaciones.**

Se concluyó en la presente tesis que la importancia de la utilización y el segundo uso en desechos sólidos y derivados sustentables con el medio ambiente tienen una gran importancia en nuestra sociedad, ahora es tiempo de crear una mayor consciencia en la sociedad consumista y con las personas o empresas dedicadas a la fabricación de materiales utilizados en la industria de la construcción para tener una alternativa sustentable que ayude a disminuir los alarmantes índices de contaminación que actualmente se tienen, ya que de seguir con este ritmo de contaminación puede llegar a tener serias consecuencias en el planeta como se está viendo con el cambio climático.

La utilización de productos derivados de la madera son una de las mejores alternativas en cuanto a una materia prima renovable y sustentable, ya que de tenerse una buena utilización puede tenerse una gran industria y fuente de trabajo y así evitar su desmedida explotación teniendo en cuenta la deforestación como medida principal.

En cuanto a la utilización de la cerámica es importante tener en cuenta que es un producto novedoso el que en la actualidad se está fabricando, como lo es la extensa gama de productos fotocatalizadores que en países desarrollados como lo son España y la Unión Europea se están utilizando con tanto éxito, ya que tienen en consideración que ayuda a disminuir la contaminación en el ambiente.

La reutilización de productos poliméricos es tan importante pues evita la acumulación de sus desechos, y así se aprovechan de manera importantísima, como lo es para la construcción de muros como material de construcción económico y se ayuda a proveer a familias de una necesidad indispensable como lo es la vivienda.

El uso de los diversos productos metálicos es y ha sido importante en la industria de la construcción pero ahora es también más importante evitar la contaminación del ambiente por la fabricación de metales pesados y es por eso que en los derivados metálicos también existen los metales sustentables como lo son el aluminio, el cobre y el zinc, entre otros. Que con su reutilización y reciclaje se evita la sobreproducción de estos metales.

Los materiales termo-acústicos se están utilizando actualmente pues ya que son una necesidad que está ahí en nuestras vidas diarias dándonos una mejor comodidad de vida, ya que con la vida tan bullisiosa de las ciudades y los diversos climas de nuestro mundo nos ha orillado a tomar alternativas para evitar esas incomodidades y así también utilizar todo tipo de productos naturales para aislar el sonido o evitar los climas extremos.

En materia del agua no se podía dejar de lado la utilización de productos que nos ayudan a tener un mejor uso de este elemento tan indispensable, ya que es parte de nosotros y de nuestra supervivencia, y es por ello que se ha tenido que adaptar la tecnología para brindarnos este vital líquido para nuestro uso, de manera que han fabricado purificadores utilizables en los hogares con la calidad para ser consumida por sus habitantes y otra amplia gama de productos como lo son para las instalaciones del hogar relacionadas con el agua.

Y por último en tema de energía se concluye que es importantísimo darle más importancia a las energías renovables, como lo es el aprovechamiento de la energía solar y así impulsar esta industria y no depender tanto de las energías contaminantes que además no son renovables, y en nuestro caso particular en México no depender tanto del petróleo ya que además se está terminando este recurso.

# 11. Referencias Bibliográficas Y Digitales.

## Capítulo 2.1. Definición de materiales para la construcción.

<sup>1</sup><http://materialesconstruccion.wordpress.com/2010/11/27/materiales-construccion-definicion-caracteristicas-y-tipos/>

<sup>2</sup><http://dearkitectura.blogspot.mx/2011/02/que-son-los-materiales-para-la.html>

## Capítulo 2.2. Antecedentes e historia de los materiales para la construcción.

<sup>3</sup><http://www.monografias.com/trabajos94/evolucion-historica-materiales-construccion-viviendas/evolucion-historica-materiales-construccion-viviendas.shtml>

<sup>4</sup><http://charrowrc.tripod.com/id22.html>

<sup>5</sup><http://genesis.uag.mx/material/Tarascos/Tarascos.htm>

<sup>6</sup>GUTIÉRREZ DE LÓPEZ LIBIA. EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES, 2003©.

<sup>7</sup>[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lim/ibarra\\_f\\_f/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/ibarra_f_f/capitulo2.pdf), Pág. 16-17.

<sup>8</sup>Jiménez Jáimez Víctor J, Materiales de construcción en el Antiguo Egipto, 09 de Diciembre de 2004.

<sup>9</sup>[http://www.uned.es/ca-campo-de-gibraltar/Temas/ARQUEOLOGiA/ARQUEOLOGiAGRIEGA/ARQUITECTURA\\_GRIEGA\\_.htm](http://www.uned.es/ca-campo-de-gibraltar/Temas/ARQUEOLOGiA/ARQUEOLOGiAGRIEGA/ARQUITECTURA_GRIEGA_.htm)

<sup>10</sup><http://www.catedu.es/aragonromano/matconst.htm>

<sup>11</sup><http://elblogdetucidides.blogspot.mx/2009/06/expresiones-culturales-de-la-antigua.html>

<sup>12</sup><http://www.arqhys.com/casas/tradicional-casas-japonesas.html>

<sup>13</sup>CARRICART GANIVET JUAN PABLO, CORALES ESCLERACTINIOS, “PIEDRA MUCAR” Y SAN JUAN DE ULUA, VERACRUZ.

<sup>14</sup><http://www.mundomisterioso.net/2010/10/piramides-submarinas-en-japon-antigua.html>

### **Capitulo 2.3. Materiales tradicionales utilizados para la construcción.**

<sup>15</sup>[http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7\\_materiales.htm](http://www.almaserrana.com/publicacc/vistas/CDarqui/arqui/7_materiales.htm)

### **Capitulo 2.4. Clasificación de materiales para la construcción.**

<sup>16</sup>[http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesalfonso\\_romero\\_barcojo/departamentos/tecnologia/unidades\\_didacticas/ud\\_construccion/pdf/materiales\\_de\\_construccion.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iesalfonso_romero_barcojo/departamentos/tecnologia/unidades_didacticas/ud_construccion/pdf/materiales_de_construccion.pdf)

<sup>17</sup>MATERIALES D. VASCONCELOS T. SÁNCHEZ SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA VIVIENDA DE MAMPOSTERÍA O. DE LA TORRE

<sup>18</sup>GUTIÉRREZ DE LÓPEZ LIBIA, EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES.

<sup>19</sup><http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/AP.T9.1-MPyC.Tema9.IntroduccionMaterialesCompuestos.Generalidades.pdf>

<sup>20</sup><http://www.lleidabiotech.com/castella/indlleidai.html>

<sup>21</sup><http://www.lleidabiotech.com/castella/tbioenergia.html>

<sup>22</sup><http://www.lleidabiotech.com/castella/tbiomaterials.html>

### **Capitulo 3. Materiales sustentables derivados de la madera.**

<sup>23</sup>[http://www.oupe.es/es/Secundaria/Tecnologias/proyadarvemotriztecnologiasnacional/Galeria%20documentos/TECNO\\_1\\_interiores.pdf](http://www.oupe.es/es/Secundaria/Tecnologias/proyadarvemotriztecnologiasnacional/Galeria%20documentos/TECNO_1_interiores.pdf)

<sup>24</sup><http://www.dataholz.at/cgi-bin/WebObjects/dataholz.woa/wa/baustoff?baustoff=Leichte+Holzbautr%C3%A4ger%2Fst%C3%BCtzen&language=es>

<sup>25</sup>[http://www.construyesustentable.com/Ecotec\\_Ficha\\_Tecnica.pdf](http://www.construyesustentable.com/Ecotec_Ficha_Tecnica.pdf)

<sup>26</sup>[http://www.arqsustentable.net/actualidad\\_ecobuildlondres.html](http://www.arqsustentable.net/actualidad_ecobuildlondres.html)

<sup>27</sup><http://www.bibliocad.com/blog/terminaciones-sustentables-pisos>

<sup>28</sup>[http://www.arqsustentable.net/ecoarq\\_guagua.html](http://www.arqsustentable.net/ecoarq_guagua.html)

<sup>29</sup><http://www.archdaily.mx/206709/catedral-de-carton-de-shigeru-ban-se-construye-en-nueva-zelanda/?lang=MX>

## **Capítulo 4. Materiales Sustentables Derivados Del Vidrio Y Cerámica.**

<sup>30</sup><http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/contaminacion-aire>

<sup>31</sup><http://www.animalpolitico.com/2013/04/mexico-2o-pais-de-al-con-mas-muertes-por-contaminacion-oms/#axzz2gPawQXCL>

<sup>32</sup>Faraldos Marisol (ICP-CSIC), Asociación Ibérica de Fotocatálisis (AIF), Bahamonde Ana (ICP-CSIC); Iglesias Ana (ICP-CSIC); Carbajo Jaime (ICP-CSIC); Gianni Rovito (Consultor); Almazán David (Eptisa), CONAMA 2012 Guía Práctica de la Fotocatálisis Aplicada a Infraestructuras Urbanas. ([www.conama2012.org](http://www.conama2012.org)).

<sup>33</sup><http://prefabricadosjara.com/eco.html><sup>®</sup>

<sup>34</sup><http://prefabricadosjara.com/productos.html><sup>®</sup>

<sup>35</sup><http://www.pvt.es/es/ecogranic/>

<sup>36</sup><http://www.pvt.es/es/proyectos/proyecto.php?id=47>

<sup>37</sup><http://www.pvt.es/es/proyectos/proyecto.php?id=46>

<sup>38</sup><http://www.pvt.es/es/proyectos/proyecto.php?id=40>

<sup>39</sup>[http://arq.clarin.com/construccion/Materiales-verdes-nanotecnologia\\_0\\_580142201.html](http://arq.clarin.com/construccion/Materiales-verdes-nanotecnologia_0_580142201.html)

<sup>40</sup> <http://www.mimbrea.com/tendencias/materiales-que-absorben-la-contaminacion>

<sup>41</sup><http://www.ingenieros.es/noticias/ver/desarrollan-un-nuevo-producto-que-aplicado-sobre-el-pavimento-de-las-carreteras-permite-reducir-la-contaminacion-del-aire/3662>

<sup>42</sup><http://www.mimbrea.com/guia-practica/pinturas-fotocataliticas-para-purificar-el-aire>

<sup>43</sup><http://www.vidamasverde.com/2013/diez-razones-que-hacen-de-la-baldosa-de-ceramica-un-material-muy-sostenible/>

<sup>44</sup><http://www.promateriales.com/pdf/pm3709.pdf>

<sup>45</sup>[http://0305.nccdn.net/4\\_2/000/000/04c/d5d/%22Tendencias.pdf](http://0305.nccdn.net/4_2/000/000/04c/d5d/%22Tendencias.pdf)

## **Capitulo 5. Materiales Sustentables Derivados De Materiales Poliméricos.**

<sup>46</sup>ECOPLAS, Boletín Técnico Informativo N<sup>o</sup> 37, SUSTENTABILIDAD DE LOS PLASTICOS, Centro de Información Técnica – CIT 8 de Noviembre de 2010.

<sup>47</sup><http://www.kuadro.mx/medio-ambiente.php>

<sup>48</sup><http://www.veoverde.com/2013/04/de-pet-a-ladrillos-de-construccion-mexico/>

<sup>49</sup><http://espaciosustentable.com/casas-ecologicas-construyendo-casas-con-botellas-de-plastico/>

<sup>50</sup><http://www.fabricamx.com/Articulos/llanocreto>

<sup>51</sup>[http://www.plastico.com/tp/secciones/TP/ES/MAIN/IN/ARTICULOS/doc\\_90111\\_HTML.html?idDocumento=90111](http://www.plastico.com/tp/secciones/TP/ES/MAIN/IN/ARTICULOS/doc_90111_HTML.html?idDocumento=90111)

<sup>52</sup><http://www.modernanavarra.com/wp-content/uploads/Bioplasticos.pdf>

<sup>53</sup><http://aceroya.com/foamular.aspx>

<sup>54</sup><http://aceroya.com/acfoam.aspx>

<sup>55</sup><http://www.maderaplasticamx.com/index.html>

<sup>56</sup><http://www.kuadro.mx/tableros-de-madera-plastica.php>

<sup>57</sup><http://www.aceroslevinson.com/plasticos/policarbonatos/>

<sup>58</sup><http://www.lasegunda.com/Noticias/Nacional/2012/08/770974/ladrillos-de-plastico-para-la-construccion-de-viviendas-una-innovacion-que-surge-desde-la-universidad>

<sup>59</sup><http://blog.is-arquitectura.es/2007/06/03/nuevos-materiales-con-plastico-reciclado/>

## **CAPITULO 6. Materiales Sustentables Derivados De Materiales Metálicos.**

<sup>60</sup><http://medioambienteyperiodismo.blogspot.mx/2009/11/contaminacion-por-metales-pesados-y-sus.html>

<sup>61</sup><http://www.concienciaminera.com.ar/2011/05/cobre-una-solucion-para-la-construccion-sustentable/>

<sup>62</sup>[http://www.kme.com/es/el\\_cobre\\_material\\_sostenible](http://www.kme.com/es/el_cobre_material_sostenible)

<sup>63</sup>[http://www.kme.com/es/productos\\_y\\_mercados](http://www.kme.com/es/productos_y_mercados)

<sup>64</sup><http://www.kme.com/es/cobreantimicrobiano>

<sup>65</sup><http://www.plomerama.mx/productos/plomeria/tuberias-y-conexiones-de-cobre/>

<sup>66</sup>[http://www.kme.com/es/cables\\_con\\_aislamiento\\_mineral](http://www.kme.com/es/cables_con_aislamiento_mineral)

<sup>67</sup><http://www.alueurope.eu/wp-content/uploads/2011/08/La-sostenibilidad-del-aluminio-en-la-edification.pdf>

<sup>68</sup><http://www.promateriales.com/pdf/pm0706.pdf>

<sup>69</sup><http://alpolic-usa.com/es/arquitectura/fachada-en-capas-de-metal-natural-crea-colorido-diseno-de-jardin-de-invierno/#comment-3009>

<sup>70</sup><http://alpolic-usa.com/es/arquitectura/brotes-de-plantas-a-traves-de-una-fachada-de-aluminio-perforado-en-japon/#comment-2747>

<sup>71</sup> [http://www.zinc.org/general/zinc\\_sustainable\\_material\\_spanish.pdf](http://www.zinc.org/general/zinc_sustainable_material_spanish.pdf)

## **Capítulo 7. Materiales sustentables con propiedades termoacústicas.**

<sup>72</sup><http://www.sol-arq.com/index.php/caracteristicas-materiales/materiales-aislantes>

<sup>73</sup><http://www.construccion-y-reformas.vilssa.com/articulos/los-materiales-aislantes-termicos>

<sup>74</sup>Celano, Jorge A. – Jacobo, Guillermo J. – Pereyra, Obdulio. Desarrollo de paneles termoacústicos a base de residuos de madera para el mercado de la construcción, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2006) consultada el 19 de septiembre del 2013.

<sup>75</sup> <http://www.bibliocad.com/blog/terminaciones-sustentables-materiales-aislantes>

<sup>76</sup><http://ceramicosypolimeros.blogspot.mx/2009/04/el-itc-desarrolla-espumas-ceramicas-que.html>

<sup>77</sup><http://www.mimbrea.com/guia-practica/materiales-aislantes-fabricados-con-productos-reciclados>

<sup>78</sup><http://blogs.nebrija.es/mundosostenible/2013/04/09/instalacion-geotermica-en-edificio-de-oficinas/>

<sup>79</sup>Paniagua Z. Walter I., Pilotec, S.A. de C.V./ Paredes Alberto Jaime, División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodesia, UNAM. Tendencias en la construcción de cimentaciones profundas, Trends in deep foundations construction.

<sup>80</sup><http://www.plakacomex.com.mx/Product/SistemaST>

<sup>81</sup><http://www.climablock.com/Construccion%20Sostenible-02.05-Aislamiento-acustico-Bloque-aislante.htm>

## **Capitulo 8. Materiales sustentables en tecnología del agua.**

<sup>82</sup>INEGI, BOLETÍN DE PRENSA NÚM. 121/13, 9 DE ABRIL DE 2013. AGUASCALIENTES, AGS. ESTADÍSTICA BÁSICA SOBRE MEDIO AMBIENTE.

<sup>83</sup><http://www.depuragua.net/Quienes-Somos/quienes-somos>

<sup>84</sup><http://www.depuragua.net/Productos-Destacados/chill-pou>

<sup>85</sup><http://www.depuragua.net/Productos-Destacados/pwc2000f>

<sup>86</sup><http://www.depuragua.net/Productos-Destacados/pwc2000f-uv>

<sup>87</sup><http://www.depuragua.net/Productos-Destacados/pwc2000>

<sup>88</sup><http://www.depuragua.net/Productos-Destacados/pwc2000r-uv>

<sup>89</sup><http://www.depuragua.net/Productos-Destacados/oido-50>

<sup>90</sup>[http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual\\_tuboplus.pdf](http://instalacioneshs.files.wordpress.com/2008/08/manual_tuboplus.pdf)

<sup>91</sup><http://www.plomerama.mx/productos/plomeria/tuboplus/>

<sup>92</sup><http://www.plomerama.mx/productos/tuberias-y-conexiones-de-pvc/>

<sup>93</sup>[http://www.ehowenespanol.com/diferencia-tubos-pvc-cpvc-sobre\\_171008/](http://www.ehowenespanol.com/diferencia-tubos-pvc-cpvc-sobre_171008/)

<sup>94</sup>[http://www.ehowenespanol.com/diferencia-tubos-pvc-cpvc-sobre\\_171008/#/caracteristicas-tuberias-cpvc-info\\_271351/](http://www.ehowenespanol.com/diferencia-tubos-pvc-cpvc-sobre_171008/#/caracteristicas-tuberias-cpvc-info_271351/)

<sup>95</sup><http://www.tuberiadepvc.mx/>

<sup>96</sup><http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-Sanitaria-Metrica.html>

<sup>97</sup><http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-Alcantarillado.html>

<sup>98</sup><http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-C900-BlueBrute.html>

<sup>99</sup><http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-de-PVC-C905-BigBlue.html>

<sup>100</sup><http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Cedula-40.html>

<sup>101</sup><http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Cedula-80.html>

<sup>102</sup><http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Serie-Inglesa.html>

<sup>103</sup><http://www.tuberiadepvc.mx/Tuberia-Hidraulica-de-PVC-Serie-Metrica.html>

<sup>104</sup>[http://www.ehowenespanol.com/soldar-hdpe-como\\_222456/#/diferencias-hdpe-3408-3608-info\\_246160/](http://www.ehowenespanol.com/soldar-hdpe-como_222456/#/diferencias-hdpe-3408-3608-info_246160/)

<sup>105</sup><http://www.plomerama.mx/tanques-agroindustria/>

<sup>106</sup>PAVIMENTOS DE HORMIGÓN POROSO – HYDROMEDIA™, Efficient Building™ system, 8.2.2 – CAMINOS Y PAVIMENTOS, ESPAÑA, Marzo 2013.

## **Capitulo 9. Materiales sustentables en tecnologías alternativas para energía.**

<sup>107</sup><http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/energia-solar-definicion>

<sup>108</sup><http://www.forbes.com.mx/sites/mitos-y-realidades-de-la-energia-solar/>

<sup>109</sup><http://www.conermex.com.mx/informacion-de-interes/los-sistemas-fotovoltaicos.html>

<sup>110</sup><http://www.conermex.com.mx/residencial/beneficios-4.html>

<sup>111</sup><http://www.ojocientifico.com/2011/03/03/como-funciona-un-panel-solar>

<sup>112</sup>[http://www.aerosolarmexico.com/productos/pssis\\_autonomo.php](http://www.aerosolarmexico.com/productos/pssis_autonomo.php)

- <sup>113</sup><http://www.g2m.mx/2013/04/innovaci%C3%B3n-paneles-solares-absorben-la-energ%C3%ADa-de-2-000-soles/>
- <sup>114</sup><http://www.evwind.com/2013/02/05/londres-nueva-zelanda-e-italia-apuestan-por-los-paneles-de-energia-solar-fotovoltaica-de-panasonic/>
- <sup>115</sup><http://www.conermex.com.mx/proyectos/sistemas-fotovoltaicos-baja-california,-mexicali.html>
- <sup>116</sup><http://www.sfe-solar.com/distribucion-venta-modulos-fotovoltaicos/sharp/panel-solar-sharp-nd-r250a5/>
- <sup>117</sup><http://www.sfe-solar.com/distribucion-venta-modulos-fotovoltaicos/sharp/panel-solar-sharp-nd-r245a5/>
- <sup>118</sup> Sistemas solares, Hoja Técnica, [www.conermex.com.mx](http://www.conermex.com.mx)
- <sup>119</sup><http://cienciadefrontera.blogspot.mx/2011/06/energia-termosolar.html>
- <sup>120</sup><http://www.solarweb.net/termosolar.php>
- <sup>121</sup><http://de.construmatica.com/gemasolar-un-gran-paso-hacia-la-energia-termosolar/>
- <sup>122</sup>[http://www.merkasol.com/epages/62387086.sf/es\\_ES/?ObjectPath=/Shops/62387086/Products/estufa007/SubProducts/estufa007-0001](http://www.merkasol.com/epages/62387086.sf/es_ES/?ObjectPath=/Shops/62387086/Products/estufa007/SubProducts/estufa007-0001)
- <sup>123</sup><http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/viento-poder-descripcion>
- <sup>124</sup><http://www.solartec.org/SVEolica.htm>
- <sup>125</sup><http://www.evwind.com/2013/01/31/eolica-en-mexico-sener-busca-convertir-a-puebla-en-el-principal-generador-eolico-con-cientos-de-aerogeneradores/>
- <sup>126</sup><http://www.bitsingenio.com/%C2%BFque-es-la-iluminacion-de-estado-solido/>
- <sup>127</sup><http://www.iluminet.com/iluminacion-estado-solido/>
- <sup>128</sup><http://www.iluminet.com/helieon-solucion-de-iluminacion-en-estado-solido-para-la-industria/>
- <sup>129</sup><http://www.biodisol.com/tecnologia/led-diodos-emisores-de-luz-un-aporte-de-la-iluminacion-ante-la-crisis-energetica-global-ahorro-energetico-tecnologia/>

<sup>130</sup><http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/biofuel-profile>

<sup>131</sup><http://solucionesparaelfuturo.com/pros-y-contras-de-los-biocombustibles/>

## ANEXOS

### Reforma Energetica

Fuente: <http://consulmex.sre.gob.mx/littlerock/images/stories/PDF/RE.pdf>

#### I. Los objetivos de la reforma.

La iniciativa que el Ejecutivo Federal somete a la consideración del Congreso de la Unión propone que el Artículo 27 de la Constitución vuelva a decir lo que el Presidente Lázaro Cárdenas dejó escrito, palabra por palabra, para desarrollar la industria petrolera bajo la rectoría del Estado. Asimismo, se promueve el desarrollo de un sistema eléctrico nacional basado en principios técnicos y económicos, bajo la conducción y regulación del Estado.

Los objetivos de esta Reforma Energética son los siguientes:

**(i) Mejorar la economía de las familias:** Bajarán los costos de los recibos de la luz y el gas. Al tener gas más barato se podrán producir fertilizantes de mejor precio, lo que resultará en alimentos más baratos.

**(ii) Aumentar la inversión y los empleos:** Se crearán nuevos trabajos en los próximos años. Con las nuevas empresas y menores tarifas habrá cerca de medio millón de empleos más en este sexenio y 2 y medio millones más para 2025, en todo el país.

**(iii) Reforzar a Pemex y a CFE:** Se le dará mayor libertad a cada empresa en sus decisiones para que se modernicen y den mejores resultados. Pemex y CFE seguirán siendo empresas 100% de los mexicanos y 100% públicas.

**(iv) Reforzar la rectoría del Estado** como propietario del petróleo y gas, y como regulador de la industria petrolera.

#### II. Reforma Energética en materia de petróleo y gas.

La Reforma Energética a nivel Constitucional es necesaria por dos razones: 1) para producir más hidrocarburos a un menor costo, permitiendo que empresas privadas complementen la inversión de Petróleos Mexicanos mediante contratos para la exploración y extracción del petróleo y gas; y 2) para obtener mejores resultados bajo condiciones competitivas en las actividades de refinación, transporte y almacenamiento, permitiendo que las empresas privadas participen bajo la regulación del Gobierno de la República.

El país se quedará con la renta petrolera, es decir, todo el beneficio que se obtenga de la producción de petróleo y gas, después de que se pague en efectivo a las empresas por sus costos de operación y de capital, acorde con reglas predeterminadas y transparentes. Además, todas las empresas deberán pagar los impuestos y regalías correspondientes.

Pemex ni se vende ni se privatiza pero sí se fortalece. Pemex seguirá siendo una empresa 100% mexicana. Es momento de permitirle acompañarse de socios nacionales e internacionales para realizar nuevos proyectos, sin poner en riesgo nuestro patrimonio. También será posible que particulares participen en las actividades de refinación, petroquímica, transporte y almacenamiento de petróleo y gas, así como sus derivados, para que haya más combustibles y más baratos. Así lo estableció el Presidente Lázaro Cárdenas en su momento.

## 1. ¿Cómo está hoy nuestra industria petrolera?

Los mexicanos tenemos hoy dos grandes retos con respecto al petróleo y al gas: 1) permitir que los particulares compartan con Pemex experiencia, tecnología y riesgo, cuando así sea conveniente para los mexicanos, y 2) garantizar suficiente energía a buen precio para el correcto desarrollo nacional.

¿Necesitamos que empresas particulares complementen el trabajo de Pemex?

Aunque Pemex es una empresa experta en extraer el petróleo que se encuentra en el mar a poca profundidad, hay mucho petróleo que se encuentra en lugares más difíciles de alcanzar que requieren de tecnologías, experiencia y más inversión para poderse extraer.

Por ejemplo, los proyectos para extraer el petróleo en aguas profundas (zona en el mar con profundidad entre 500 y mil 500 metros) y ultraprofundas (zona en el mar con profundidad mayor a mil 500 metros) son muy costosos y muy riesgosos. Los yacimientos que se encuentran en la jurisdicción de los Estados Unidos en el Golfo de México son similares a los que le corresponden a nuestro país. No obstante, mientras en el país del norte ya se producen un millón de barriles diarios de petróleo en aguas profundas, en México aún no se ha producido un solo barril de petróleo proveniente de este tipo de yacimientos.

A Estados Unidos no le ha sido fácil alcanzar y sostener la producción mencionada en aguas profundas. Para lograrlo, cada año se perforan más de 100 pozos en este tipo de yacimientos. Tan sólo en 2012 se perforaron 137 pozos en aguas profundas y ultraprofundas. Esto no hubiese sido posible sin la participación de más de 70 empresas petroleras.

En contraste, en México, pese a que 2012 fue un año récord en cuanto a la actividad de Pemex en aguas profundas, solamente se perforaron seis pozos, con fines meramente exploratorios, por lo cual aún no se produce petróleo en aguas profundas mexicanas.

En el siguiente mapa se observa el Golfo de México, cuya extensión es compartida entre México y Estados Unidos. En la parte norteamericana se aprecia la ubicación de múltiples pozos perforados. Mientras que, del lado mexicano, prácticamente no se observa actividad.

Tampoco estamos explotando adecuadamente el petróleo y gas que tenemos en las rocas de lutitas (rocas que contienen gas y petróleo que requieren fracturarse para obtenerlos). En 2012, en Estados Unidos se autorizaron más de 9 mil pozos para producir petróleo y gas de lutitas, mientras que en México sólo se autorizaron tres. Lo mismo sucede con el petróleo que está en campos maduros (campos que tienen cada vez menos presión natural para que salga el petróleo); si se aplicara la tecnología adecuada podríamos extraer más petróleo y gas en esos campos.

México tiene gas y petróleo en aguas profundas y ultraprofundas, así como en campos de lutitas y campos maduros, pero hoy en día, según la Constitución, nada más Pemex puede buscarlo y extraerlo. Necesitamos más empresas, tecnología e inversión para desarrollar mejor la industria petrolera nacional.

Por otra parte, el petróleo fácil se está acabando en México y en todo el mundo. Si bien hemos destinado cada vez más dinero a Pemex, la producción de petróleo del país ha bajado tal y como se muestra en la siguiente gráfica. En tan solo 8 años hemos dejado de producir cerca de un millón de barriles diarios de petróleo, a pesar de que estamos invirtiendo cifras récord en dicha actividad.

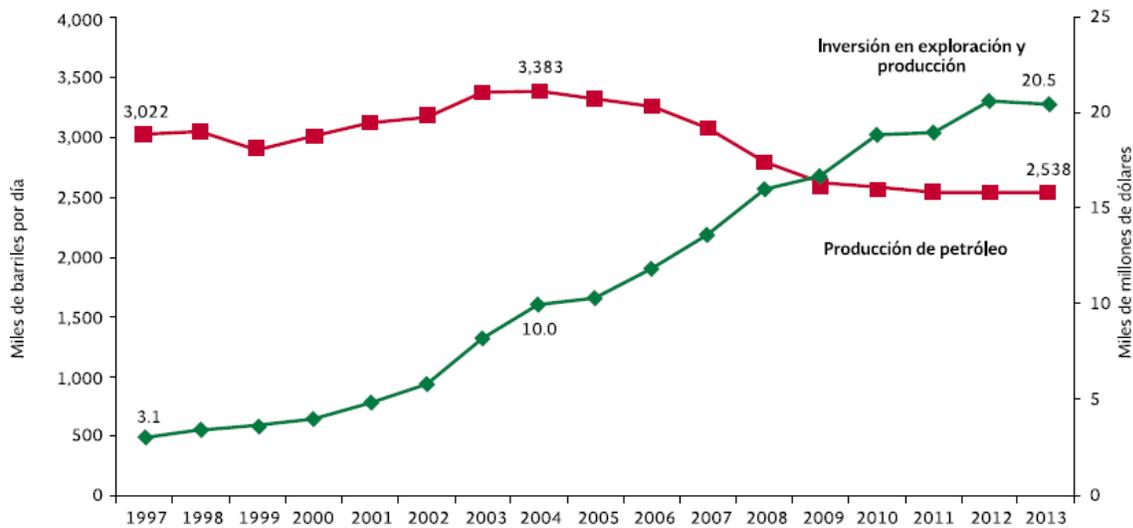


Figura 335. Inversión de Pemex vs. Producción de petróleo. Datos 2013: promedio enero-abril en producción de petróleo. Fuente: Base de Datos Institucional de Petróleos Mexicanos, junio 2013.

(<http://consulmex.sre.gob.mx/littlerock/images/stories/PDF/RE.pdf>) consultada el 17 de octubre del 2013

Ninguna empresa en el mundo extrae sola todo tipo de petróleo ni es experta en todo, por lo que debemos permitir, como Brasil, Colombia y muchos países más, que otras empresas, que tienen la experiencia para extraer el petróleo de aguas profundas y de rocas de lutitas, complementen a la empresa de todos los mexicanos. En pocas palabras se necesita que Pemex se acompañe de particulares, cuando así le convenga al país.

No podemos exigirle a Pemex que haga todo y que lo haga solo, y donde no pueda actuar con eficiencia nadie más lo pueda hacer. Nos conviene que otras empresas compartan con el Gobierno de la República los riesgos de extraer el petróleo y gas que se encuentran en zonas que no se han estudiado.

¿Por qué es necesario garantizar la energía en el país? ¿Existe el riesgo de no tener energía?

Respecto de la gasolina y el diésel, la Constitución establece que sólo Pemex los puede producir, por lo que si Pemex no produce lo suficiente, nadie más lo puede hacer.

De ahí que tengamos que importar 49% de la gasolina que usamos. A pesar de que exportamos gran parte de nuestro petróleo crudo, tenemos que importarlo ya procesado como combustibles.

Lo mismo ocurre con el gas. La producción de Pemex es insuficiente, por lo que se importa 33% del gas que consumimos. Se ha llegado incluso a limitar el consumo de gas a la industria. Además de esto, 65% de los petroquímicos que se consumen a nivel nacional provienen del extranjero.

Por eso debemos fortalecer la exploración y extracción de petróleo y gas, así como la refinación y la petroquímica nacional, con la participación de empresas particulares, para asegurar que tendremos combustibles suficientes y a precios justos.

### 2. El contenido de la Reforma Energética en materia de petróleo y gas.

La reforma que se propone hacer en materia de petróleo y gas, consiste en:

a) Que el Artículo 27 de la Constitución vuelva a decir lo que el Presidente Lázaro Cárdenas dejó escrito, palabra por palabra, después de la expropiación petrolera.

La primera gran reforma energética de México fue impulsada por el Presidente Lázaro Cárdenas. El espíritu de la reforma cardenista fue nacionalista sin duda, pero también modernizador, visionario y pragmático. Su elemento fundamental fue que garantizó la propiedad y rectoría del Estado en el control de los hidrocarburos, al tiempo que contempló la participación del sector privado en diversas actividades.

El modelo que concibió se basaba en la exclusividad del Estado sobre la propiedad de los recursos en el subsuelo; la supresión de los derechos que tenían los particulares sobre el petróleo y el gas a través de concesiones; la incorporación de contratos con particulares para explorar y extraerlos, bajo las condiciones que estableciera la Nación y la posibilidad de que particulares realizaran por su cuenta las actividades de refinación y transporte, entre otras.

El modelo impulsado por el Presidente Lázaro Cárdenas no corresponde al texto constitucional vigente, fruto de reformas posteriores. Por tanto, la recuperación del diseño original cardenista, motivo de la iniciativa que se presenta a esa Soberanía, implica necesariamente una reforma constitucional.

b) Fortalecer a Pemex, al darle mayor libertad y una organización que la consolide como empresa estatal productiva y moderna, orgullo de muchas generaciones.

La Reforma Energética permitirá la concentración de Pemex en actividades sustantivas de la industria petrolera. La base de la reestructuración es formar un solo Pemex eliminando las duplicidades generadas al tener cuatro Organismos Subsidiarios, fortalecer las

funciones de apoyo a la operación y aumentar la transparencia en la creación de valor en cada una de sus actividades.

Los Organismos Subsidiarios de Pemex se integrarán en dos Divisiones: **Exploración y Producción**, enfocada a la extracción de hidrocarburos (petróleo y gas), desde la incorporación de reservas hasta la entrega para su transformación o uso final, y **Transformación Industrial**, orientada al procesamiento del petróleo y del gas en combustibles, petrolíferos y petroquímicos.

A nivel central se mantendrán las áreas actuales de Administración, Finanzas, Operaciones, Jurídico, y Tecnología de Información y Procesos de Negocio. Para permitir el aprovechamiento de sinergias y eliminar duplicidades se crearán las áreas de Procura y Logística. La procura centralizada en los suministros críticos permite tener mejores condiciones de compra, mayor transparencia y comunicación eficiente con proveedores. Se fortalecerán los vínculos con la proveeduría nacional. La integración de las áreas logísticas permite aprovechar sinergias y da transparencia en los costos de movimiento y almacenamiento de hidrocarburos.

Con la integración de los cuatro Organismos Subsidiarios en dos Divisiones junto con los precios de transferencia de Pemex se eliminarán duplicidades sin perder el control económico y operativo de las actividades centrales.

c) En la Reforma Hacendaria, se establecerá un nuevo régimen fiscal para Pemex con condiciones similares a las que hoy tienen otras compañías en el resto del mundo. Esto le permitirá ser más competitivo y contar con más recursos para inversión.

Uno de los pilares de la Reforma Energética es el fortalecimiento de Pemex. En este sentido, se plantea redefinir la relación del Estado mexicano con Pemex, pasando de una visión estrecha como generadora de ingresos públicos en el corto plazo, a una perspectiva más amplia y de largo plazo. El nuevo régimen fiscal para Pemex que se propondrá como parte de la Reforma Hacendaria será consistente con este cambio de enfoque.

Hoy en día, el régimen fiscal de Pemex está sustentado en un esquema de derechos rígidos, los cuales se determinan sin reconocer plenamente las necesidades de inversión de la empresa. En otros países, como Brasil, Colombia y Noruega, las empresas petroleras nacionales pagan contribuciones más moderadas que las que hoy en día paga Pemex y luego, dependiendo de la rentabilidad de la inversión, se decide de forma más flexible si el remanente se reinvierte en la propia empresa o se transfiere a la hacienda pública.

La propuesta que se incluirá en la Reforma Hacendaria estará alineada con la necesidad que tiene Pemex de ser más flexible para conseguir mejores resultados. Ello implicará un

cambio de paradigma, con dos componentes esenciales: primero, un pago de derechos más bajo que en la actualidad y, segundo, el remanente de ese pago de derechos se manejará de forma flexible y podrá ser reinvertido en la empresa o una parte podrá ser transferida al presupuesto como si fuera un dividendo que podrá emplearse para gasto en escuelas, hospitales, infraestructura de agua o carreteras. Este nuevo esquema hará que Pemex tenga un tratamiento fiscal comparable al de otras empresas petroleras en el resto del mundo. El régimen propuesto, a diferencia del actual, alineará los incentivos entre Pemex y el Gobierno de la República, al mismo tiempo que le permitirá a la empresa ser más competitiva.

d) Fomentar una mayor transparencia y rendición de cuentas en el sector hidrocarburos, a través del fortalecimiento institucional del Gobierno de la República y de sus órganos desconcentrados, la Comisión Nacional de Hidrocarburos y la Comisión Reguladora de Energía.

Si esta Reforma Constitucional se aprueba, se podrán llevar a cabo modificaciones en la legislación secundaria con la finalidad de desarrollar un modelo que garantice y fortalezca el control de la Nación sobre las actividades del sector de hidrocarburos y así fomentar una mayor transparencia y rendición de cuentas en el mismo.

La reforma establece que el Gobierno de la República conduzca las actividades petroleras, ampliando las capacidades de la Secretaría de Energía y de sus órganos desconcentrados, la Comisión Nacional de Hidrocarburos y la Comisión Reguladora de Energía.

e) La reforma propone que el Gobierno de la República otorgue contratos de utilidad compartida a Pemex y empresas privadas para extraer petróleo y gas. Además, el Gobierno de la República otorgará a Pemex y a particulares permisos de refinación, petroquímica, transporte y almacenamiento de petróleo, gas y sus derivados.

En primer lugar, se propone un sistema de contratos para la exploración y extracción de petróleo y gas que otorgue el Gobierno de la República. Dichos contratos se pueden otorgar a Pemex tanto solo como asociado con empresas particulares, así como a empresas particulares que quieran participar en el sector. Lo anterior permitirá a los mexicanos tener un mayor control sobre nuestro petróleo.

La imagen siguiente muestra la situación actual del sector petrolero en la que Pemex lo hace todo. Esto dificulta que se extraiga el petróleo que se necesita y que se obtenga una buena ganancia. Con la reforma, el Gobierno de la República decidirá cuándo extraer el petróleo y el gas y quién será el encargado de extraerlos. Así se obtendrán mayores ganancias en beneficio del país.



Figura 336. (<http://consulmex.sre.gob.mx/littlerock/images/stories/PDF/RE.pdf>) consultada el 17 de octubre del 2013

En segundo lugar, la reforma plantea la participación de empresas particulares en las áreas de refinación, petroquímica, almacenamiento y transporte de petróleo y gas, así como de sus derivados.

Finalmente, se establecerá una política nacional de fomento a las compras de proveedores nacionales del sector hidrocarburos, con el fin de desarrollar la industria mexicana y generar valor agregado. Se privilegiará la creación de cadenas de proveeduría que permita reducir los costos de suministro a través de una mayor integración nacional de los insumos.

### 3. Beneficios con la Reforma Energética en materia de petróleo y gas.

Las reformas de Colombia y Brasil dan muestra clara de lo que se puede lograr dando al sector de petróleo y gas reglas adecuadas. Gracias a sus reformas, la producción de petróleo ha aumentado significativamente, lo cual contrasta con la caída en la producción de México. En Brasil, se producían 841 mil barriles diarios antes de la reforma de 1997. Quince años después, Brasil casi ha triplicado su producción. Posterior a la reforma energética produce 2.1 millones de barriles diarios.

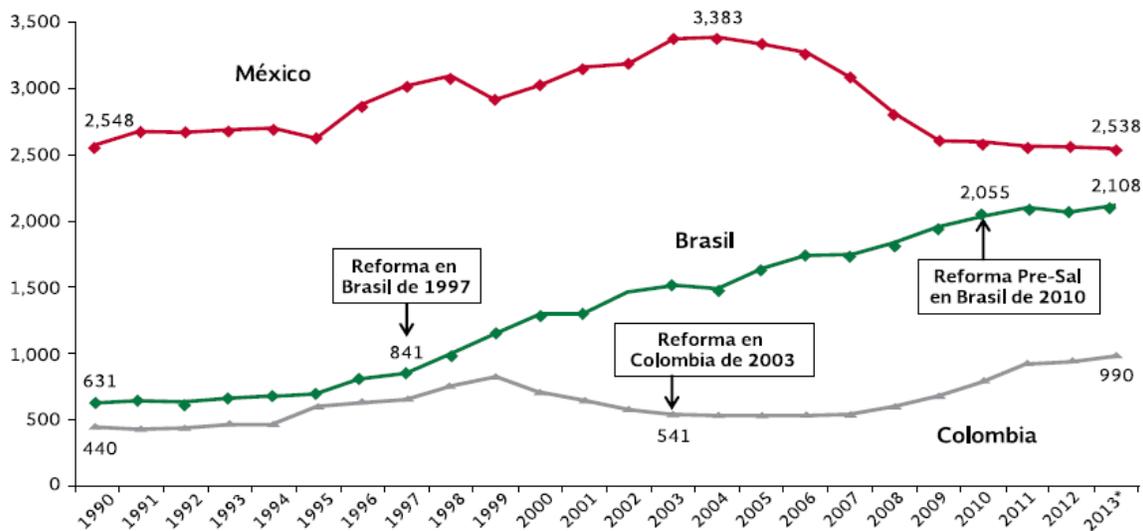


Figura 337. Producción de Petróleo en México, Brasil y Colombia (Miles de barriles diarios). \*Enero-abril de 2013. Administración de Información Energética, Departamento de Energía, EUA, 2013.

Por otro lado, la reforma energética de Colombia ha resultado en que ahora produzcan casi el doble de su producción original.

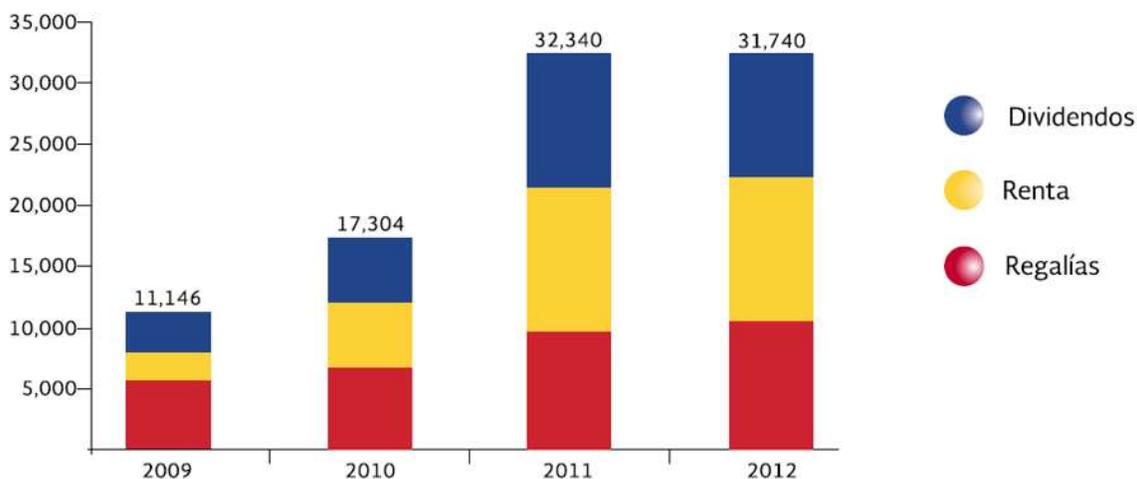


Figura 338. Renta petrolera generada por el sector energético en Colombia (Miles de millones de pesos colombianos).

(<http://consulmex.sre.gob.mx/littlerock/images/stories/PDF/RE.pdf>) consultada el 17 de octubre del 2013

En el caso de México, la inversión que se obtenga a partir de la aprobación de esta iniciativa permitirá al país consolidar un modelo de hidrocarburos sostenible en el largo plazo, pensando en el bienestar de futuras generaciones.

Objetivos de la política de hidrocarburos.

1. Lograr tasas de restitución de reservas probadas de petróleo y gas superiores a 100%. Ello significa que el incremento de la producción estaría acompañado del descubrimiento de igual o mayor volumen de reservas.
2. Incrementar la producción de petróleo, de 2.5 millones de barriles diarios actualmente, a 3 millones en 2018, así como a 3.5 millones en 2025.
3. En el caso del gas natural, la producción aumentaría de los 5 mil 700 millones de pies cúbicos diarios que se producen actualmente, a 8 mil millones en 2018, así como a 10 mil 400 millones en 2025.

Con la reforma en México se tendrán los siguientes resultados:

- Los mexicanos tendremos suficientes combustibles, bajo condiciones competitivas.
- En particular el precio del gas bajará, lo que permitirá contar con fertilizantes nacionales a un mejor precio, y resultará en alimentos más baratos.
- El gas más barato y abundante permitirá, además, contribuir a abaratar el pago del recibo de luz.
- La economía mexicana crecerá cerca de 1 punto porcentual más en 2018 y aproximadamente 2 puntos porcentuales más para 2025, de lo pronosticado hasta ahora.
- Asimismo, se crearán cerca de medio millón de nuevos empleos en 2018 y 2 millones y medio más para 2025.
- Pemex volverá a ser una de las primeras empresas petroleras del mundo.
- La mayor producción de petróleo y gas incrementará el presupuesto del país, el ingreso adicional se destinará a la educación, a abatir a la pobreza, a mejorar la salud pública, a construir más carreteras y caminos y más servicios de agua.

### **III. Reforma Energética en materia de electricidad.**

La Reforma Energética también servirá para que las familias, los comercios y la industria en México paguemos menos en nuestros recibos de luz. Para modernizar la industria eléctrica y generar electricidad de forma más limpia se propone esta Reforma Constitucional.

#### 1. ¿Cómo estamos hoy en el sector eléctrico?

Actualmente la industria eléctrica enfrenta cinco grandes problemas:

a) Tarifas eléctricas altas. El costo de la energía eléctrica es elevado y está afectando los bolsillos de los hogares mexicanos, de la pequeña y mediana empresa y de los comerciantes, frenando la creación de empleos en México. En comparación con Estados Unidos, nuestras tarifas son más caras: por cada peso que ellos pagan, nosotros pagamos, en promedio, 1.25. Esto es a pesar del elevado subsidio fiscal que se destina cada año a las tarifas.

b) Limitaciones en la producción de electricidad. A pesar de que bajo ciertos esquemas, los particulares y empresas privadas ya pueden generar electricidad, los beneficios de una generación más barata se queda en manos de unos pocos.

c) Falta de un árbitro imparcial que decida qué electricidad se vende. Actualmente, la CFE es a la vez generadora de electricidad quien decide de cuáles plantas se toma la electricidad, y quién vende a los consumidores finales. Está obligada a ser juez y parte, al tener que elegir entre la electricidad que generan sus propias plantas y las de los particulares que puede, incluso, ser más barata.

d) Problemas para usar energía menos contaminante. No se ha podido aumentar el uso del as natural para generar electricidad por la escasez que hay, a pesar de que es hasta seis veces más barato que otros combustibles y es menos contaminante. Adicionalmente, existen barreras al desarrollo de las energías renovables, como la eólica (viento), solar y minihidráulica.

### 2. Contenido de la Reforma Energética en materia de electricidad.

La reforma al Sector Eléctrico propone lo siguiente:

a) Se reforma el Artículo 27, para permitir la participación de particulares en la generación de electricidad. Con la reforma propuesta, habrá una mayor oferta de electricidad y a menor costo, para beneficio de todos los usuarios, incluyendo los hogares y las micro, pequeñas y medianas empresas, que son las que generan tres de cada cuatro empleos en el país.

b) El Estado mantendrá, en exclusividad, el control del Sistema Eléctrico Nacional, así como el servicio público de las redes de transmisión y distribución, garantizando el acceso de todos los productores de electricidad a ellas. Con este modelo se adquirirá la energía en bloque más barata de cada productor.

c) Se fortalece a la Comisión Federal de Electricidad, mediante una mayor flexibilidad operativa y organizacional, que ayudará a reducir costos. Además, la Comisión se verá fortalecida al permitirle competir para recuperar a los grandes usuarios que compran más

electricidad, y se le darán las herramientas necesarias para permitirle reducir las pérdidas de energía, el robo y el no pago.

d) Se refuerzan las facultades de planeación y rectoría de la Secretaría de Energía y de su órgano desconcentrado, la Comisión Reguladora de Energía.

e) La Reforma Energética también es una Reforma Verde, que favorecerá una mayor inversión en el desarrollo tecnológico y la adopción de fuentes de energía menos contaminantes y de bajo costo, como la solar, la eólica y el gas.

A continuación se presenta una imagen que resume la reforma a la industria eléctrica donde se muestra que con la reforma el recibo de luz bajará porque solamente se comprará a quien puede producir la electricidad a menor costo y se reducirán las pérdidas a lo largo de la cadena productiva.



Figura 339. (<http://consulmex.sre.gob.mx/littlerock/images/stories/PDF/RE.pdf>) consultada el 17 de octubre del 2013

### 3. Beneficios de la Reforma Energética a la industria eléctrica.

- El beneficio más importante de la Reforma Constitucional a la industria eléctrica, será que las familias, los comercios y la industria pagarán menos en sus recibos de luz, debido a que habrá mayor diversidad de fuentes de generación, incluyendo gas más barato y energías renovables. Al mismo tiempo, la generación se llevará a cabo por quienes produzcan a menores costos.
- Se contará con un árbitro independiente que garantice que la luz que se venda sea la más barata.

- Además se fortalecerá a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para que sea una empresa más autónoma y eficiente.

#### **IV. Conclusión.**

Es claro que si no hacemos nada con relación a la energía en México, corremos el riesgo de estancarnos y no crecer. Somos un país afortunado por contar con recursos naturales que pueden ser aprovechados para beneficio de los mexicanos.

Estamos listos para competir y colaborar. Es el momento de modernizarnos y retomar los fundamentos del Presidente Lázaro Cárdenas y llevarlos al siglo XXI para reforzar nuestra identidad nacional como potencia y generar mejores condiciones de vida para los mexicanos de ahora y de mañana.