UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Escuela Politécnica

GRADO EN EDIFICACIÓN

DEPARTAMENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

MATERIALES AISLANTES SOSTENIBLES

Autor: María Velázquez Rodríguez

Convocatoria: Noviembre, 2015

Tutores: Luis González Jiménez
María Beatriz Montalbán Pozas

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Escuela Politécnica

GRADO EN EDIFICACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

MATERIALES AISLANTES SOSTENIBLES

Tutores: Luis González Jiménez; María Beatriz Montalbán Pozas
Fdo: Fdo:

Alumno: María Velázquez Rodríguez
Fdo:

Tribunal Calificador

Presidente: José Luis Pedrera Zamorano
Fdo:

Secretario: José Carlos Salcedo Hernández
Fdo:

Vocal: Manuel Jesús Carretero Ayuso
Fdo:

CALIFICACIÓN:
FECHA:

MOTIVACIÓN PERSONAL

Este TFG describe la importancia de la sostenibilidad en la edificación, detallando consideraciones por las que tomar medidas para reducir el consumo energético y el uso racional de los recursos.

Se detallan algunos tipos de aislamientos térmicos y me concentro en los más convenientes desde el punto de vista social, económico y medioambiental para mantener el confort climático tomando como modelo recursos que nos ofrece la naturaleza con la función de proteger, aislar y renovarse por sí solos.

MOTIVAZIONE PERSONALE

Questo TFG descrive lìmportanza della sostenibilità edilizia, dettagliando le considerazioni da prendere per ridurre il consumo energetico e il uso razionale delle risorse.

Alcuni tipi di isolamento termico sono dettagliate e concentrarsi sulla più auspicabile dal punto di sociale, economico e ambientale comfort climático per mantenere le risorce modellate che la natura ci offre, con la funzione di proteggere, isolare e rinnvano se stessi.

INDICE

MOTIVACIÓN PERSONAL **2**
INDICE **3**
1. ASPECTOS PRELIMINARES **9**
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 10
1.2. OBJETIVO 10
1.3. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE 11
1.3.1. POLÍTICAS BASADAS EN LOS PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD 11
1.3.2. PRINCIPIOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE 11
1.3.3. DEFINICIONES 13
2. PROBLEMATICA DE CONSTRUCCIÓN **17**
2.1. INCIDENCIA AMBIENTAL 17
2.2. TIPOS DE FUENTES DE ENERGÍA 19
2.2.1. FUENTES DE ENERGÍA NO RENOVABLES 19
2.2.2. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES 22
2.2.3. LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA CONSTRUCCIÓN 23
3. CONCEPTOS A TENER EN CUENTA PARA LA VIVIENDA **26**
3.1. CONFORT CLIMÁTICO 26
3.2. LA VIVIENDA Y SUS PARTES 28
3.3. CICLO DE VIDA 30
3.3.1. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN 32
3.3.2. NORMATIVA 34
3.3.3. ECOETIQUETAS 35
3.3.4. COMPRA VERDE 36
4. IMPORTANCIA DEL AISLANTE TERMICO EN EDIFICIOS **38**
4.1. AISLANTES 40
4.1.1. AISLAMIENTO 42
4.1.2. ECO-AISLAMIENTO 42
4.1.3. AISLAMIENTO SOSTENIBLE 45
4.2. MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS 47
4.2.1. DESCRIPCIÓN 47

4.2.2. ROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS 47
4.2.3. INFORMACIÓN DE LAS ETIQUETAS DE LOS PRODUCTOS 50
4.2.4. PROPIEDADES DE RESISTENCIAS 51
4.2.5. SELECCIÓN DEL MATERIAL AISLANTE 53
4.2.6. FICHA DE PRODUCTO PARA LA CONRATACIÓN PÚBLICA ECOLÓGICA. 56
4.3. CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES AISLANTES 58
4.3.1. CLASIFICACIÓN POR SU ORIGEN 58
4.3.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS DE EMPLEO 59
4.3.3. MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 59
4.3.4. MARCADO CE DE LOS PRODUCTOS DE AISLAMIENTO TÉCNICO 59
5. PRESENTACIÓN DE MATERIALES 64
AISLANTES SINTÉTICOS: 64
5.1. POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS o poliexpan) 65
5.1.1. DESCRIPCIÓN 65
5.1.2. CICLO DE VIDA 65
5.1.3. TIPOS 69
5.1.4. PROPIEDADES 70
5.1.5. VENTAJAS 72
5.1.6. INCONVENIENTES 72
5.1.7. TABLA 73
5.1.8. CONCLUSIONES 73
5.2. POLIESTIRENO EXTRUIDO (XPS) 74
5.2.1. DESCRIPCIÓN 74
5.2.2. CICLO DE VIDA 74
5.2.3. TIPOS 77
5.2.4. PROPIEDADES 77
5.2.5. VENTAJAS 78
5.2.6. INCONVENIENTES 79
5.2.7. TABLA 79
5.2.8. CONCLUSIÓN 80
5.3. POLIURETANO (PUR o Polisocianurat) 81
5.3.1. DESCRIPCIÓN 81

5.3.2. CICLO DE VIDA 82
5.3.3. TIPOS 85
5.3.4. PROPIEDADES 87
5.3.5. VENTAJAS 89
5.3.6. INCONVENIENTES 90
5.3.7. TABLA DE CARACTERÍSTICAS 90
5.3.8. CONCLUSIÓN 90
AISLANTES INORGÁNICOS MINERALES: 92
5.4. ARLITA, (ARCILLA EXPANDIDA) 92
5.4.1. DESCRIPCIÓN 92
5.4.2. CICLO DE VIDA 92
5.4.3. TIPOS 94
5.4.4. PROPIEDADES 94
5.4.5. VENTAJAS 95
5.4.6. INCONVENIENTES 95
5.4.7. FICHA TÉCNICA 96
5.4.8. CONCLUSION 96
5.5. PERLITA y VERMICULITA 97
5.5.1. DESCRIPCIÓN 97
5.5.2. CICLO DE VIDA 98
5.5.3. TIPOS 99
5.5.4. PROPIEDADES 100
5.5.5. VENTAJAS 100
5.5.6. INCONVENIENTES 101
5.5.7. FICHAS TÉCNICA 102
AISLANTES INORGÁNICOS DE FIBRAS MINERALES: 103
5.6. LANA DE VIDRIO 104
5.6.1. DESCRIPCIÓN 104
5.6.2. CICLO DE VIDA 104
5.6.3. TIPOS 105
5.6.4. VENTAJAS 106
5.6.5. INCONVENIENTES 107

5.6.6. FICHA TÉCNICA 108
5.6.7. CONCLUSION 108
5.7. LANA DE ROCA 109
5.7.1. DESCRIPCIÓN 109
5.7.2. CICLO DE VIDA 109
5.7.3. TIPOS 111
5.7.4. VENTAJAS 112
5.7.5. INCONVENIENTES 112
5.7.6. FICHA TÉCNICA 112
5.7.7. CONCLUSIONES 113
AISLANTES ECOLÓGICOS 114
AISLANTES ORGÁNICOS: 115
5.8. CORCHO 115
5.8.1. DESCRIPCIÓN 115
5.8.2. CICLO DE VIDA 116
5.8.3. TIPOS 117
5.8.4. PROPIEDADES 119
5.8.5. VENTAJAS 120
5.8.6. INCONVENIENTES 122
5.8.7. TABLA 122
5.8.8. CONCLUSION 123
5.9. CAñAMO 124
5.9.1. DESCRIPCIÓN 124
5.9.2. CICLO DE VIDA 125
5.9.3. TIPOS 127
5.9.4. PROPIEDADES 131
5.9.5. VENTAJAS 131
5.9.6. INCONVENIENTES 132
5.9.7. TABLA 132
5.9.8. CONCLUSION 132
5.10. LINO 134
5.10.1. DESCRIPCIÓN 134

5.10.2. CICLO DE VIDA 134
5.10.3. TIPOS 135
5.10.4. PROPIEDADES 136
5.10.5. VENTAJAS 137
5.10.6. INCONVENIENTES 137
5.10.7. TABLA 137
5.11. FIBRA DE MADERA 138
5.11.1. DESCRIPCIÓN 138
5.11.2. CICLO DE VIDA 139
5.11.3. TIPOS 142
5.11.4. PROPIEDADES 143
5.11.5. VENTAJAS. 144
5.11.6. INCONVENIENTES. 144
5.11.7. TABLA 144
5.11.8. CONCLUSION 145
5.12. CELULOSA 146
5.12.1. DESCRIPCIÓN 146
5.12.2. CICLO DE VIDA 146
5.12.3. TIPOS 147
5.12.4. PROPIEDADES 148
5.12.5. VENTAJAS 149
5.12.6. INCONVENIENTES 149
5.12.7. TABLA 150
5.12.8. CONCLUSIONES 150
5.13. ALGODÓN 151
5.13.1. DESCRIPCIÓN 151
5.13.2. CICLO DE VIDA 151
5.13.3. TIPOS 152
5.13.4. VENTAJAS 153
5.13.5. INCONVENIENTES 153
5.13.6. FICHA 153
5.14. LANA ANIMAL 154

5.14.1. DESCRIPCIÓN 154
5.14.2. CICLO DE VIDA 154
5.14.3. TIPOS 157
5.14.4. PROPIEDADES 158
5.14.5. VENTAJAS 158
5.14.6. INCONVENIENTES 158
5.14.7. TABLA 159
5.14.8. CONCLUSION 159
6. TABLAS 160
6.1. TABLA DE CARACTERISTICAS AISLANTES Y TECNICAS 160
6.2. TABLA DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE 162
6.3. TABLA COMPARATIVA DE AISLAMIENTOS ECOLÓGICOS 164
6.4. TABLA COMPARATIVA DE VENTAJAS E INCONVENIENTES 166
6.5. CONCLUSIONES FINALES 167
7. BIBLIOGRAFIA 168
7.1. BIBLIOGRAFÍA 168
7.2. WEBGRAFÍA 168

1. ASPECTOS PRELIMINARES

"El mundo de la construcción está cambiando. Si hasta ahora se adquirían materiales e insumos teniendo en cuenta los costes para construir más rápido y más barato, ahora se tienen en cuenta otras variables, como las prestaciones medioambientales y sanitarias de estos materiales.

Por el deterioro del medio ambiente y los cambios en el clima, que obligan al conjunto de la sociedad y a todos los sectores productivos y económicos que lo provocan a una reorientación profunda de las pautas de producción y consumo.

> *El sector de la construcción contribuye de manera importante a ese deterioro en sus distintas fases (extracción y fabricación de materiales, diseño de la edificación y de sus instalaciones que influyen decisivamente en el rendimiento energético de la misma, gestión de la obra y de sus residuos…) y necesita dar un notable giro hacia la adopción de decisiones encaminadas hacia la sostenibilidad."*[1]

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta que en la actualidad el mayor porcentaje de construcción en España recae en la reforma o rehabilitación de edificios, centro el estudio de este documento a las consideraciones oportunas para la actuación de forma sostenible. Teniendo en cuenta el uso de materiales aptos dentro de este ámbito.

Estamos en un punto en el que es imprescindible tomar las medidas adecuadas destinadas a reducir nuestra balanza en el consumo de energía a partir de combustibles fósiles.

[1] Guía de Construcción Sostenible. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). 2005

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

"Dado que el 40% de materiales utilizados en la Unión Europea está destinado a la construcción y mantenimiento de edificios, hemos pasado por cambios fundamentales en el desarrollo de la obtención de los materiales, ya que tiempo atrás las poblaciones rurales los conseguían en sus proximidades con un bajo impacto sobre el territorio. Más tarde, con medios de extracción y elaboración más poderosas y eficaces, y medios de transporte más accesibles, la producción de materiales devino en una actividad de alto impacto.

Estos datos nos hablan de un sector profundamente impactante sobre el medio económico, ecológico y social, en definitiva un sector INSOSTENIBLE."

La construcción responde a una realidad social, política y económica determinada. La ciencia y la técnica pretendieron los recursos ilimitados alejando la interacción con el entorno.

"Debemos esforzarnos para llevar a cabo y conseguir avanzar hacia un modelo de construcción que no despilfarre energía, recursos naturales y, a su vez, no desborde nuestros vertederos con una avalancha de los denominados Residuos de Construcción y Demolición.

Para atender a un modelo de construcción sustentable consideramos Materiales de Construcción Sostenibles, siendo aquellos que sean duraderos y que necesiten un escaso mantenimiento, que puedan reutilizarse, reciclarse o recuperarse." [2]

1.2. OBJETIVO

El objetivo de este estudio es debido a la importancia del confort climático del usuario en la vivienda sin tener que recurrir a un excesivo gasto energético así como detallar los materiales más adecuados ambiental o energéticamente.

Dado que las características de los materiales que nos rodean son las responsables de controlar ese confort y reducción de la factura de energía, se comparan aislamientos que a la vez de cubrir estas exigencias, se correspondan dentro de los ámbitos de la bioconstrucción.

[2] Guía de Construcción sostenible. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). 2005

1.3. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Entenderemos el termino de construcción sostenible, debiendo ser mucho más que aquella que ahorra energía y ver el concepto de sostenibilidad como "Desarrollo capaz de alcanzar el equilibrio entre el desarrollo económico y el uso racional de los recursos".

1.3.1. POLÍTICAS BASADAS EN LOS PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD

- *En la equidad y la solidaridad.*
- *En el principio de prevención.*
- *En la que analizamos todo su ciclo de vida.*
- *Los problemas se solucionan en el origen.*
- *En el principio de participación.*
- *Los desarrollos locales prevalecen.*

"Para analizar un buen comportamiento de la construcción se hará a partir de un Análisis de Ciclo de Vida, donde refleja su funcionamiento con la concepción a través de un planeamiento urbanístico, la plasmación de la idea en el proyecto, la ejecución de las obras, la utilización del edificio y la finalización de su vida útil.

La explosión de la conciencia ecológica y el avance imparable de los precios del petróleo hacen que lo ecológico posea un valor añadido, asistimos a un potente movimiento encaminado a construir de forma sostenible.

Por un lado la corriente arquitectónica denominada eco-tech, dando resultado edificios de alta eficiencia energética. Por otro, la corriente basada en la regeneración ecológica de lo ya construido."[3]

1.3.2. PRINCIPIOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Aun así, podemos arriesgarnos a esbozar los espacios de todo edificio sostenible como una construcción que:

- *se adapta y es respetuosa con su entorno,*
- *ahorra recursos,*
- *ahorra energía,*
- *cuenta con los usuarios.*

[3] Guía de Construcción sostenible. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). 2005

a) ***"Se adapta y es respetuosa con su entorno:***

Respeto por el agua, la tierra, la flora, la fauna, el paisaje, lo social, lo cultural…

Conocimiento del clima, del sol, del viento, la latitud, la pluviosidad, la temperatura…

b) ***Ahorra recursos:***

Mediante el empleo de **materiales de bajo impacto ambiental y social a lo largo de todo su ciclo de vida**, los sistemas constructivos (en lo que se refiere a la forma de colocar estos materiales) en el edificio profundizando en el criterio de ahorro y austeridad.

c) ***Ahorra energía:***

El termino construcción sostenible se ha entremezclado con la denominada Arquitectura Bioclimática. Para así conseguir un ahorro sustancial en el consumo energético de la vivienda.

Aboga por una actuación lógica, **minimizando las necesidades energéticas** con estrategias pasivas, diseño, orientación, **uso de aislamientos**… usando equipos que consuman menos, energías renovables.

Ahorro + Eficiencia + Energías renovables.

d) ***Cuenta con los usuarios:***

Los edificios se construyen para ser habitados por personas, se debe fomentar su participación en todo su ciclo de vida."[4]

Todos estos conceptos se nos presentan como ejes conductores de lo que debería ser llamada construcción sostenible.

[4] Guía de Construcción Sostenible. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS).

1.3.3. DEFINICIONES

a) ***Bioconstrucción***

"Entendemos la Bioconstrucción como el acto de construir preservando la vida, la vida de los que habitan en lo que construimos, las personas, y la vida del entorno que soporta lo que construimos, los ecosistemas, la tierra. Es una necesidad intrínseca a la función de habitar el que la casa transpire, que no acumule gases tóxicos, ni radiaciones naturales y artificiales, ni emisiones tóxicas, que su mantenimiento sea óptimo, que sean duraderos y que el modo de producción de los mismos sea sostenible, es decir que tenga la menor repercusión sobre el entorno.

En Bioconstrucción valoramos los materiales utilizados en la obra desde su **análisis de ciclo de vida**: es decir la extracción, transformación, manipulación, uso y reciclaje o reintegración en la naturaleza. Procuramos que el material sea lómenos contaminante posible en todos sus posibles impactos medioambientales, usos de los recursos, toxicidad, emisión de CO2, acidificación, etc...

La Bioconstrucción camina de la mano de la geobiología, sin un buen estudio sobre el entorno y un análisis del telurismo y campos electromagnéticos artificiales, no tiene sentido construir muy "bio" ya que no vamos a garantizar la salud de los habitantes del edificio bioconstruido. También camina de la mano de la bioclimática, sin un buen diseño según los condicionantes climáticos del lugar, una construcción "bio" se quedaría coja, no cumpliría unos criterios de aprovechamiento de los recursos energéticos naturales, el sol, el viento y la topografía."[5]

Materiales propios de la bioconstrucción.

"La toma de conciencia sobre el entorno, es lo que lleva a formular modelos o aplicación de técnicas de diseño y construcción para edificaciones verdes, edificaciones con opciones de sostenibilidad, procesos constructivos a favor de las arquitecturas de Tierra que evocan la presencia de los cuatro elementos de la naturaleza: tierra, agua, aire y fuego, en los procesos de la vida en justa proporción, donde si

[5] http://www.geobiologia.org/gea/bioconstruccion

analizamos esta proporción para aproximarnos a la óptima, desde una perspectiva biológica, que considera la resonancia entre la arquitectura y sus moradores, se pondrían en valor estas arquitecturas de tierra, ya que en combinación con la piedra para los cimientos, la madera para las techumbres, la arcilla cocida para cubiertas y las formas dadas a estos materiales, resuelven la armonía de estos elementos. La tierra, y su forma simbólica asociada, el círculo, han resuelto históricamente el fundamento de la arquitectura habitacional."[6]

b) ***Geobiología***

La **geobiología** trata especialmente de todo aquello que puede afectar a la salud o al bienestar de las personas en su entorno y, más concretamente, en su hábitat. Su nombre se debe a la unión de los vocablos Geo (Tierra) y Bio (Vida). Por eso, también es conocida como la ciencia del hábitat.

Un tipo de construcción absolutamente relacionada con el emplazamiento, el clima, los materiales locales y el sol implica afinidad con los procesos naturales, que nos ofrecen potencialmente la posibilidad de un consumo reducido de las energías vitales.

c) ***Arquitectura bioclimática***

Puede definirse como la arquitectura diseñada sabiamente para lograr un máximo confort dentro del edificio con el mínimo gasto energético. Para ello aprovecha las condiciones climáticas de su entorno, transformando los elementos climáticos externos en confort interno gracias a un diseño determinado. Si en algunas épocas del año fuese necesario un aporte extra, se recurriría si fuese posible a las fuentes de energía renovable. Así debería de ser toda "buena" arquitectura, pero en cambio no todas las casas son bioclimáticas, muchas derrochan muchísima energía.

La arquitectura bioambiental apunta a que el clima contribuya favorablemente las exigencias del confort térmico en la vivienda.

[6] http://www.geobiologia.org/gea/bioconstruccion

Para ello se hace un estudio bioclimático, gracias a tablas, gráficos y curvas, proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional.

De acuerdo a los resultados de humedad, temperatura y demás, se trabaja con que conviene para la edificación, materiales, ubicación, aprovechamiento del terreno, manejo del entorno, control y uso del sol.

Una vivienda bioclimática si bien su costo de construcción es mayor, se recompensa con la disminución de consumo de energía y el confort proporcionado.

Estas viviendas tienden a tener muros más gruesos, con materiales aislantes, carpinterías con vidrio doble, sistema termo solar, paneles solares, sistema recolectores de agua lluvia, etc.

Por ello en la actualidad se procede a evaluar la eficiencia energética de las viviendas, para así poder gestionar un menor consumo de las mismas.

d) ***Arquitectura sustentable***

La arquitectura sustentable es un modo de concebir el diseño arquitectónico de manera sostenible, buscando aprovechar los recursos naturales de tal modo que minimicen el impacto ambiental de las edificaciones sobre el medio ambiente. Es decir, *satisfacer las necesidades de las generaciones presentas sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.*

La arquitectura sustentable genera beneficios económicos, sociales y ambientales, garantiza la calidad de la construcción y una sana administración de los recursos.

La construcción más recomendable para una determinada zona debe cumplir con principios ambientales que se deducen después de un análisis del lugar. Las orientaciones, la posibilidad de tener ventilación cruzada, la aislación térmica, son estrategias óptimas para algunos climas como el de la provincia de Extremadura.

El estudio del recorrido del sol y su incidencia es fundamental para aprovechar su energía y disponer las construcciones de la mejor manera. Una buena orientación permitirá ahorrar gas y energía eléctrica en iluminación, calefacción y refrigeración.

Es bueno incluir materiales de la zona para un desarrollo regional, o materiales con porcentaje de reciclado.

Con respecto al agua, se puede hacer uso de agua de lluvia, aguas grises, establecer consumos máximos de agua o griferías y utilizar accesorios que racionalicen el agua. Los parques y jardines deben tener una vegetación nativa o adaptada para evitar un excesivo riego.

También es importante la incorporación de energías renovables a la construcción. Podemos utilizar colectores solares para la calefacción y el agua caliente, o instalar generadores de energía eólica en lugar de vientos óptimos.

Para diseñar arquitectura sustentable es esencial estudiar cada caso con sus características y contexto. Cada obra necesita un análisis proyectual y decisiones propias.

La Arquitectura Sustentable inicia las nuevas tecnologías aplicables a mejorar la sustentabilidad en la arquitectura, tratando distintas formas constructivas para mejorar la eficiencia en el uso de electricidad para iluminación y calefacción, el manejo adecuado de los residuos y del agua en casas y edificios. También analiza los conceptos de la normativa LEED (Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental).

2. PROBLEMATICA DE CONSTRUCCIÓN

"La importancia de los materiales de construcción a la hora de crear un modelo de construcción sostenible es innegable; solamente la construcción y mantenimiento de edificios consume el 40% de los materiales empleados en la Unión Europea."[7]

"El proceso de fabricación de los materiales y productos de la construcción tiene un fuerte impacto que afecta negativamente al medio ambiente, provocando la disminución de los recursos naturales y el aumento del gasto energético. La extracción del material natural, su transformación en materia prima, el proceso de fabricación del producto y el consumo de energía derivada del petróleo, originan emisiones de todo tipo, muchas tóxicas, contaminantes y potencialmente peligrosas para la salud."[8]

2.1. INCIDENCIA AMBIENTAL

"Hay 5 puntos en los que podemos focalizar el impacto que causan los materiales sobre la salud y el medio ambiente:

a) ***Consumo de energía***

Utilizar materiales de bajo consumo energético en todo su ciclo vital, será uno de los mejores indicadores de sostenibilidad. Los materiales pétreos como la tierra, la grava o la arena, y otros como la madera, presentan el mejor comportamiento energético. Los plásticos y los metales consumen mucha energía en el proceso de fabricación; sin embargo, los plásticos son muy aislantes y los metales, muy resistentes.

b) ***Consumo de recursos naturales***

El consumo a gran escala de ciertos materiales puede llevar a su desaparición. Sería una opción interesante el uso de materiales que provengan de recursos renovables y abundantes, como la madera.

c) ***Impacto sobre los ecosistemas***

El uso de materiales cuyos recursos no provengan de ecosistemas sensibles, es otro punto a tener en cuenta. Como las maderas tropicales sin garantías de su origen.

[7] Guía de Construcción Sostenible. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS).
[8] Apuntes del Curso sostenibilidad ITEC, El Colegio de Arquitectos de Catalunya, el de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona.

d) ***Emisiones que generan***

La capa de ozono se redujo, entre otras razones, por la **emisión de los clorofluorocarbonos (CFC)**. El PVC, defensor en la causa en la industria del cloro, debido a sus emisiones de *furanos* y *dioxinas*, tan contaminantes, van siendo prohibidos en cada vez más usos.

e) ***Comportamiento como residuo***

Al concluir su vida útil, los materiales pueden causar graves problemas ambientales. El impacto será menor o mayor según su destino (reciclaje, incineración, reutilización directa). El uso posterior de vigas de madera, antiguas tejas cerámicas o material metálico para chatarra es muy apreciable".[9]

"El origen de estos grandes problemas está, principalmente, en la ***emisión de gases en la atmósfera***. El dióxido de carbono (CO2), los clorofluorocarburos (CFCs), los óxidos de azufre y nitrógeno (SO2 y NO2) son, entre otros, los ***causantes del calentamiento de la atmósfera***, la desprotección solar de la tierra, la acidificación de lagos y embalses y la destrucción de bosques. Los principales emisores de estos gases son los procesos de producción de energía en las centrales térmicas y la ignición de combustibles en transportes, calderas o motores de combustión.

Lo que acabamos de decir significa que *nuestro papel para contribuir a resolver aquellos problemas es muy importante*: solo disminuyendo el gasto energético de nuestro edificio, reducimos la producción de energía y por tanto la emisión de los gases perjudiciales para el medio ambiente.

Otras grandes cuestiones que nos deben preocupar son el ***agotamiento de recursos naturales y el aumento progresivo de residuos***. El agua, la madera, los minerales y el petróleo son cada vez más difíciles de garantizar para las generaciones futuras. Por otra parte, todos los días generamos cantidades ingentes de residuos que se acumulan en depósitos y vertederos, muchas veces con poco control sobre su toxicidad potencial."[10]

[9] Apuntes del Módulo de Sostenibilidad. Curso de Adaptación a Ingeniero de la Edificación Escuela Politécnica de Cáceres UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA Beatriz Montalbán Pozas.
[10] Apuntes del Curso sostenibilidad ITEC

2.2. TIPOS DE FUENTES DE ENERGÍA

"Las fuentes de energía renovables son regenerativas e inagotables (solar, eólica, geotérmica y biomasa).

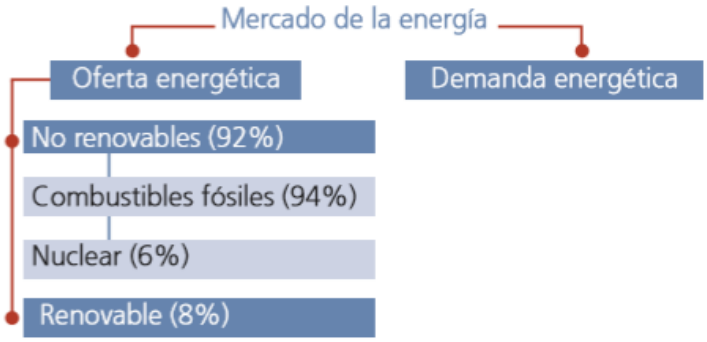
Las fuentes de energía no renovables proceden del subsuelo y pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas. Estas fuentes de energía son finitas y la naturaleza tarda mucho tiempo en restituirlas. Se pueden dividir en dos tipos:

– Combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas)
– Minerales radioactivos

2.2.1. FUENTES DE ENERGÍA NO RENOVABLES

- Los combustibles fósiles son hidrocarburos, principalmente carbón, petróleo y gas natural, que se forman a partir de los restos fosilizados de plantas y animales muertos mediante la exposición al calor y la presión de la corteza terrestre durante cientos de miles de años. No hay ningún otro elemento en la naturaleza que acumule tanta cantidad de energía y que sea tan fácil de quemar.
- La energía nuclear procede de la fisión del uranio enriquecido, que se encuentra en la naturaleza en su forma primaria.

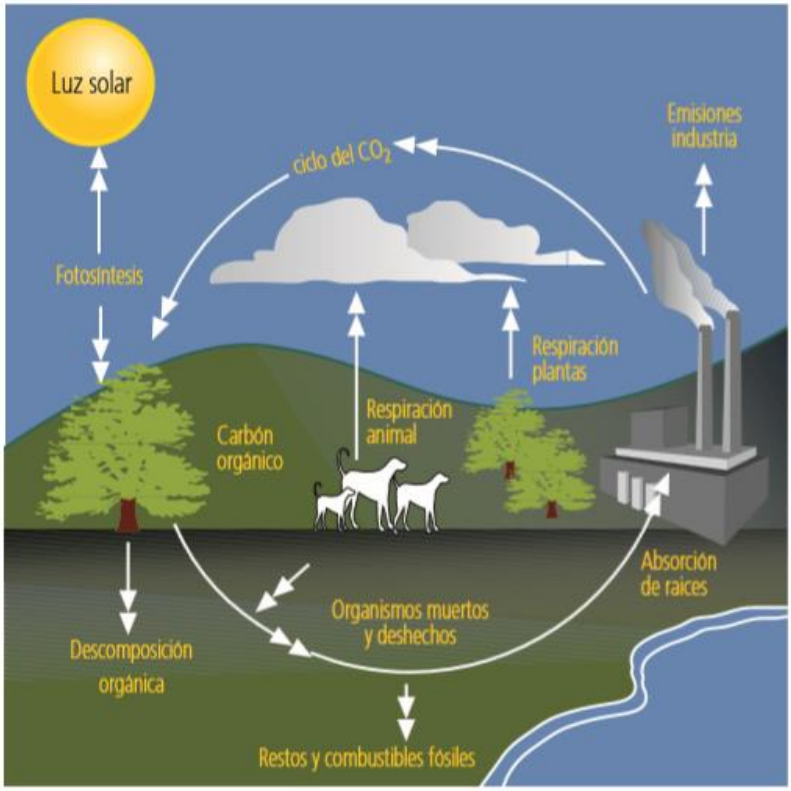
Uso energético y emisiones de CO2



La preeminencia de la utilización de combustibles fósiles en el mix energético actual deriva en una gran cantidad de emisiones de CO2 a la atmósfera. El reparto de la contribución de estos combustibles a las emisiones derivadas de fuentes de energía es el siguiente:

- Combustibles sólidos (p.ej. carbón): 29%
- Combustibles líquidos (p.ej. petróleo): 39%
- Combustibles gaseosos (p. ej. gas natural): 26%

El ciclo del carbono incluye la absorción del dióxido de carbono por parte de las plantas mediante la fotosíntesis, su ingestión por los animales y su liberación a la atmósfera mediante la respiración y la descomposición de materiales orgánicos. Las actividades humanas, como la combustión de combustibles fósiles, contribuyen a la liberación de dióxido de carbono en la atmósfera.



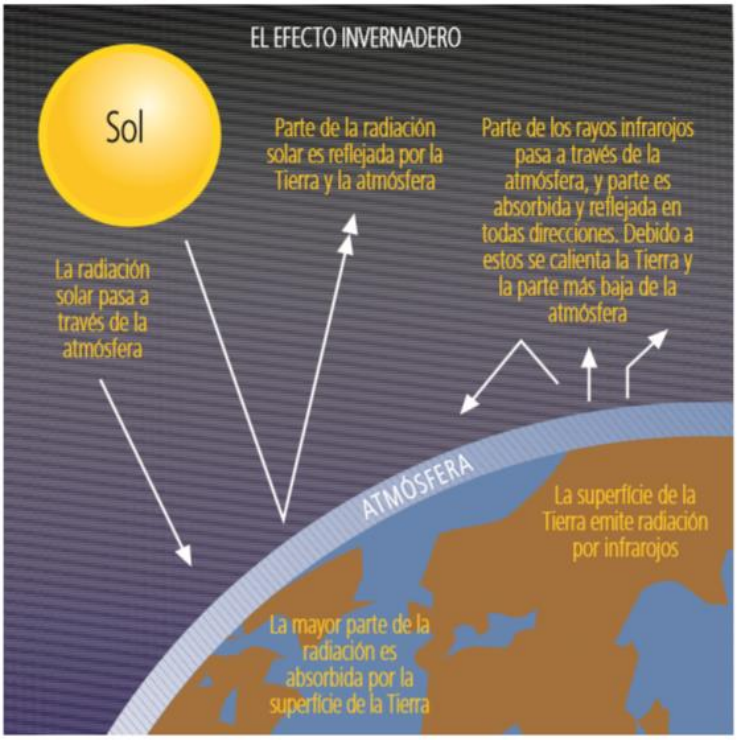
Dióxido de carbono (CO2): se encuentra naturalmente presente en bajas concentraciones en la atmósfera, pero la quema de combustibles fósiles y la deforestación están causando un severo aumento de dichas concentraciones.

Se trata de un gas de efecto invernadero debido a su capacidad de absorber muchas longitudes de onda infrarrojas de la luz solar y debido al tiempo que permanece en la atmósfera. Este efecto es esencial para la fotosíntesis de las plantas y en general para la vida en la Tierra. Sin embargo, un aumento descontrolado del CO2 contribuye al calentamiento global.

El aumento de CO2 ya está causando importantes cambios en el clima mundial. Muchos atribuyen el aumento observado de 0,6ºC en la temperatura media mundial durante el siglo pasado a dicho aumento.

CO2 y el efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno natural necesario para capturar el calor del sol y mantener la temperatura de la superficie de la Tierra a un nivel necesario para que haya vida.



La energía luminosa emitida por el sol se irradia desde la superficie de la Tierra en forma de calor. La mayor parte de este calor se pierde en el espacio, pero otra parte queda atrapada en la atmósfera por los gases de efecto invernadero. Este efecto mantiene la Tierra aproximadamente 33°C más cálida de lo que estaría de otro modo.

- El efecto invernadero ha aumentado mucho en las últimas décadas en comparación con los niveles anteriores a la Revolución Industrial. Se ha demostrado que este aumento ha sido causado por la actividad humana, y específicamente por la combustión de los combustibles fósiles y la deforestación.
- La consecuencia principal de este aumento es el fenómeno llamado calentamiento global, debido al cual las temperaturas medias de la superficie de la Tierra están aumentando de forma continuada."[11]

[11] Manual del Aislamiento. URSA Insulation, S.A. Madrid (España) 2009

2.2.2. FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES

"Una construcción sostenible será aquella que ahorra energía, así lo mencionaban los principios de la arquitectura verde. Pero además, si queremos caminar hacia la sostenibilidad debemos seleccionar el tipo de energía que empleamos para cubrir nuestras necesidades.

Cerca del 40% de la energía consumida en la Unión Europea se consume en la construcción, en servicios e industria afín.

- **El ahorro**

  Como he comentado anteriormente, podemos emplear diversas estrategias que nos ayudan a aprovechar las condiciones climáticas del lugar donde se asienta nuestra construcción. El diseño de los edificios nos permite ahorrar energía; el ahorro más eficaz y más sencillo, no necesitamos una compleja tecnología, tan sólo conocer las posibilidades que el entorno nos ofrece. Con medidas sencillas podemos esperar ahorros de hasta un 65%.

- **La eficiencia energética**

  Aun aplicando medidas de ahorro seguiremos necesitando energía; menos, pero energía al fin y al cabo. Para minimizar el consumo de energía en nuestros edificios podemos emplear elementos y electrodomésticos de alta eficiencia; capaces de usar menos energía y dar el mismo servicio. Uso de termostatos para controlar la temperatura de las estancias, empleo de sistemas centralizados de mayor rendimiento (calderas de condensación, de baja temperatura).

- **Empleo de energías renovables**

  Aplicando medidas de ahorro y eficiencia conseguiremos reducir de forma sustancial nuestra factura energética. Para las necesidades que todavía nos queden, reservamos nuestro tercer sumando, el empleo de las energías renovables:

  – Energías que tienen una capacidad natural de regeneración permanente, no se agotan.
  – Energías que presentan un bajo impacto ambiental.

– Energías que pueden utilizarse para obtener electricidad, climatización, agua caliente sanitaria. Tanto para una única vivienda como para un edificio de varias plantas, una industria, una granja...

En el balance energético general la aportación de las energías renovables es aún baja, aunque se espera un notable incremento en años próximos.

	Mundo	Unión Europea	España
Petróleo	37%	42%	52%
Combustibles sólidos	25%	16%	17%
Gas natural	21%	22%	12%
Renovables	11%	6%	6%
Nuclear	6%	14%	13%

Balance energético en el mundo y en la Unión Europea

El tipo de energía renovable más adecuado a cada caso dependerá de las condiciones del emplazamiento (latitud, vientos, orografía, etc.) y de las instalaciones a las que se van a aplicar.

46%	Biomasa	Obtiene combustible a partir de materiales vegetales y residuos orgánicos (p.e. leña).
45%	Hidráulica	Aprovecha la diferencia de altura del agua para producir electricidad.
8%	Eólica	Aprovecha la fuerza del viento para producir electricidad o bombear agua.
1%	Solar	Con los paneles solares podemos calentar agua o producir electricidad.
	Geotérmica	Aprovecha el calor procedente del interior de la tierra.

Tipos de energías renovables más utilizadas

2.2.3. LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA CONSTRUCCIÓN

a) ***Biomasa***

Las posibilidades de emplear biomasa para la producción de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) son largamente conocidas. Desde siempre los restos orgánicos han supuesto un combustible para calefactar el medio rural. Como siempre, lo que podemos hacer, y de

hecho hacemos, es actualizar los conocimientos adquiridos y darles una mano de tecnología.

b) ***Energía eólica***

La producción de electricidad puede darse tanto a pequeña escala como a gran escala. Los pequeños molinos domésticos se aplican normalmente a viviendas particulares aisladas de zonas rurales, mientras que los aerogeneradores de mayores dimensiones se encuentran agrupados en conjunto, formando un parque eólico conectado a la red eléctrica.

c) ***Energía solar***

La energía solar puede aprovecharse mediante captación activa o pasiva. La captación solar activa se realiza mediante paneles captadores que transforman los rayos solares en energía térmica o bien en energía eléctrica (fotovoltaica).

Los captadores solares son actualmente el medio más económico para el suministro de agua caliente corriente. La energía solar térmica se aplica fundamentalmente para producir agua caliente sanitaria (ACS), calentar el agua de las piscinas y, en algunos casos, para calefacción mediante suelo radiante o aire caliente, además de su posible uso en procesos industriales, granjas, etc.

La transformación de la energía solar directamente en electricidad hace posible obtener de forma limpia una energía de gran calidad. Actualmente la transformación fotovoltaica de la energía solar resulta una alternativa competitiva para electrificar instalaciones relativamente alejadas del tendido eléctrico (edificaciones rurales, riego, señalización, alumbrado público, etc.).

d) ***Energía solar térmica***

Común es el acuerdo de tomar a la energía solar térmica como la energía renovable más interesante a aplicar en la construcción de viviendas. De una forma sencilla y completamente avalada por la experiencia, con una tecnología que mejora rendimientos, podemos cubrir gran parte de nuestras necesidades de ACS y de climatización. Esto hace que las administraciones, a través de ordenanzas solares y

líneas de subvención, apuesten, de forma más o menos intensa, por la instalación de estos sistemas.

e) ***Energía solar fotovoltaica***

La tecnología solar fotovoltaica nos permite aprovechar la energía que nos llega del sol transformándola directamente en electricidad. Tradicionalmente, la energía solar fotovoltaica se ha utilizado para suministrar energía eléctrica a lugares donde no era económicamente rentable llevar las líneas eléctricas; la electrificación rural de emplazamientos aislados, los repetidores de telecomunicaciones y el bombeo de agua en fincas rústicas.

Poco a poco, estas utilizaciones se han ido diversificando y acercando a las zonas más densamente pobladas y actualmente son de gran interés las instalaciones que se encuentran conectadas a la red.

El problema tradicional de las instalaciones fotovoltaicas era la acumulación de la energía. La posibilidad de verter la electricidad a la red, el acumulador ideal, abre nuevos caminos. El usuario a final de mes cobrará de la compañía el resultado de esta «venta de energía».

f) ***Geotérmica***

La calefacción geotérmica es una variante del sistema conocido como bomba de calor, basado en llevar el calor de un sitio a otro. Una bomba geotérmica capta el calor del exterior y lo introduce en el interior de la vivienda.

La manera más recomendable de captar calor es a través de una sonda introducida en el terreno. A una profundidad de entre 10 y 20 m la temperatura se mantiene constante a lo largo del año. Las sondas pueden ser abiertas siempre que se llegue hasta una corriente de agua subterránea empleando la misma como líquido caloportador. Del mismo modo, tendremos las sondas cerradas donde incluimos un líquido en su interior circulan do en un circuito cerrado."[12]

[12] Guía de Construcción Sostenible. ISTAS

3. CONCEPTOS A TENER EN CUENTA PARA LA VIVIENDA

“Hay un punto de vista muy importante en la arquitectura, que es el de la molestia o comodidad que pueden producirnos las características ambientales de un espacio determinado. Este concepto, que normalmente designamos con la palabra "confort", puede ser, hasta cierto punto, independiente del de la percepción que hemos visto hasta ahora, esto queda de manifiesto al ver cómo el confort (o disconfort) puede ser una sensación inconsciente, que en muchos casos sólo reconocemos si alguna circunstancia hace que nos fijemos.

Los parámetros ambientales de confort son manifestaciones energéticas, que expresan las características físicas y ambientales de un espacio habitable, independientemente del uso del espacio y de sus ocupantes. Estos parámetros pueden ser específicos de cada uno de los sentidos (térmicos, acústicos o visuales), y ello permitirá que, en muchos casos, se puedan "calcular" con unidades físicas ya conocidas (grado centígrado, decibelios, lux, etc.), al ser simplemente unidades de medida de las condiciones energéticas que se producen en un ámbito determinado. Otro tipo de parámetros son los generales, que afectan a todos los sentidos a la vez, como las dimensiones del espacio, el tiempo, etc.

Las causas de confort del usuario son condiciones exteriores al ambiente que influyen sobre la apreciación de éste.

3.1. CONFORT CLIMÁTICO

Al considerar el confort climático distinguimos dos campos generales (aunque, a veces, relacionados): el primero es la calidad del aire para la respiración.

El segundo campo a considerar, mucho más estudiado, es el del ***confort térmico***, donde intervienen los complejos fenómenos energéticos de intercambio de energía entre el cuerpo y el ambiente. El ser humano, como animal de sangre caliente, mantiene una temperatura interior constante frente a las variaciones exteriores y usa para ello los mecanismos de regulación conocidos como "homeostasis" que permite que el cuerpo regule la producción de calor y su pérdida para mantener el equilibrio. Estos órganos actúan modificando el flujo sanguíneo, el metabolismo, la cantidad de transpiración y el ritmo respiratorio.

De acuerdo con estos sistemas de eliminación de energía del cuerpo humano, los "*parámetros térmicos*" de un ambiente serán los que influyen sobre los mismos, o sea:

- Temperatura del aire que envuelve el cuerpo, que regula la cesión de calor por conducción convección y por respiración.
- Temperatura de radiación, media ponderada de las superficies que envuelven el cuerpo, que influye sobre los intercambios radiantes.
- Humedad relativa del aire, que modifica las pérdidas por evaporación de transpiración y la humedad cedida con la respiración.
- Velocidad del aire respecto al cuerpo, influyente en la disipación por convección y en la velocidad de evaporación de la transpiración.

La acción de los cuatro parámetros es conjunta, aunque actúen sobre mecanismos hasta cierto punto diferentes. La sensación global del cuerpo puede ser independiente de que un mecanismo determinado o una parte del cuerpo concreta esté recibiendo una percepción contraria al efecto conjunto. Este hecho hace que, hasta cierto punto, se puedan compensar sensaciones exageradas y que cualquier evaluación de las cualidades térmicas de un espacio deba tener en cuenta obligatoriamente los cuatro parámetros a la vez."[13]

"El calor es una energía que no vemos pero que sentimos. En las casas llega desde el exterior a través de la temperatura del aire y de la radiación solar y puede ayudar o empeorar a que la casa mantenga una temperatura que consideremos de confort. *Las características de los materiales que nos rodean son las responsables de la eficacia a la hora de controlar la influencia del clima exterior y de paso*, en reducir la factura de energía que vamos a utilizar para poder compensar lo que la vivienda no pueda conseguir."[14]

"*Un **edificio bien aislado** consume menos energía pues conserva mejor la temperatura en su interior.*

- ***Mejorar el confort y el bienestar para el usuario***: el confort expresa una sensación respecto al ambiente. Una vivienda aislada térmicamente contribuye al bienestar del usuario ayudando a mantener una temperatura de confort dentro de la vivienda, tanto en invierno como en verano.

[13] Arquitectura y energía natural. Ediciones UPC, Rafael Serra Florensa Y Helena Coch Roura. 1995
[14] http://www.solarizate.org/pdf/castellano/fichasalumnos/ficha12.pdf

- ***Disminuir las emisiones de gases con efecto invernadero*** (principalmente CO2): las calderas de gas, derivados de petróleo o carbón emiten gases en su combustión (CO2 y otros). También la producción de energía eléctrica lleva asociada emisiones de CO2. *Una casa bien aislada térmicamente contribuye a reducir el consumo de energía y, por tanto, la emisión de gases con efecto invernadero.* El Medio Ambiente lo notará."[15]

"La vivienda sirve para protegernos de las condiciones del clima, por eso es importante ver primero qué condiciones se presentan. Básicamente hay tres condiciones:

1. *El trópico húmedo, el cual es caliente con mucha lluvia, bastante vegetación y poca diferencia de temperatura entre el día y la noche.*
2. *El trópico seco, caliente con poca lluvia, poca vegetación y grandes cambios de temperatura entre el día y la noche.*
3. *El clima templado en el que en épocas del año hace bastante frio, especialmente durante las noches.*

La vivienda debe responder al clima del lugar en armonía con el ambiente en el que se encuentre y es mejor utilizar los materiales en armonía con el tipo de construcción tradicional, así no dará problemas de malestar.

3.2. LA VIVIENDA Y SUS PARTES

Son tres las funciones básicas que debe tener una vivienda, en cuanto a su abrigo:

- Protección del sol y lluvia.
- Protección de la humedad del suelo.
- Protección del viento y sismos.

Los problemas de mantenimiento de la casa, como filtraciones de agua, insectos, calor o frio excesivo ocurren en primer lugar en las juntas o conexiones de las partes: techo, piso y paredes. Igualmente, las fallas de construcción, a través de los efectos de viento, lluvia o temblores, frecuentemente empiezan a ser notorios en estos puntos.

[15] www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10501_Guia_practica_rehabilitacion_edificios_aislamiento_5266ec2a.pdf

Frecuentemente las influencias del medio ambiente nos son medio desconocidas y las aprovechamos mal. En estas ocasiones no solo la protección que presta resulta incompleta sino que además raramente sabemos transformar las influencias negativas en positivas.

La cubierta, forjados y cerramientos, deben aprovechar o evitar las condiciones favorables o desfavorables del ambiente natural.

A continuación se describen algunas buenas formas de construir para aprovechar las condiciones ambientales a nuestro favor.

- Evitar que los rayos del sol alcancen la pared, ya que esta se calienta de afuera hacia adentro y la temperatura interior sube al penetrar al interior de la vivienda.
- También evitar que los rayos se reflejen, a través de grandes ventanas o agua cercana.
- La mejor protección en el exterior son las plantas y árboles que ni reflejan ni guardan calor.
- Se deben ventilar bien los espacios para que el calor circule y no se quede estacionado, posicionando adecuadamente las ventanas y puertas
- Las aberturas en el techo son una buena manera de dejar que el aire caliente salga, ya que este siempre sube.
- La iluminación natural es una manera de dar claridad en las habitaciones durante el día usando la luz del sol. Se deben ubicar las ventanas para una buena ventilación y brisa agradable en el edificio además de meter la suficiente luz en el cuarto.
- La calidad de la luz estará determinada por el tamaño de la ventana, la forma de la habitación, la orientación del edificio, el reflejo del sol u otros edificios afuera, sus sombras, la condición del clima, etc., depende de las condiciones del lugar.
- Considerando la actividad que se vaya a hacer dentro de los espacios se determinará la altura de la ventana.
- La luz es salud, ya que en la oscuridad los virus y bacterias crecen, los rayos deben entrar y sanear la casa.

Antes de elegir los materiales para construir edificios o casas para la comunidad hay que pensar en:

- Como es su mantenimiento. Si será necesario poner mucho dinero y esfuerzo para mantener sus condiciones durante la vida de este.
- Como responde el material ante el frio o el calor, debiendo ayudar a mantener la casa confortable.
- Si el material es de la región y si hay suficiente, que no se dependa de otras personas o condiciones de fabricación y transporte.
- Si en la región existe la posibilidad de convertir la materia prima en materiales de construcción.
- Si hay en la comunidad bastante mano de obra para utilizar tal tipo de material.
- Cuando no hay suficiente material local, como se va a traer de afuera para que no se rompa y mientras se tiene guardado, como evitar que se eche a perder.
- Cuál es el tiempo de duración de los materiales y si son apropiaos para el clima de la región. Algunos materiales se desgastan muy rápidos en un clima y duran más en otro.
- Como usar un material sobre otro. Si hay compatibilidad de estos.
- Comprar todos los materiales necesarios para terminar la obra.“[16]

3.3. CICLO DE VIDA

Cuando analicemos el comportamiento de los materiales debemos tener en cuenta el Ciclo de Vida.

“La herramienta de trabajo más utilizada en el estudio de la repercusión ambiental de materiales y soluciones constructivas es el **Análisis de Ciclo de Vida** (ACV). Este método analiza los diferentes procesos a qué están sometidos los materiales (producción, transporte, utilización, etc.) y establece indicadores que los penalizan: efecto invernadero, ozono, energía, residuos, etc.

En general, las soluciones constructivas más correctas son las que tienen unas dimensiones ajustadas al cálculo (para reducir el volumen del material y por tanto, el consumo de energía) y están realizadas con elementos fácilmente

[16] Cantos del Arquitecto descalzo. Johan van Lengen.

separables, mediante capas no adheridas que permitan la deconstrucción. Esta medida facilita el reciclaje posterior del material y minimiza la generación de residuos.

Por otra parte la utilización de sistemas prefabricados disminuye la generación de residuos en la obra y garantiza la recuperación de los generados en fabricarlos."[17]

Todos los materiales de construcción provocan un impacto sobre el medio ambiente.

"Un análisis del ciclo de vida o balance ambiental, es una herramienta que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia:

- *Extracción: Consideración por la transformación del medio.*
- *Producción: Plástico y Metal: Emisiones generales y consumo energético.*
- *Transporte: Consumo de energía (más alto cuanto más lejos provenga el material).*
- *Puesta en obra: Riesgos sobre la salud de la población y generación de residuos.*
- *Deconstrucción: Emisiones contaminantes y transformación del medio.*

El ACV no tiene en cuenta la exposición, que es un factor esencial para evaluar el riesgo. El ACV cuantifica las emisiones, pero el impacto real de esas emisiones depende de cuándo, dónde y cómo se liberen en el ambiente. ACV es una de las herramientas con las que se cuenta para evaluar los productos, envases y procesos. Las otras herramientas se comentan en otras secciones y entre ellas figuran:

- Evaluación de riesgos ambientales
- Gestión de riesgos para el ambiente
- Análisis de riesgo comparativo
- Análisis del impacto socioeconómico"[18]

"En resumen, es conveniente la utilización de materiales y sistemas de construcción durables, si es posible con algún tipo de distintivo de calidad ambiental (ecoetiquetas) que garantice un impacto ambiental tan bajo como se

[17] Apuntes del Curso sostenibilidad ITEC
[18] Apuntes del Módulo de Sostenibilidad. Beatriz Montalbán Pozas.

pueda (fabricado con componentes reciclados, con consumo energético bajo, reutilizable y/o reciclable en el futuro), fácilmente desmontables, estandarizados y de procedencia próxima (para disminuir el gasto energético añadido por el transporte).

Prevenir y minimizar: éste es el primer escalón contemplado por la Unión Europea en el llamado *Principio de Jerarquía* de cara a reducir el impacto en el medio ambiente que ocasiona la generación de residuos (Principio de Jerarquía: 1º prevenir; 2º reutilizar; 3º reciclar; 4º aprovechar el residuo como fuente energética; 5º disponer el residuo en el vertedero).

Un consumo responsable, priorizar los materiales que sean de producción sostenible, reducir desechos, reciclar y reutilizar son prácticas habituales que nos hacen partícipes en el cuidado de nuestro planeta." [19]

3.3.1. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

"Como ya hemos señalado, en Europa el 40% de los residuos son generados por la industria de la construcción. Hasta ahora el destino habitual de los denominados Residuos de Construcción y Demolición (RCD) eran los vertederos o escombreras. En el año 2001 se publicó el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006, donde se establecen las bases para una gestión más sostenible de los RCD. Básicamente, sus objetivos son:

- Una gestión basada en el principio de jerarquía donde se trata, en este orden, de prevenir, reutilizar, reciclar, valorizar energéticamente y, por último, depositar en vertedero.
- Respetar el principio de proximidad, ya que dado el elevado peso y volumen de los RCD, el gasto en transporte es muy gravoso. Así, las plantas de tratamiento previstas se ubicarán en un radio de 25 km.
- Articular un sistema que obligue a constructores y a colegios profesionales competentes a incluir en proyecto la adecuada gestión de los RCD.
- Creación de una red de infraestructuras para el reciclaje de RCD.

[19] Apuntes del Curso sostenibilidad ITEC

Los Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

Los RCD se producen en tres fases del «ciclo de vida» de cualquier construcción; en la excavación, en la construcción y en el derribo.

En la excavación, lo fundamental es minimizar el volumen de tierras generado mediante una adecuada programación y control de las excavaciones y rellenos.

Mientras tanto la construcción industrializada emplea menos volumen y mayor variedad de materiales, con mayores posibilidades de valorización. Del mismo modo, un derribo intensivo provocará mayor cantidad de RCD que un sistema que fomente la separación y recuperación.

En definitiva, el objetivo en materia de RCD se centra en intentar minimizarlos y en el caso de existir buscar su reutilización o reciclaje, la llamada valorización económica. Para ello, lo esencial es la recogida selectiva.

El proyecto y la construcción de los edificios deberían tomar en consideración que la posterior demolición permita recuperar los residuos valorizables, la denominada deconstrucción.

- Los residuos inertes, a menudo, se eliminan en vertedero. Al ser, en su mayoría, de origen pétreo pueden ser reciclados para la obtención de áridos.
- Los residuos banales, por su composición, pueden ser gestionados de igual manera que el resto de los residuos sólidos urbanos.
- La mayoría de los residuos de construcción son inertes o banales, muy pocos son potencialmente peligrosos para la salud. Debe evitarse su uso o garantizar su fácil recuperación. El tratamiento de estos residuos se basa en la recuperación selectiva para su tratamiento específico o deposición en vertederos especiales.

La gestión de los residuos de construcción

Una de las labores básicas que garantizan el posterior éxito de todo el proceso es la separación y recogida selectiva de los residuos. La finalidad de estas operaciones será el facilitar el reciclaje y la reutilización de los residuos. Una vez realizada la separación se procede a señalar aquellos que son valorizables e incorporables al circuito de reciclaje; de aquellos que no

lo son, que se envían a vertedero. Los residuos especiales se envían a vertederos especiales siempre que no puedan ser reciclados.

Para minimizar los residuos, desde la fase de proyecto deben incorporarse criterios funcionales y constructivos idóneos que fomenten la utilización de materiales y técnicas constructivas que favorezcan la valorización de los mismos; reincorporándolos sin cambios en las nuevas construcciones o transformándolos en nuevos productos."[20]

Ciclo óptimo de residuos de construcción y demolición

3.3.2. NORMATIVA

- "Existen unas cuantas normas e instrumentos legales que marcan caminos. Entre ellas el **Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión de CO2** para algunos fabricantes de materiales, algunas ordenanzas solares municipales.

- En el ámbito más laboral, la normativa sobre prevención de riesgos laborales incorpora límites al uso de materiales o sustancias peligrosas para la salud."[21]

[20] Guía de Construcción Sostenible. ISTAS. 2005
[21] Guía de Construcción Sostenible (ISTAS)

- El **Código Técnico de la Edificación** (CTE):

  - "indica en el Capítulo 3 de la Parte Primera art.14.7 "*Condiciones de los productos*" que el suministrador además podrá garantizar el cumplimiento de las exigencias de los productos que se establecen en el CTE mediante las certificaciones y evaluaciones indicadas en el artículo 15. "*Garantías añadidas a los productos*" entre las que aparece: art 15.5. "*Evaluaciones medioambientales del ciclo de vida*"

  - en cuanto a los suministradores de productos 11.1.7. Los suministradores de productos se vuelve a insistir en este aspecto en el epígrafe 3, indicándose lo siguiente: (...) Además, los productos podrán proporcionar garantías adicionales mediante las certificaciones voluntarias de conformidad y evaluaciones, que pueden estar reconocidas según se indica en el artículo 15."[22]

- "Es preciso hacer el esfuerzo de analizar las características cualitativas de lo que se compra para no obviar aspectos tan importantes como el respeto al medio ambiente, el comercio justo y el ahorro económico real, a medio y a largo plazo. Puesto que la información que se utiliza como argumento de venta no siempre es clarificadora, es bueno recurrir a productos que tengan certificados reconocidos, como son **las ISO 9000** (de calidad) y **14000** y/o **EMAS** (de medio ambiente), las etiquetas ecológicas, las etiquetas de eficiencia energética, etc."[23]

3.3.3. ECOETIQUETAS

Es necesario advertir que se trata de una garantía que se puede añadir al producto y en ningún caso una imposición normativa. El documento queda poco preciso en la aplicación de esta materia. Da paso, eso sí, a la consideración de los ecoetiquetas como **garantía adicional de productos**.

Se debe indicar que estas ecoetiquetas consideran la toxicidad como uno más entre otros factores, y generalmente no se centran exclusivamente en el campo de la construcción.

[22] Apuntes del Módulo de Sostenibilidad. Beatriz Montalbán Pozas.
[23] Apuntes del Curso sostenibilidad ITEC

Parece claro que una óptima selección de materiales y productos es un aspecto clave para construir edificios con bajo impacto ambiental. Los **requisitos y exigencias** que deben satisfacer los productos empleados en la construcción para considerarlos respetuosos con el ambiente dependen de múltiples factores, la valoración de todos ellos nos dará una idea de la eficiencia medioambiental del producto.

Entre los factores que se tienden a exponer a la hora de determinar si un producto es eficiente desde el punto de vista medioambiental se destacan los siguientes:

- Contenido en Materiales reciclados.
- Reusabilidad/Reciclabilidad.
- Renovabilidad.
- Durabilidad.
- Consumo de energía.
- Emisiones ambientales.

El edificio tendrá menor impacto ambiental en la medida que se atienda a estos criterios. [24]

3.3.4. COMPRA VERDE

Estos certificados y distintivos garantizan que los productos han sido fabricados bajo criterios de calidad y respeto medioambiental y que han sido verificados por organismos independientes. Las principales etiquetas reglamentadas existentes:

Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental
Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya

European Union Eco-label
Etiqueta ecológica de la Unión Europea

[24] Apuntes del Módulo de Sostenibilidad. Beatriz Montalbán Pozas.

Blauer Engel
Etiqueta alemana

AENOR Medio Ambiente
Asociación Española de Normalización y Certificación

Environmental Choice Program
Etiqueta canadiense

NF Environnement
AFNOR Certification
Asociación Francesa de Normalización y Certificación

FSC (Forest Stewardship Council)
Asociación formada por representantes de la industria de la madera, propietarios forestales, grupos indígenas y las ONG

ANAB Associazione Nazionale por l'Architettura Bioecologica
Etiqueta italiana

Miljömärkt Swan (Cisne Blanco)
Certificación común en los países escandinavos (Suecia, Noruega, Finlandia, Islandia y Dinamarca), coordinada por el Nordic Ecolabelling

PEFC (Certificación Forestal Paneuropea)
Iniciativa del sector privado forestal

Estos sellos certificados no se deben confundir con los numerosos distintivos que se marcan en los productos con carácter informativo y que, habitualmente, sólo son argumentos de venta.

Estos logotipos indican que los materiales son reciclables, pero no que se trate de materiales reciclados.

Punto verde: este logotipo nos informa que el envase está fabricado según las especificaciones legales y que, si el consumidor lo deposita en el contenedor correspondiente, pasará por un proceso de reciclaje.

En suma, el objetivo fundamental de la compra verde es el consumo responsable, o sea, la adquisición sólo de aquellos productos que sean estrictamente necesarios y que favorezcan la sostenibilidad.[25]

[25] Apuntes del Curso sostenibilidad ITEC, El Colegio de Arquitectos de Catalunya, el de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona.

4. IMPORTANCIA DEL AISLANTE TERMICO EN EDIFICIOS

"La eficiencia energética en los edificios no es sólo cuestión de la envolvente o los sistemas, es un conjunto de posibles actuaciones más amplio. Sin duda, un buen aislamiento y unos buenos sistemas permiten reducir el consumo energético, pero a la hora de diseñar un edificio con criterios energéticos debe empezarse desde el comienzo del proyecto.

Debemos tener presente que el aislamiento térmico es la medida más sostenible en los edificios, cumpliendo tres requisitos: ahorra energía, disminuye las emisiones de CO2 y aporta más confort a los usuarios.

- **Qué debemos conocer de los materiales de aislamiento térmico**

  Cuanto mayor sea el valor de la resistencia térmica mayor es la capacidad aislante del producto. Para definir el aislamiento que presentan los cerramientos de un edificio hay que utilizar la *transmitancia térmica* (valor U).

- **Qué se está haciendo para ahorrar energía en el sector de la edificación:**

  - En obra nueva: A día de hoy la energética edificatoria que regula el aislamiento térmico se compone de dos normativas: el *Código Técnico de la Edificación*, CTE, en su apartado de Ahorro de Energía, DB-HE-1, y la *Certificación Energética de Edificios*.

    En 2006 cuando aparece el CTE, ya somos el país europeo con unas exigencias térmicas más bajas, por detrás de países como Francia, Italia y Portugal, la propia Administración es consciente de que el CTE es claramente insuficiente y el Plan de Acción de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2008-2012, aprobado en julio de 2007, ya recoge como una medida a tomar en el sector edificación la revisión del CTE para el año 2010.

    Dos son los escenarios que se manejan para la citada revisión: el de "espesores óptimos de aislamiento" (utilizado en gran parte de la UE) y el de "espesores de casas pasivas" (casas con emisiones cero de O2).

    La certificación energética de edificios y, en concreto, la obligatoriedad de presentar un certificado energético en todos los edificios que se compren o alquilen, viene derivada de la Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios, la cual, aunque con cierto retraso, se transpuso en el Real Decreto 47/2007 en lo referente a edificios de nueva construcción.

El certificado indica una calificación desde la letra A (más eficiente) a la E (menos eficiente) en función de las emisiones de CO2 del edificio, aunque también puede expresarse en términos de consumo energético.

- **Soluciones energéticamente eficientes en la edificación**

  "la eficiencia energética será un parámetro más a tener en cuenta en los criterios de compra. La energía es cada vez más cara y la pagamos todos los meses, luego un edificio con alta calificación será, a la larga, una fuente de ahorro continua frente a uno de peor calificación."

  "la concienciación a prescriptores, constructores y promotores de construir edificios eficientes energéticamente, de bajo consumo de energía"

  "España es un país muy dependiente del exterior en materia energética."

- En edificación existente: Las medidas de actuación contempladas en el marco del *Plan de Acción E4* tienen como objetivo ahorrar energía, mejorando la eficiencia energética de los edificios y sus instalaciones fijas, así como hacer un uso más eficiente de los mismos, dirigidas al parque de edificios existente. La primera medida de este Plan es la siguiente:

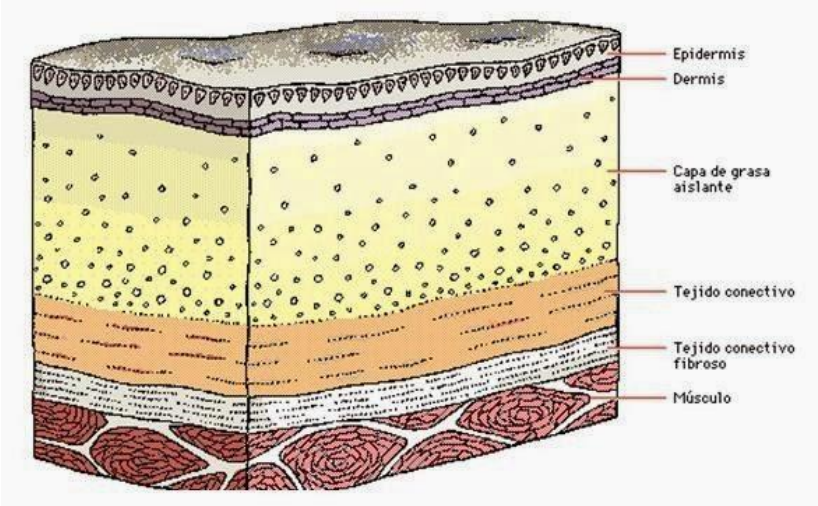
  - **Rehabilitación de la envolvente térmica en los edificios existentes.**
  - **La Influencia del aislamiento térmico para ahorrar energía y disminuir la reducción de emisiones de CO2 a la atmósfera**: ya se ha comentado que con unos niveles de aislamiento adecuados, podríamos ahorrar casi el 50% del consumo de los edificios.

Soluciones con aislamiento térmico en edificios existentes

ANDIMAT[26] ha colaborado con el IDAE[27] en la redacción de unas guías de rehabilitación y con la Comunidad de Madrid en la redacción de una Guía de Rehabilitación Energética de Edificios de Viviendas."[28]

[26] ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE MATERIALES AISLANTES (ANDIMAT)
[27] IDAE: Instituto para la Diversificación de Energía
[28] www.andimat.es Comunidad de Madrid (2008): Guía de Rehabilitación Energética de Edificios de Viviendas. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid.
IDAE (2008): Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios. El aislamiento, la mejor solución. Editado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
Serie Guías Técnicas para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

4.1. AISLANTES



"La base de muchos de los principios de la arquitectura se encuentran reflejados en la propia naturaleza. Solo debemos observar atentamente para darnos cuenta de cómo actúan las diferentes partes de un edificio para comprender que somos meros imitadores. Los mamíferos terrestres tienen una capa de pelo cuya función principal es la de mantener una capa de aire que aísle el cuerpo contra la pérdida de calor; sin embargo, los mamíferos acuáticos mantienen el calor del cuerpo gracias a una capa de grasa que está situada debajo de la piel, lo cual les confiere un diseño más hidrodinámico y les convierte en nadadores más eficientes. En los cetáceos, la capa de grasa está justo debajo de la dermis y puede alcanzar un grosor de unos 50 centímetros. Debajo de la capa aislante de grasa está el músculo, aunque entre ellos hay diferentes tipos de tejido conectivo. Lo mismo ocurre con el aislante, podemos diferir en su tipo, posición y tamaño, pero la cuestión principal es la reducción de la pérdida de calor. A esta propiedad le añadimos otra, como aislante acústico.

Según la RAE, el aislamiento se define como: "aquella acción de impedir el paso o la transmisión de la electricidad, el calor, el sonido, la humedad, etc." A esto podíamos añadir sus efectos, la posibilidad de habitabilidad, confort según unas condiciones de humedad, temperatura y velocidad del viento adecuadas, sin ser molestas. Por ello podemos clasificar el aislamiento en térmico, acústico o térmico-acústico según atañe a una u otra función.

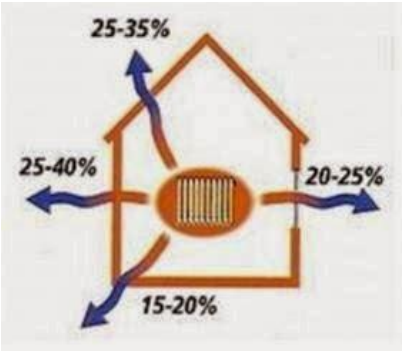
Por aislamiento térmico se entienden todos los sistemas y operaciones llevadas a cabo para reducir el flujo térmico intercambiado entre dos entornos a temperaturas diferentes, ya sea interior-interior o exterior-interior.

Existen unas razones principales y fundamentales por las que debemos preocuparnos en obtener un buen aislamiento térmico:

1. **Reducción de consumo de energía** al reducir las pérdidas térmicas.
2. **Mejorar el confort térmico**, al reducir la diferencia de temperatura de las superficies interiores de las paredes y ambiente interior.
3. Suprimir los fenómenos de **condensación** y con ello evitar **humedade**s en los cerramientos.
4. **Mejorar el entorno medioambiental**, al reducir la emisión de gases contaminantes asociada a la generación de energía y quema de combustibles para aumentar el confort térmico dentro de los hogares.

Como aislamiento acústico será el producto que reduce a niveles adecuados y no molestos para la salud la emisión de sonidos. La combinación de ambas propiedades, térmicas y acústicas, obtendremos los denominados aislantes térmicos-acústicos.

Para llevara a cabo la elección de los materiales aislantes se debe tener en cuenta:



1. Temperatura predominante del lugar donde esté ubicada la casa.
2. Niveles máximos de emisión y transmisión de sonidos en cada espacio.
3. Orientación de la construcción.
4. Costo; que se relaciona con la durabilidad y la eficacia.
5. Tamaño de la edificación.
6. Facilidad de instalación; por ejemplo, algunos materiales no pueden ser dispuestos debido a problemas de accesibilidad o de toxicidad.
7. Durabilidad; resistencia a la compresión, la humedad, la degradación.
8. Los equipos de acondicionamiento que se utilicen como refrigeración, calefacción y humidificación.
9. Las necesidades térmicas en el interior de la vivienda.
10. El tipo de espacio que se precisa para aislar y en que está en contacto: habitable o no.
11. La posición del aislante en el cerramiento o partición interior.

12. Impacto ambiental y sostenibilidad.
13. Modo de comercialización.
14. La orientación de la superficie y la dirección de flujo de calor y la disposición de la barrera de vapor (siempre en la cara más caliente del cerramiento).
15. Inconvenientes y efectos perjudiciales característicos de cada material.
16. Además de las citadas anteriormente, existen otras propiedades no menos importantes y que también deben ser tenidas en cuenta como: tolerancias dimensionales, estabilidad dimensional, deformación bajo condiciones específicas de carga a compresión y temperatura, resistencia a flexión, tensión de compresión, fluencia a compresión, absorción de agua, resistencia a la congelación, clasificación de reacción al fuego y resistencia a la difusión del vapor de agua.
17. Por último, la variable más relevante a la hora de comparar aislantes: la conductividad térmica, esto es, la capacidad de los materiales para conducir calor y frío.” [29]

4.1.1. AISLAMIENTO

“El aislamiento de los edificios supone actuar sobre la envolvente y los elementos internos del edificio para reducir pérdidas térmicas y acústicas.

El aislamiento es la opción con más potencial de reducción de la dependencia energética y las emisiones de CO2.

La energía conservada por el uso del aislamiento compensa sobradamente la energía requerida para su fabricación y su instalación.”[30]

4.1.2. ECO-AISLAMIENTO

“El aislante ecológico es aquel producto que además de ofrecer buenos resultados acústica y térmicamente, sean sanos, naturales, 100% reciclables,.. Y donde todo su ciclo de vida, sea respetuoso con el medio ambiente. Esto excluye, por tanto, la utilización de productos sintéticos. Esto presenta una alternativa a los aislantes más convencionales como pueden ser la lana de roca, el poliuretano, el poliestireno,…

[29] http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/aislantes-introduccion.html
[30] Manual del Aislamiento. URSA Insulation, S.A. Madrid (España) 2009

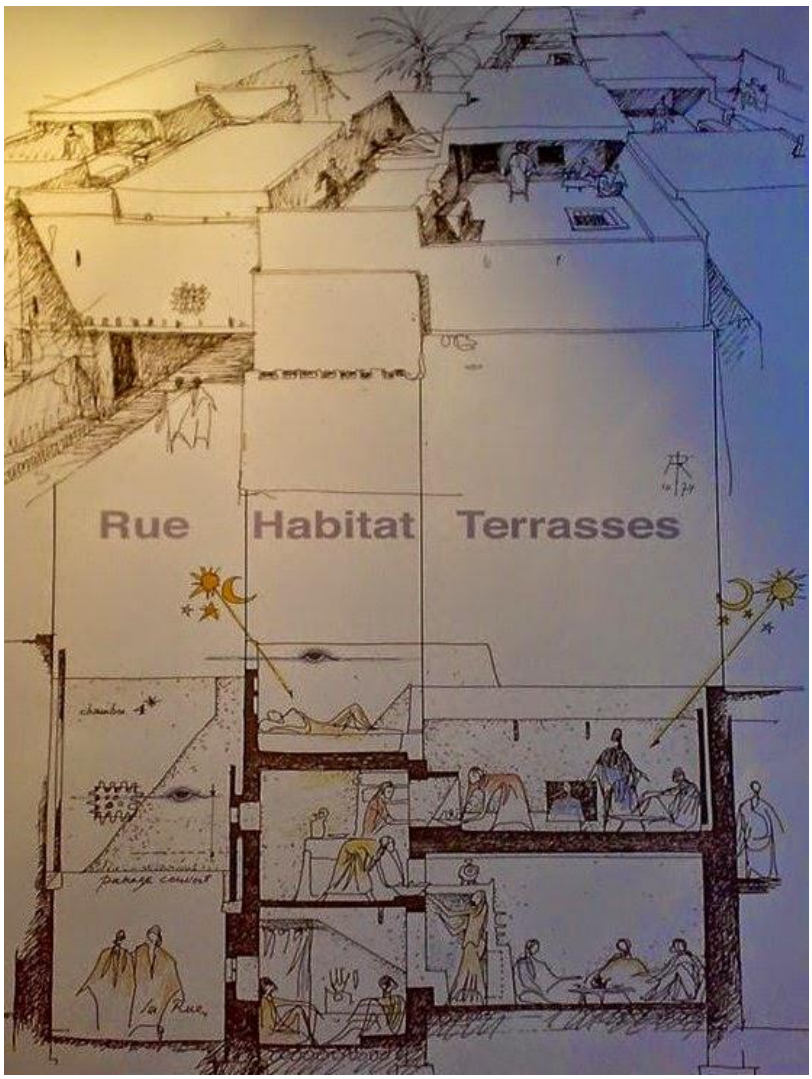
Existen numerosos productos naturales que por sus características y proceso de transformación son respetuosos con el medioambiente, como por ejemplo aquellos aislantes cuya base es corcho, cáñamo, lana, lino, fibra de madera, celulosa, algodón, perlita, balas de paja,… Cada aislante se definirá específicamente en su apartado.

Otro tipo de aislamiento podría ser el realizado a través de recubrir superficies con plantas y elementos vegetales como elemento aislante de gran potencial pero a su vez con un enfoque estético muy interesante.

Podemos realizar un paso más y crear la denominada arquitectura bioclimática y ecológica que es aquella que logra condiciones de habitabilidad con el mínimo consumo de energético, teniendo en cuenta la orientación de la construcción, el terreno y la naturaleza que lo rodea. Lógicamente esta arquitectura es más respetuosa con el medio ambiente que la convencional sobre todo porque incorpora en su construcción materiales reciclados, renovables y se preocupa por la sostenibilidad de los recursos existentes.

Un aislante natural, común en todas las zonas del planeta es el terreno. Sí, el terreno. Podemos crear una arquitectura mucho más respetuosa con el paisaje y mucho más rentable energéticamente cuando enterremos nuestras viviendas en el subsuelo. De todos es sabido que las diferencias térmicas entre el ambiente exterior y el interior son inferiores si nos encontramos en una construcción soterrada. Esto puede conllevar una disminución del uso de calefacción y de la refrigeración. Estos aspectos son llevados a la práctica en zonas desérticas, donde la base de esta arquitectura es ancestral.” [31]

[31] http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/eco-aislamiento.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico:



Los aislantes ecológicos están tomando cada vez más protagonismo en la construcción, gracias a una serie de ventajas que los hacen únicos.

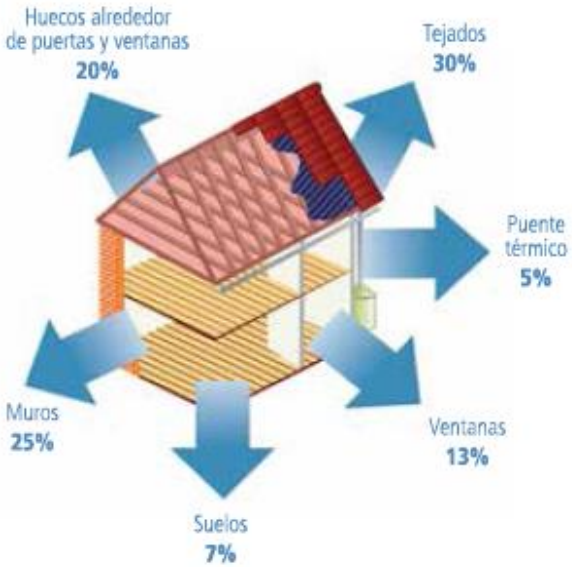
Entre estas ventajas podemos destacar:

- Son aislantes reciclables, biodegradables y la energía prima consumida en la fabricación es muy baja, disminuyendo la huella ecológica.
- No contienen elementos procedentes de petróleo o bien lo contienen en proporciones mínimas.
- Dejan que nuestras viviendas transpiren, siendo a su vez estancas a las corrientes de aire.
- Como están fabricados en altas densidades, nos proporcionan un gran aislamiento acústico, tanto a ruidos aéreos como a ruidos de impacto.

- Tienen una gran capacidad térmica específica, casi hasta tres veces superior a otros aislantes convencionales, con lo que conseguimos mantener nuestra vivienda más fresca durante los días más calurosos del año. Hay que tener en cuenta que la capacidad térmica específica es un dato que suele omitirse en las fichas técnicas de los principales aislantes químicos, debido a su bajo valor.
- Son saludables. Los aislantes ecológicos no son tóxicos, ni contienen ningún tipo de sustancias o aditivos que puedan resultar nocivos para la salud siendo respetuosos con el medio ambiente. No provoca irritaciones en la piel ni es agresivo y por ello se le considera un material aislante inofensivo.
- Son capaces de absorber la humedad sin perder sus propiedades de aislamiento; esto provoca que actúen como reguladores de ambiente en la estancia, creando un microclima muy confortable.
- Su durabilidad es para toda la vida. Se ha comprobado que a diferencia de otros aislantes convencionales los aislantes ecológicos perduran durante muchos años sin perder ninguna de sus propiedades.

4.1.3. AISLAMIENTO SOSTENIBLE

El objetivo del aislamiento sostenible es proporcionar al edificio los elementos necesarios para mantener en el mismo una temperatura confortable.



Perdidas energéticas en el edificio

Los muros, las cubiertas y otros elementos solidos del cerramiento llevarán incorporado un aislante térmico para reducir la perdida de calor y para mantener los espacios interiores a una temperatura agradable.

El aislamiento y el diseño térmico pueden reducir de forma considerable las pérdidas de calor del edificio. La demanda de energía para calefacción/aire acondicionado en edificios existentes se puede reducir del 30 al 50% mediante modificaciones en comparación con la media actual. En edificios nuevos se puede reducir del 90 al 95% utilizando tecnología y diseño, y especificando los niveles de aislamiento.

a) ***Aislamiento Térmico en Cerramientos:***

Un cerramiento aislado reduce a una cuarta parte las transferencias de calor que se producen a través de él. En la actualidad existen materiales aislantes adecuados para aislar el cerramiento por el exterior, para ser inyectados en las cámaras de aire, proyectados sobre superficies horizontales o moldeados para recubrir superficies horizontales. El aislamiento deberá ser de un material adecuado, en espesores adecuados y en el cual la colocación también será un factor preponderante.

b) ***Eliminación de Puentes Térmicos:***

Casi un 20% de la energía que pierde un edificio se va a través de los puentes térmicos. Resulta imprescindible, por tanto, poner en práctica medidas constructivas encaminadas a su eliminación o a reducir sus efectos, tales como el aislamiento por el exterior, la eliminación de hornacinas, los Capialzados y las carpinterías compactas.

c) ***Eliminación de Condensaciones Intersticiales:***

Es recomendable el aislamiento por el exterior, emplear materiales aislantes equilibrados higrotérmicamente, como el poliestireno extruido o el vidrio celular y colocarlos cerca de la cara fría o complementarlos con una barrera de vapor.

d) ***Vidrios y Carpinterías:***

Los huecos acristalados representan los elementos térmicamente más débiles en el cerramiento exterior de un edificio. Los vidrios aislantes son actualmente utilizados de forma generalizada, y dentro de

esta categoría también pueden utilizarse los bajo emisivos. Si las condiciones son las adecuadas, o para situación de alta radiación, combinando lunas convencionales con lunas reflectantes o coloreadas.

Las carpinterías pueden convertirse en los puentes térmicos de las ventanas si no se cuidan eligiendo aquellas suficientemente aislantes: PVC, aluminio con ruptura de puente térmico, madera o poliuretano.

e) ***Ventilación Higiénica Controlada***

La renovación de aire es absolutamente necesaria para mantener unas condiciones del ambiente interior adecuadas, por lo cual los intercambios se corresponderán exactamente a las necesidades. Para ello se utilizará tiro natural en los cuartos húmedos y sistemas de ventilación regulables.

4.2. MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS

4.2.1. DESCRIPCIÓN

Los materiales aislantes térmicos son productos naturales (minerales, vegetales) o sintéticos, que presentan una elevada resistencia al paso del calor reduciendo la transferencia de éste a su través.

4.2.2. ROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS

Las funciones y características que debe cumplir un material aislante térmicamente:

FUNCIONES	CARACTERÍSTICAS
• Ahorro en la utilización de energía al aumentar la resistencia térmica de la envolvente. ƒ • Mejora del confort térmico.	• Contienen en su interior aire o algún gas seco encapsulado, en estado inerte y quieto. • Poseen baja conductividad térmica.

Existen en el mercado una gran variedad de materiales aislantes con diferencias entre ellos, siendo la principal característica la conductividad térmica (λ) que distingue un material aislante de otro.

El DB HE-1 del Código Técnico de la Edificación establece que los productos para los muros y la parte ciega de las cubiertas se definen mediante las siguientes propiedades higrométricas:

a) ***Conductividad térmica λ (W/mK).***

Es la propiedad física que mide la capacidad aislante de un material; cuanto más bajo sea su valor más capacidad aislante tiene el material. Es una característica intrínseca de cada material que no tiene un valor fijo, sino que éste depende de varios factores, tales como la temperatura, la densidad, la humedad, y el deterioro o envejecimiento del material.

b) ***Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ.***

Debe ser tenido en cuenta especialmente en los aislamientos que pretenden preservar una superficie fría; si el aislamiento permite que la humedad del aire se ponga en contacto con la superficie fría, ésta se irá condensando y mojando todo el aislamiento, creando problemas de pérdidas de capacidad de aislamiento, superficies mojadas, e incluso problemas higiénicos y de mohos.

c) ***Densidad ρ (kg/m3).***

Es la masa de material que existe por unidad de volumen.

d) ***Calor específico cp (J/kg.K).***

Otra característica que se utiliza para evaluar el aislamiento es la **resistencia térmica**, es propia de cada producto y cuanto mayor sea su valor mayor es la capacidad aislante del producto.

*"La **resistencia térmica** de una capa térmicamente homogénea viene definida por la expresión: **R = e/λ** (m2 K/ W) siendo,*

- ***e*** *el espesor de la capa [m]. En caso de una capa de espesor variable se considera el espesor medio;*
- ***λ*** *la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, que se puede calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNEEN 10456:2012."*[32]

Los valores de diseño de las propiedades citadas se obtendrán de valores declarados para cada producto, según marcado CE, o de Documentos Reconocidos para cada tipo de producto. Las especificaciones de los productos deben quedar recogidas en las etiquetas y en la información suministrada por el fabricante. Dicha información debe recoger de forma expresa aquellas especificaciones necesarias para cada aplicación constructiva (Figura 1).[33]

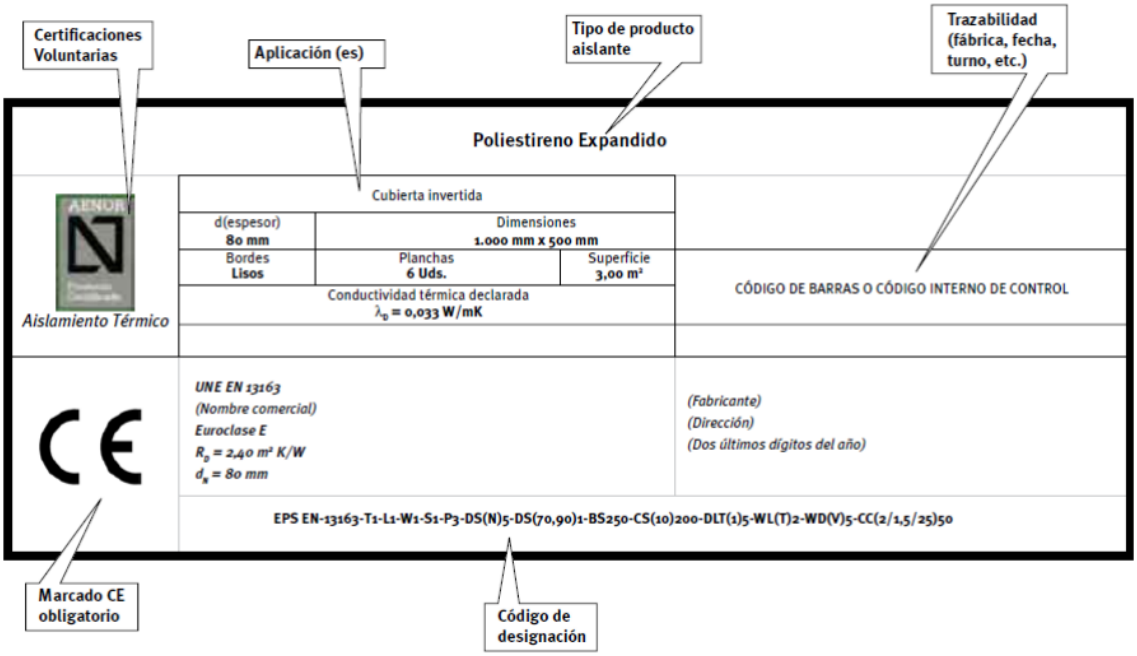


Figura 1. Ejemplo de etiqueta con las especificaciones del producto

Poliestireno expandido, EPS (IDAE, 2008a)

[32] DA-DB-HE-1

[33] Documento procedente de ATECOS.
http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Materiales_aislantes_termicos.PDF

4.2.3. INFORMACIÓN DE LAS ETIQUETAS DE LOS PRODUCTOS

La etiqueta de un aislante térmico debe, obligatoriamente, contener los siguientes datos:

- El nombre y dirección del productor o de su representante legal.
- El lugar de producción.
- Los dos últimos dígitos del año de obtención del marcado CE.
- Referencia de la norma europea en la que se basa el producto.
- Descripción del producto: nombre genérico, material,...
- Información sobre las características esenciales del producto (conductividad y resistencia térmica declarada, clasificación de reacción al fuego, resistencia a compresión,....)

La información sobre las características del producto viene definida en el CÓDIGO DE DESIGNACIÓN. Un ejemplo de una fórmula formada por varias expresiones podría ser:

XPS - EN 13164 - T2 - DLT (1)5 - CS (10/y) 300 - CC(2/1.5/50)100 - WD (V)3 - WL (T)3 - MU150 - FT2

A continuación se describe el significado de cada una de estas expresiones:

- La primera expresión hace referencia al tipo de material: XPS (Poliestireno extruido), EPS (Poliestireno expandido), PUR (Poliuretano), PIR (Poliisocianurato), MW (lanas minerales),...
- La segunda expresión hará referencia a la norma europea del producto: EN 13164 para el caso del XPS), EN 13163 (para el caso del EPS), EN 13165 (para el caso del PUR/PIR), EN 13162 (para el caso de MW),...
- **Tolerancia en espesor: Ti** (donde "i" indica la clase o nivel que establece la norma de producto)
- **Tensión o Resistencia a Compresión: CS(10/Y)i** (donde "i" indica la Resistencia a Compresión declarada)
- **Estabilidad dimensional a temperatura específica: DS(T+)**
- **Estabilidad dimensional a temperatura y humedad específicas: DS(TH)**
- **Estabilidad dimensional bajo condiciones de carga a compresión y temperatura específicas: DLT(i)5** (donde "i" indica la clase o nivel que establece la norma)

- **Resistencia a la Tracción perpendicular a las caras: TRi** (donde "i" indica la Resistencia a Tracción declarada)
- **Fluencia a compresión: CC(i_1/i_2/y)σ_c** (donde "i_1" indica el porcentaje de reducción final del espesor, "i_2" indica el porcentaje de deformación inicial, "y" indica el tiempo de extrapolación de años, "σ_c" tensión de compresión)
- **Absorción de agua a largo plazo por inmersión: WL(T)i** (donde "i" indica el porcentaje máximo de volumen absorbido de agua)
- **Absorción de agua a largo plazo por difusión: WD(V)i** (donde "i" indica el nivel que establece la norma)
- **Transmisión de vapor de agua: MUi** (donde "i" indica el nivel mínimo declarado de esta propiedad según la norma de producto)
- **Resistencia a ciclos de congelación-descongelación: FTi** (donde "i" indica el nivel que establece la norma)

El valor de conductividad térmica y resistencia térmica, así como la Euroclase (clasificación de reacción al fuego del producto) no serán incluidas en el Código de Designación.[34]

4.2.4. PROPIEDADES DE RESISTENCIAS

En el caso de algunos aislamientos térmicos se puede producir aumento de conductividad térmica cuando absorben agua, puesto que el aire o gas confinados que constituyen auténticamente el aislamiento, pueden verse reemplazados por agua, que conduce 25 veces más el calor, o incluso, bajo heladas, por hielo, que conduce 90 veces más el calor. Es un fenómeno que todos podemos sentir cuando se nos moja la ropa.

a) ***Absorción de agua***

La absorción de agua con la conductividad térmica, según los valores de diseño definidos en UNE EN ISO 10456. En todos los materiales aislantes, en mayor o menor medida, se produce un aumento de la conductividad con valores crecientes de absorción de agua. Los límites de las curvas están dados por el método definido en UNE EN ISO 10456,

[34] Notas Técnicas de EDILTEC. http://spain.ediltec.com/es/notetecniche.php

lo que no significa que no pueda haber absorciones mayores en todos los casos.

b) ***Absorción por ciclos de inmersión en agua líquida: ensayo UNE EN 12087***

Ensayos a corto plazo (48 horas). Por tanto, caracterizan al producto pero no permiten la comparación en las mismas condiciones con los demás aislamientos térmicos.

c) ***Absorción por ciclos hielo-deshielo: ensayo UNE EN 12091***

En el caso del ensayo de absorción de agua por ciclos de hielo-deshielo, se comprueba además, aparte de la absorción, si a su término ha habido disminución de la resistencia a compresión. Si la disminución supera el 10% del valor original (antes de efectuar los ciclos), se considera que el producto no ha superado el ensayo y su estructura se ha quebrado, inutilizándose.

d) ***Resistividad a la difusión de vapor: ensayo UNE EN 12086***

(μ) de los diversos aislamientos térmicos. Dicho valor es clave para determinar el mayor o menor riesgo de condensación asociado al uso de aislamientos térmicos.

Efectivamente, la patología de humedades más compleja y difícil de controlar se verifica cuando tienen su origen en procesos de condensación, en particular condensación intersticial, es decir, en el interior de los cerramientos.

Cuanta mayor diferencia haya entre las resistencias a los flujos de temperatura, mayor será el riesgo de que sobrevengan condensaciones, para unas mismas condiciones climáticas.

e) ***Resistencia a compresión a corto plazo: ensayo UNE EN 826***

Habrá que evaluar cualquier aplicación donde el aislamiento se encuentre sometido a cargas permanentes, como es el caso de muchos aislamientos colocado en cubierta plana. En este caso se requiere un plus de resistencia.

Hay métodos de ensayo y cálculo específicos, como el definido en UNE EN 1606, donde se determina la resistencia del aislamiento para una

fluencia (deformación bajo carga permanente) máxima del 2%, en un periodo de vida útil de hasta 50 años. A falta de otra referencia normativa u oficial, este valor se puede tomar como valor de diseño. Los fabricantes con productos que van a estar bajo carga en la aplicación dan dicho valor. En general suele ser un valor entre el 25 y el 35% del valor de resistencia a compresión a corto plazo (como el obtenido del ensayo UNE EN 826).

f) ***Reacción al fuego***

Actualmente hay tres normativas que contemplan el comportamiento de los materiales de la construcción ante el fuego:

- Código Técnico de la Edificación (CTE) – Exigencia Básica: Seguridad ante Incendios (SI).
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 22676/2004).
- Real Decreto de Transposición de la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego (Real Decreto 312/2005).[35]

4.2.5. SELECCIÓN DEL MATERIAL AISLANTE

"La conductividad térmica es bastante parecida entre los materiales aislantes, por lo que no es esta característica la principal diferencia entre ellos. La diferencia radica en sus características físico - químicas.

Por lo que se deben tener en cuenta lo siguiente.

- Las contracciones y dilataciones del aislante.
- Su resistencia al fuego.
- La acción de disolventes y agentes atmosféricos.
- Las solicitaciones mecánicas.
- Máxima temperatura de empleo."[36]

[35] https://energiayconstruccion.wordpress.com/2013/04/29/aislamientos-termicos-y-sus-propiedades/
[36] www.gerdipac.com

"Para la selección de Materiales Sostenibles seguiremos unas pautas:

- *Que tenga larga duración.*
- *Que puedan ajustarse a un determinado modelo.*
- *Que provengan de una justa producción.*
- *Que tenga un precio accesible.*
- *Que sean valorizables.*
- *Que sean no contaminantes.*
- *Que consuman poca energía en su ciclo de vida.*
- *Que en su entorno tengan valor cultural.*
- *Que provengan de fuentes abundantes y renovables.*
- *Que posean un porcentaje de material reciclado.*
- *Que no utilicen materiales de aislamiento que contenga CFC (compuestos clorofluorocarburatos)."*[37]

Uno de los documentos del CTE especifica el aislamiento mínimo necesario para protegernos de las oscilaciones térmicas, dependiendo este dato de la zona climática.

Espesor de material aislante en cm para cumplir la tabla E.1 del DB-HE1 2013								
	Cubiertas		Fachadas				Suelos	
Zona climática	plana e inclinada		Puentes térmicos tratados		Puentes térmicos sin tratar			
	2006	2013	2006	2013	2006	2013	2006	2013
α	4 a 6	4 a 6	2 a 4	2 a 4	2 a 4	2 a 4	4 a 6	4 a 6
A	4 a 6	5 a 7	2 a 4	4 a 6	2 a 4	6 a 8	4 a 6	5 a 7
B	5 a 7	7 a 11	2 a 4	6 a 9	3 a 5	9 a 12	4 a 6	5 a 8
C	6 a 8	11 a 16	2 a 4	8 a 12	4 a 6	13 a 17	4 a 6	7 a 11
D	6 a 8	11 a 17	3 a 5	9 a 13	6 a 8	16 a 21	4 a 6	8 a 11
E	7 a 9	13 a 20	4 a 6	10 a 15	8 a 10	16 a 21	5 a 7	8 a 13
NOTA: Rango de espesores para productos con λ = {0.028 – 0.042} W/mK								

[37] Apuntes del Módulo de Sostenibilidad. Beatriz Montalbán Pozas.

A continuación del **Catálogo de Elementos Constructivos del CTE** (Ministerio de Fomento, 2010) se pueden consultar los valores de las propiedades higrométricas para cada tipo de material aislante.

3.8 Aislantes

3.8.1 Aislantes térmicos

Aislantes térmicos				
	HE			
Material o producto	**ρ kg / m³**	**λ W / m·K**	**c_p J / kg·K**	**μ**
Poliestireno Expandido (EPS)	-	0,039[1] – 0,029	-	20 -100
Poliestireno Expandido Elastificado (EEPS)	-	0,046 – 0,029		
Poliestireno Extruído (XPS)				
Expandido con dióxido de carbono CO_2	-	0,039 - 0,033	-	100 - 220
Expandido con hidrofluorcarbonos HFC	-	0,039 - 0,029	-	100 - 220
Lana mineral (MW)	-	0,050 - 0,031	-	1
Espuma rígida de Poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR)				
Proyección con Hidrofluorcarbono HFC	30 - 60	0,028	-	60 - 150
Proyección con dióxido de carbono CO2 celda cerrada	40 - 60	0,035 - 0,032	-	100 - 150
Plancha con Hidrofluorcarbono HFC o Hidrocarburo (pentano) y revestimiento permeable a los gases.	-	0,030 - 0,027	-	60 - 150
Plancha con Hidrofluorcarbono HFC o Hidrocarburo (pentano) y revestimiento impermeable a los gases.	-	0,025 - 0,024	-	∞
Inyección en tabiquería con dióxido de carbono CO_2	15 - 20	0,040	-	≤ 20
Otros materiales aislantes)				
Corcho expandido (ICB)[2]				
Arcilla Expandida[3]	325 - 750	0,148 – 0,095	-	1
Panel de perlita expandida (EPB) (>80%)	140 -240	0,062	-	5
Panel de vidrio celular (CG)	100 -150	0,050	-	∞
Guata o fieltro de poliéster	20 y 50	0,038 – 0,033	-	
Espuma de polietileno reticular	-	0,072 – 0.038	-	
Espuma de polietileno no reticulado	-	0.042 – 0,035	-	

(1) Valor recomendado. Existen tipos de poliestireno expandido con una conductividad de hasta 0,046 W/mK
(2) Vease el apartado 3.3 Maderas
(3) Las características de la arcilla expandida corresponden únicamente al árido suelto

Tabla del CATÁLOGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL CTE

Más adelante se incluyen tablas para cada aislamiento estudiado y tablas comparativas en conjunto.

4.2.6. FICHA DE PRODUCTO PARA LA CONRATACIÓN PÚBLICA ECOLÓGICA.

"La contratación pública ecológica (CPE) es un instrumento de carácter voluntario. La presente ficha de producto ofrece un resumen de los criterios en materia de CPE elaborados por el grupo de productos de aislamiento térmico.

Desde el punto de vista del formato, en estas recomendaciones de contratación se recogen dos grupos de criterios:

- Los criterios básicos son de aplicación para la totalidad de los órganos de contratación de los Estados miembros y hacen referencia a los principales impactos medioambientales del producto en cuestión. Se han diseñado de manera que su aplicación no conlleve apenas operaciones de comprobación adicionales ni incrementos de costes.
- Los criterios detallados están destinados a los compradores que desean adquirir los mejores productos disponibles en el mercado. Pueden requerir comprobaciones adicionales, o algún pequeño incremento del coste, en comparación con otros productos que ofrecen las mismas funciones.

Tanto en relación con los criterios básicos como con los criterios detallados, esta guía recorre las distintas etapas del proceso de contratación pública y describe la mejor manera de incorporarlos." [38]

Definición y ámbito de aplicación

"A los efectos de los presentes criterios de contratación pública ecológica, se entiende por «aislamiento térmico» el material utilizado para proteger a los edificios del calor en verano y del frío en invierno, disminuyendo la transmisión de calor a través del cerramiento exterior del edificio." [39]

[38] http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/criteria/insulation/es.pdf
[39] Allen, E. (1999) Fundamentals of Building Construction Materials and Methods. 3rd ed. John Wiley & Sons.

"Podemos distinguir seis modalidades principales en cuanto a su aplicación, definidas con mayor detalle en el informe de antecedentes unido a esta ficha de producto:

1. Aislamiento de muros con cámara.
2. Aislamiento de muros macizos.
3. Aislamiento de desvanes.
4. Aislamiento de solados.
5. Aislamiento de cubiertas.
6. Aislamiento de tuberías y conductos. (no se incluyen)

Las etiquetas ecológicas vigentes suelen definir los productos de aislamiento en función del material con el que están fabricados, clasificándolos en cuatro categorías principales:

- Fibras minerales inorgánicas.
- Derivados de combustibles orgánicos.
- Derivados de productos vegetales y animales.
- Otros.

La mayor parte de los productos de aislamiento térmico se hallan comprendidos en el ámbito de aplicación de la Directiva de productos para la construcción (DPC), se rigen por normas armonizadas europeas y su evaluación se lleva a cabo con los métodos de ensayo indicados en dichas normas. Los productos de construcción regulados por la DPC deberán llevar el marcado CE, acompañado, a su vez, de datos técnicos específicos relativos a las características del mismo.

Criterio básico de la CPE para el aislamiento térmico

ASUNTO: Adquisición de productos de aislamiento térmico energéticamente eficientes y ajustados a las normas medioambientales.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS: En el marco de la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios (Directiva EPBD), la conductividad térmica de los productos de aislamiento deberá ser inferior a 0,044 W/mK." [40]

[40] http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/criteria/insulation/es.pdf

4.3. CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES AISLANTES

"Los materiales aislantes se pueden clasificar de diversas formas:

- Según su estructura: granular, fibrosa, alveolar, etc.
- Según su origen: vegetal, mineral, sintético, etc.
- Según su resistencia en las diferentes zonas de temperaturas.

4.3.1. CLASIFICACIÓN POR SU ORIGEN

a) ***Materiales de origen sintético orgánico***

- Poliestireno expandido (EPS)
- Poliestireno extruido o extrusionado (XPS)
- Poliuretano (PUR)
- Espuma de urea-formol
- Espuma fenólica
- Espuma elastomérica
- Espuma de polietileno
- Espuma de polipropileno
- Espuma de melanina
- Espuma de poliisocianurato
- Plancha de policarbonato aislante

b) ***Materiales de origen inorgánico***

- Lanas minerales: lana de vidrio y lana de roca
- Vidrio celular
- Arcilla expandida
- Vermiculita
- Perlita
- Hormigón celular
- Arcilla aislante
- Polvo cerámico consolidado

c) ***Materiales de origen natural orgánico***

- Corcho aglomerado expandido
- Madera: fibra de madera, virutas de madera, etc.
- Fibra de cáñamo

- Fibra de lino
- Balas de paja
- Pasta de celulosa
- Algodón
- Lana de oveja

4.3.2. CLASIFICACIÓN SEGÚN LAS TEMPERATURAS MÁXIMAS DE EMPLEO

- Aislante cerámico hasta 1.500°C
- Lana de Roca o Mineral hasta 750°C.
- Lana de vidrio hasta 500°C sin encolar y hasta 250°C encolado.
- Espuma elastomérica a base de caucho sintético desde –50°C hasta 175°C
- Espumas de polietileno desde 10°C hasta 90°C.
- Espumas de poliuretano desde –150°C hasta 100°C
- Poliestireno extruido hasta 75°C
- Poliestireno expandido hasta 70°C." [41]

4.3.3. MEJORA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

"Según el IDAE, la mejora del aislamiento térmico de un edificio puede suponer ahorros energéticos, económicos y de emisiones de CO2 del 30% en el consumo de calefacción y aire acondicionado, por disminución de las pérdidas." [42]

4.3.4. MARCADO CE DE LOS PRODUCTOS DE AISLAMIENTO TÉCNICO

"Para que un producto pueda circular libremente por la unión europea, deberá disponer de una información técnica clara y homogénea respecto a las características técnicas del producto según una norma armonizada a nivel europeo de caracterización.

[41] Documento procedente de ATECOS, http://www.atecos.es

[42] Documento procedente de ATECOS, http://www.atecos.es

Las normas armonizadas describen las características del producto e incluyen métodos de ensayo, evaluación de la conformidad, marcado y etiquetado de los productos.

Desde agosto del 2012, la norma de Productos Aislantes Térmicos para Equipos en Edificación e Instalaciones Industriales UNE-EN 14303 es la que garantice la veracidad de esa información técnica, a través del marcado CE, **para los productos de Aislamiento Técnico de lana mineral** para aplicaciones en equipos de edificación e instalaciones industriales, con un rango de temperatura de trabajo de 0ºC a 800ºC.

Esta norma regula las características que tienen que cumplir los aislamientos, tanto a nivel de tolerancias dimensionales como de características físico-químicas, con una serie de ensayos obligatorios y específicos para cada aplicación. La caracterización da lugar a un Certificado de conformidad CE con los datos técnicos del producto y un código de designación correspondiente.

Una de las diferencias que presenta esta norma comparadas con el paquete de normas europeas de productos aislantes térmicos en edificación está en los valores declarados de conductividad térmica. Con esa nueva norma específica al aislamiento técnico, los fabricantes deberán declarar los valores de conductividad térmica en función de la temperatura de aplicación de sus productos por medio de una curva, ecuación o tabla de conductividades para distintas temperaturas.

a) ***Características de carácter obligatorio.***

Las propiedades siguientes deben ser evaluadas y declaradas en el certificado de conformidad CE y el código de designación.

<u>Conductividad térmica</u>

Viene indicada en la etiqueta y se tomará en todo el rango de temperaturas de uso.

- Los valores medios deben expresarse con tres cifras significativas.
- La curva de conductividad térmica declarada debe darse como una curva límite, definida en la norma EN ISO 13787.
- El valor de conductividad térmica declarada, λD debe redondearse al alza al siguiente 0,001 W/(m.K).

Dimensiones y tolerancias

Viene indicada en el código de designación de la etiqueta por (Ti) siendo i un número entero que va del 1 al 9.

Tabla 1. Niveles y clases para tolerancias de espesor

Nivel o clase	Tolerancias	
T1	- 5% o -5mm[a]	Exceso permitido
T2	- 5% o -5mm[a]	+ 15% o + 15mm[b]
T3	- 3% o -3mm[a]	+ 10% o + 10mm[b]
T4	- 3% o -3mm[a]	+ 5% o + 5mm[b]
T5	- 1% o -1mm[a]	+ 3mm
T8	- 5% o -3mm[a]	+ 5% o + 3mm[a]
T9	- 6% o -5mm[a]	+ 6% o + 5mm[a]

[a] El que presente la mayor tolerancia numérica.
[b] El que presente la menor tolerancia numérica.

Tabla 2. Niveles y clases para tolerancias dimensionales

Forma de presentación	Anchura	Longitud	Clase de espesor	Diámetro interior	Uniformidad de espesor	Rectangularidad
Placas/planchas, paneles	± 1,5%	± 2%	T3 a T5			± 5mm/m
Panel lamela	± 5mm	+ exceso - 0mm	T4 y T5			
Mantas reforzadas	± 10mm	+ exceso - 0mm	T2 y T3			
Bandas, mantas, rollos, mantas acolchadas, colchonetas, fieltros[b]	± 10mm	+ exceso - 0mm	T1 a T5			
Coquillas D_e < 150mm		± 5mm	T8	+ 4mm - 0mm	Diferencia de menos de 6mm o 10%[a]	± 4mm o ± 2% del diámetro nominal exterior[a]
Coquillas D_e ≥ 150mm		± 5mm	T9	- 5mm o + 2%[a] - 0mm	Diferencia de menos de 10mm o 12%[a]	± 4mm o ± 2% del diámetro nominal exterior[a]

[a] El que presente la mayor tolerancia numérica.
[b] Sólo T2.

Rectangularidad

Debe cumplir unos requisitos dados por la norma como expresado en la tabla anterior.

Estabilidad dimensional

Debe cumplir unos requisitos dados por la norma.

La estabilidad dimensional bajo condiciones específicas de temperatura y humedad debe determinarse de acuerdo con la Norma EN 1604. El ensayo debe realizarse tras un acondicionamiento durante 48 h. a (23 ± 2) °C y (90 ± 5) % de humedad relativa. El cambio relativo en espesor no debe dar lugar a una reducción relativa de espesor Δεd que exceda del 1,0%. Los cambios relativos en longitud, Δεl y anchura Δεb no deben exceder del 1,0%. Los cambios relativos en la en la planicidad, Δε no deben exceder de 1mm/m.

Reacción al fuego

Viene indicada en la etiqueta del producto, los productos se clasifican según su incombustibilidad (de mayor a menor: A1, A2, B, C, D, F), la emisión de humos (de nula/baja a muy elevada: s1, s2, s3) y la producción de gotas y/o partículas en llamas (de ninguna a alta: d0, d1 y d2).

Esta norma obliga a clasificar los materiales por las 2 caras, o bien a clasificar la cara más desfavorable independientemente del uso.

b) ***El código de designación de producto.***

El código de designación resume las propiedades de un producto. Las definiciones de los códigos obligatorios son las siguientes:

MW	Mineral Wool (lana mineral)
EN	14303 Norma Europea
T(i)	Tolerancia de Espesor

Así el código de designación del Climaver PLUS R será: MW-EN 14303-T5

c) ***Certificado de conformidad y declaración de conformidad CE.***

Una vez evaluado el producto, se emite un certificado de conformidad CE por parte del organismo certificador (AENOR) con los datos del fabricante, la descripción del producto, sus características y el número de certificado.

El fabricante elabora entonces una declaración de conformidad CE en base al certificado de conformidad CE emitido por el organismo certificador.

d) ***Información contenida en el marcado CE y etiquetado.***

El marcado CE de una lana mineral debe ir acompañado de la información que se muestra a continuación.

Figura ZA.1. Ejemplo de la información del marcado CE

CE 01234	Marcado de conformidad CE que consiste en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68/CEE.
Nombre compañía 09 123-CPD-00234	Número de identificación del organismo de certificación (para los productos bajo sistema 1). Nombre o marca comercial y dirección registrada del fabricante. Los dos ultimos digitos del año en el que se fijo el marcador (ITT). Número de certificado de conformidad CE (para los productos bajo sistema 1).
EN 14303:2009 Lana mineral, con uso previsto de producto aislante térmico para equipos en edificación e instalaciones industriales. Reacción al fuego - Clase A1. Conductividad térmica, véase la documentación del fabricante MW - EN 14303 - T2 ST(+)650 - CS(10)20 - WS - MV1- CL6 -pH9,5.	Número de la norma europea, con fecha. Descripción del producto e información sobre las características reglamentadas. Código de designación (de conformidad con el capítulo 6 para las características pertinentes según la tabla ZA. 1.) norma UNE EN 14303.

En todas las fichas de productos que disponen de marcado CE, están a disposición los certificados de conformidad CE y las declaraciones correspondientes en formato *.pdf para su descarga. "[43]

[43] http://www.isover.es/Aislamiento-Tecnico-Climatizacion-Industria-y-Marina/Marcado-CE-y-Gamas-Europeas-ISOVER-TECH-e-ISOVER-CLIM/Marcado-CE-de-los-productos-de-Aislamiento-Tecnico

5. PRESENTACIÓN DE MATERIALES

AISLANTES SINTÉTICOS:

Los materiales aislantes de espuma plástica rígida más comúnmente utilizados para aplicaciones de aislamiento residencial, comercial e industrial son: poliestireno extruido (XPS), poliestireno expandido (EPS), poliuretano (PUR), y poliisocianurato (PIR).

POLIESTIRENO

"Material Plástico obtenido por polimerización de estireno.

El **Poliestireno**, como la gran mayoría de los polímeros termoplásticos, es un derivado de los hidrocarburos (petróleo crudo o gas natural). La gran variedad de tipos que existen, lo convierten en un material muy versátil, apropiado para un amplio espectro de aplicaciones.

Se fabrica en diferentes colores, transparentes u opacos.

En construcción, se utiliza principalmente para la confección de placas aislantes.

El **Poliestireno** presenta las siguientes características:

–Liviano y resistente al agua
–Excelente aislante térmico y eléctrico
–Óptima estabilidad dimensional, dureza y rigidez

Tipos de poliestireno

▪ Poliestireno Expandido, con una estructura celular cerrada, que se utiliza como aislante térmico y acondicionante acústico.
▪ Poliestireno Extruido, con estructura celular cerrada, que se utiliza como aislante térmico.
▪ Poliestireno Estirado, utilizada en aislamientos térmicos por su estructura de celdas cerradas.
▪ Poliestireno Moldeado, utilizada en aislamientos acústicos por su estructura de celdas abiertas."[44]

[44] http://www.construmatica.com/construpedia/Poliestireno

5.1. POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS o poliexpan)

5.1.1. DESCRIPCIÓN

"El Poliestireno Expandido o EPS es un material plástico espumado utilizado en el sector de la Construcción, principalmente como aislamiento térmico y acústico, en el campo del Envase y Embalaje para diferentes sectores de actividad y en una serie de aplicaciones diversas.

El Poliestireno Expandido - EPS se define técnicamente como:

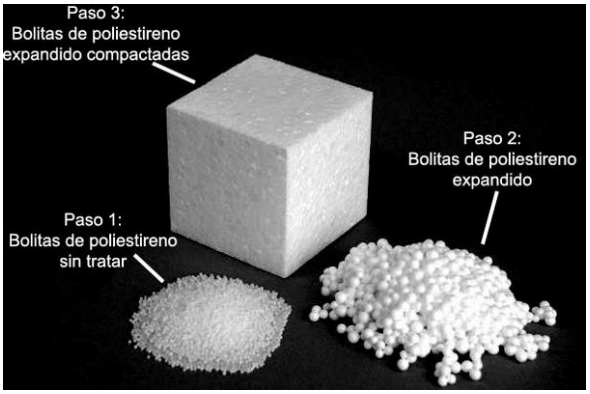
"Material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas preexpandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire".
Familiarmente el EPS también es conocido como corcho blanco.

EPS se obtiene a partir de la transformación del poliestireno expandible."[45]

5.1.2. CICLO DE VIDA

a) ***Elaboración:***

"La materia prima para la fabricación de los artículos de Poliestireno Expandido es el Poliestireno Expandible, un polímero del estireno que contiene un agente expansor: **el pentano**.



El proceso de transformación de la materia prima (poliestireno expandible) en artículos acabados de poliestireno expandido transcurre fundamentalmente en tres etapas:

[45] http://www.corchoblanco.com/quees.htm

– 1ª etapa: **preexpansión**

La materia prima se calienta en unas máquinas especiales denominadas preexpansores, con vapor de agua a temperaturas situadas entre aprox. 80 y 110ºC.

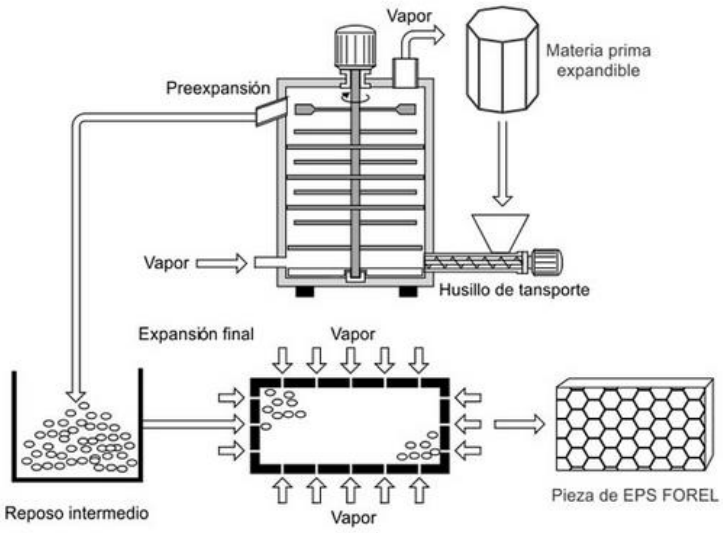
En el proceso de preexpansión, las perlas compactas de la materia prima se convierten en perlas de plástico celular con pequeñas celdillas cerradas que contienen aire en su interior.

– 2ª etapa: **reposo intermedio y estabilización**

Al enfriarse las partículas recién expandidas se crea un vacío interior que es preciso compensar con la penetración de aire por difusión. De este modo las perlas alcanzan una mayor estabilidad mecánica. Este proceso se desarrolla durante el reposo intermedio del material preexpandido en silos ventilados. Al mismo tiempo se secan las perlas.

– 3ª etapa: **expansión y moldeo final**

En esta etapa las perlas preexpandidas y estabilizadas se transportan a unos moldes donde nuevamente se les comunica vapor de agua y las perlas se sueldan entre sí. De esta forma se pueden obtener grandes bloques (que posteriormente se mecanizan en las formas deseadas como planchas, bovedillas, cilindros, etc...) o productos conformados con su acabado definitivo."[46]



[46] http://www.corchoblanco.com/quees.htm

b) ***Puesta en obra:***

Se disponen en la zona requerida y su fijación será a través de métodos mecánicos o con mortero-adhesivo (esta última aplicación es menos usual)

c) ***Durabilidad:***

"El EPS no envejece, manteniendo siempre su capacidad de aislante, lo cual benéfica en un ahorro de energía para el consumidor final (habitante del inmueble)."[47]

d) ***Recuperación:***

"Tiene un alto poder calorífico, mayor que el del carbón, y puede incinerarse de una forma totalmente segura en instalaciones de recuperación energética sin que se produzcan emisiones toxicas ni humos que puedan dañar al Medio Ambiente."[48]

e) ***Reutilización:***

La mayoría de los productos de este material no se reciclan en la actualidad debido a la falta de incentivos para invertir en los compactadores y sistemas logísticos necesarios. En cualquier caso se trata de un proceso demasiado caro.

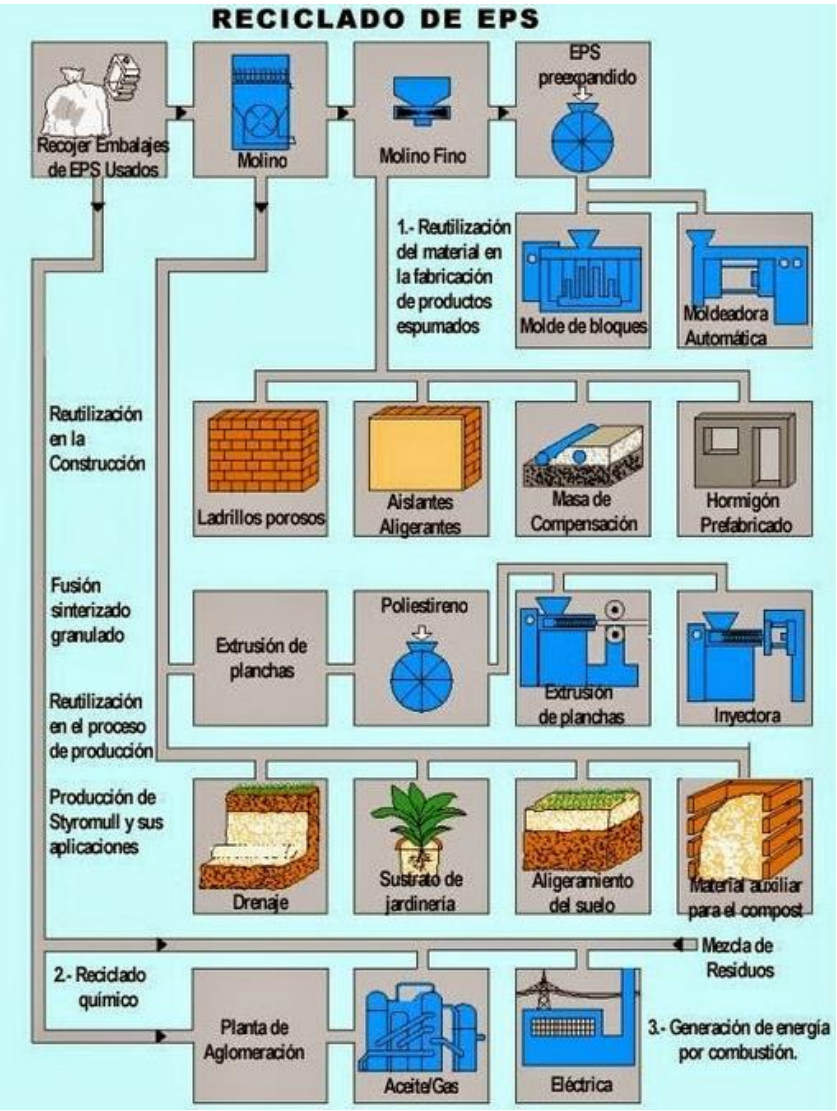
f) ***Reciclado:***

Es 100% reciclable, lo que hace que haya una gran demanda por parte de los transformadores que lo reprocesan para formar nuevo producto, por ejemplo el casetón.

"A diferencia de materiales como el PET, que son más amigables con el medio ambiente, el poliestireno expandido es unos de los materiales menos amigables. Esto se debe a que la polimerización del estireno no es reversible. Esto no quiere decir que el poliestireno expandido no pueda ser utilizado nuevamente, de hecho una de las posibilidades que existen es volver a utilizarlo en la producción de poliestireno expandido.

[47] http://epsel.blogspot.com.es/
[48] www.anape.es/pdf/El%20EPS%20en%20el%20Medioambiente.pdf?publicacion=El%20Poliestireno%20Expandido%20y%20el%20Medioambiente

Existen además otras posibilidades como por ejemplo en la construcción como componente del hormigón liviano, rellenos de terrenos, etc."[49]

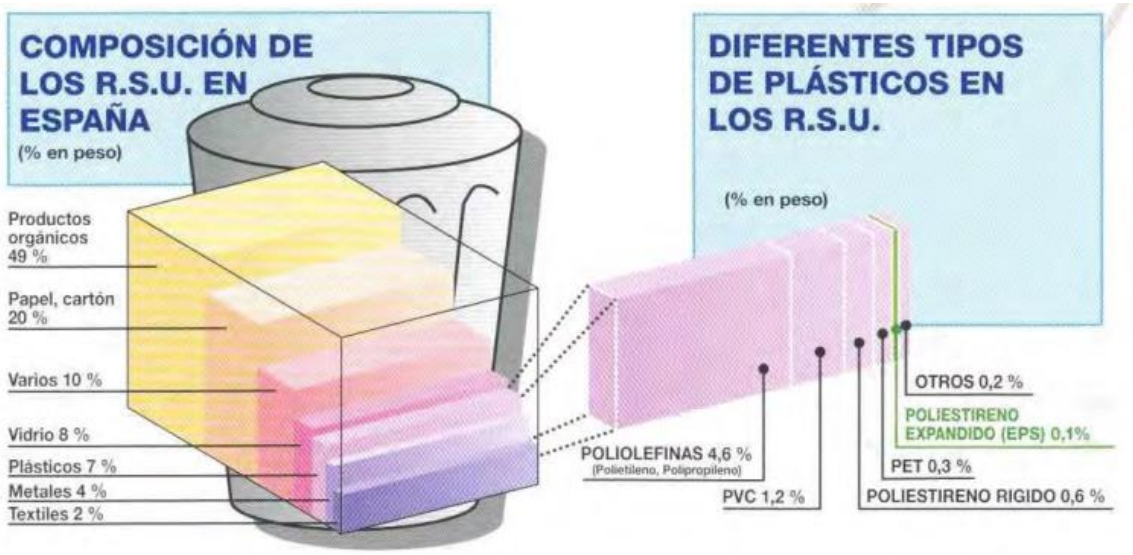


Tipos de reciclaje del Poliespan o corcho blanco

"Para el reciclaje del poliespan hay diversos métodos digamos tradicionales, que se pueden dividir en tres como principales:

1. Reutilización del EPS en la fabricación de productos espumados, como ladrillos porosos y hormigón prefabricado
2. Reciclado químico, para su uso en aplicaciones hortofrutícolas
3. Generación de energía por combustión"[50]

[49] http://ambientalissimo.blogspot.com.es/2011/04/analisis-del-ciclo-de-vida-del.html
[50] https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/05/29/reciclaje-poliestiren/



g) ***Vertido:***

"Es el método de Gestión de residuos menos aceptable porque implica perder una oportunidad de recuperar recursos valiosos.

Cuando no haya alternativa puede destinarse al vertido con total seguridad ya que el material es biológicamente inerte, no toxico y estable. El EPS no contribuye a la formación de gas metano, ni tampoco supone ningún riesgo para las aguas subterráneas." [51]

5.1.3. TIPOS

a) ***Presentación:***

"Lo habitual es comercializarlo en planchas de distintos grosores y densidades como aislante. Para otros usos en la construcción, pueden adoptar formas como bovedillas, cuyos forjados tendrán un mayor grado de aislamiento térmico, o mediante moldes, que no presentan ninguna ventaja como aislante."[52]

[51] www.anape.es/pdf/El%20EPS%20en%20el%20Medioambiente.pdf?publicacion=El%20Poliestireno%20Expandido%20y%20el%20Medioambiente
[52] http://artchist.blogspot.com.es/2014/07/poliestireno-expandido-eps-o-poliexpan.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico:

b) ***Aplicaciones:***

"Debido a sus excelentes cualidades y propiedades a lo que se une su facilidad de conformado y posibilidades de fabricación este material presenta un campo de aplicación muy amplio.

La construcción actual y futura se caracteriza por las exigencias de ahorro energético, la protección contra el ruido y el medio ambiente.

En condiciones climáticas tanto rigurosas como moderadas, el aislamiento térmico de todo tipo de edificación juega un papel muy importante.

El poliestireno expandido incorpora múltiples soluciones en los sistemas constructivos, tales como aislamiento de fachadas, cubiertas, suelos calefactados, etc. También se utiliza en forma de bovedillas y casetones para la construcción de forjados aligerados y como material aligerante y de relleno en numerosas aplicaciones de obra civil."[53]

5.1.4. PROPIEDADES

"Las propiedades físico-mecánicas del EPS están directamente relacionadas con la densidad (peso específico aparente) a la se fabrica. Se procesa para obtener diferentes densidades, de acuerdo con la aplicación para la que se destine.

Los tipos que se recomiendan para las aplicaciones más comunes, están clasificados según normas internacionales y la NOM C-137 y son:

Aplicación	Tipo de EPS	Densidad nominal
Juntas de construcción y casetón	10	10 kg/m³
Bovedilla	12	12 kg/m³
Placa aislante	15	15 kg/m³
Placa aislante mayor densidad	22	22 kg/m³

[53] http://www.corchoblanco.com/quees.htm

La densidad aparente es fundamental en las propiedades físicas del poliestireno expandido, pero no es el único factor, ya que el proceso de fabricación determina la resistencia mecánica, la inclusión de material reciclado puede modificar notablemente los valores establecidos, tanto por provenir de diversas fuetes, como por la proporción entre materia prima y material reciclado que contenga el producto final. ”[54]

- **Medioambientales:**

  “Según algunas fuentes provenientes de las industrias productoras del material, el polistireno expandido –EPS es un material inerte que mediante su uso eficiente “no hace daño al medio ambiente ni a la salud humana”, de ello dicen lo siguiente:

  – Al no utilizar gases de la familia de los CFC´s, ni HCFC´s no hace daño a la capa de ozono
  – En el procesos de trasformación consume poca energía y no produce residuos
  – Es un material que por su uso como aislamiento térmico en la construcción de viviendas y de edificios obtendrá mayor aislación, menor contaminación y mayor ahorro de energía.
  – El Poliestireno Expandido - EPS, al ser un material muy ligero, ahorra combustible en su transporte (un 39%).
  – Puede estar en contacto directo con los alimentos puesto que cumple todas las normativas sanitarias vigentes a nivel
  – El Poliestireno Expandido - EPS no actúa como soporte de cultivos de hongos y bacterias.
  – Por ser insoluble en agua, el Poliestireno Expandido - EPS no emite sustancias hidrosolubles que puedan contaminar

  La Asociación Nacional de Poliestireno Expandible sostiene y mantiene que el poliestireno expandido (EPS) «no tiene ninguna influencia medioambiental perjudicial ni es peligroso para las aguas. Se pueden adjuntar a los residuos domésticos o bien ser incinerados».”[55]

  EPS resulta totalmente inofensivo para el medio ambiente, como no sufre degradación no genera líquidos o gases, que se emitan al aire, suelo o aguas subterráneas, de hecho se puede triturar y mezclar con la tierra para airearla y/o aligerarla.

[54] http://epsel.blogspot.com.es/
[55] http://ambientalissimo.blogspot.com.es/2011/04/analisis-del-ciclo-de-vida-del.html

5.1.5. VENTAJAS

- "No se pudre, no se enmohece ni se descompone.
- Es un material con un alto valor de higiene debido a que no produce microorganismos.
- Una de las ventajas más significativas de este material es que es ligero además de su fácil disposición hacen que sea un producto deseable en los forjados en forma de bovedillas aunque su adhesión a otros productos (por ej. yeso) pueda ser cuestionable.
- Resiste a la humedad, asume impactos, es renovable, se puede cortar fácilmente, rapidez en la ejecución, resistencia a las heladas,…
- No necesita humedad antes de verter el hormigón en el forjado ya que no es un material higroscópico y no es absorbente.

5.1.6. INCONVENIENTES

- Su producción y el empleo de derivados del petróleo hacen que sea un material con grandes perjuicios medioambientales.
- No es fácilmente degradable.
- En los forjados, su reducido peso puede conllevar su volatilización lo que supone un gran problema en edificaciones de gran altura o expuestas al viento.
- Otro inconveniente de los forjados con bovedillas de EPS será la fijación de los perfiles metálicos de la tabiquería en seco o de instalaciones.
- Puede resolverse pero supone un condicionante a mayores.
- Además presenta un mal comportamiento acústico y al fuego en los forjados aligerados con poliestireno expandido.
- Probablemente un aspecto fundamental será el económico, es por ello que este material difiera en su uso ya que al tratarse de un producto a base de derivados del petróleo, su precio también puede oscilar como lo hace el propio combustible." [56]

[56] http://artchist.blogspot.com.es/2014/07/poliestireno-expandido-eps-o-poliexpan.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico:

5.1.7. TABLA

Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor	Densidad ρ (kg/m3).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)[3]	Biodegradable
EPS	Sintético	0,029 - 0,053	20 - 40	10 - 25	SI	Panel, y a granel	1	NO

5.1.8. CONCLUSIONES

"El Poliestireno expandido es un material derivado del poliestireno (material proveniente del petróleo) y utilizado en el sector del envase y la construcción. Según la página textoscientíficos.com. Sólo el 4% del petróleo que se utiliza a nivel mundial se destina a la producción de materiales plásticos, y el poliestireno expandido representa el 2.5 % del total.

En otras palabras, estamos hablando de un plástico que se fabrica con benceno, un reconocido cancerígeno; una vez convertido en estireno se le inyectan gases para expandirlo en forma de «espuma».

Grupos ecologistas opinan, en casos específicos donde la intervención antrópica por medio de este producto industrial, afecta de forma puntal la vida animal y vegetal.

- La espuma de poliestireno no es biodegradable; no desaparece nunca.
- Todo poliestireno expandido contiene grandes cantidades de aire que ocupan mucho espacio a pesar de su pequeño peso.
- La espuma de poliestireno es mortal para la vida marina. Flota en la superficie del océano, se descompone en bolitas que parecen comida y los animales las consumen. "[57]

[57] http://ambientalissimo.blogspot.com.es/2011/04/analisis-del-ciclo-de-vida-del.html

5.2. POLIESTIRENO EXTRUIDO (XPS)

5.2.1. DESCRIPCIÓN

"El poliestireno extruido (XPS) es un material termoplástico, formado por células cerradas, producido a partir de la extrusión de la mezcla fluida de poliestireno y un gas espumante, dióxido de carbono u otros gases." [58]

"La espuma de poliestireno extruido es un material aislante que, debido a sus excepcionales propiedades, como son su alta resistencia a la compresión y su nula absorción de agua, es ampliamente utilizado en la industria de la construcción. Es un excelente aislante térmico y tiene una excepcional durabilidad, manteniéndose inalterable con el paso del tiempo."[59]

5.2.2. CICLO DE VIDA

a) ***Elaboración:***

Sigue procesos de polimerización, secado y finalmente adopta la forma de acabado.

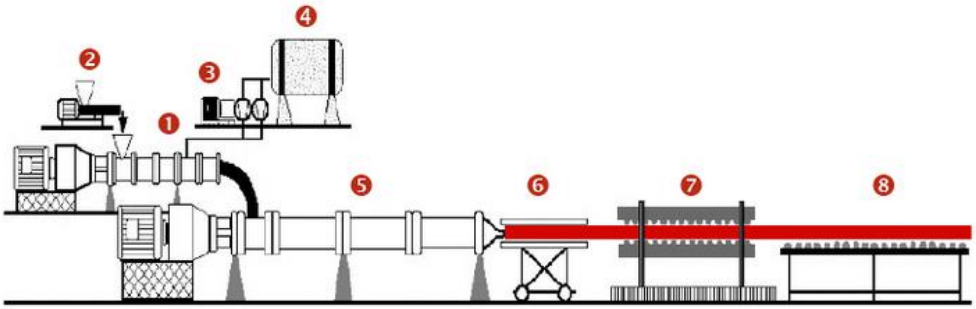
"Las principales materias primas que se utilizan en el proceso de fabricación son:

- Poliestireno en forma de granza
- Diversos aditivos:
  - Nucleante
  - Retardante de llama
  - Colorante
- Pequeña proporción de producto final reciclado que previamente debe ser tratado.

[58] http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Poliestireno_extruido_XPS.PDF
[59] http://www.enforce-een.eu/esp/category/tecnologias/aislamiento-termico/

El poliestireno se almacena en silos de gran capacidad. El sistema de alimentación se encarga de bombear de forma continua la granza del poliestireno y mezclarlo con el resto de aditivos. La mezcla resultante alimenta la extrusora de manera continua.

El incremento de temperatura y presión que la mezcla sufre en el interior de la extrusora permite que se funda en una masa fluida que avanza hacia la salida de esta. En esta etapa se realiza la inyección del agente espumante, ya que debe mezclarse de forma homogénea con el resto de materias primas.



1 Extrusora 2 Alimentación de sólidos (resina de PS, agente ignifugante,colorantes, etc) 3 Dosificación agente espumante 4 Depósito agente espumante (líquido) 5 Mezcladores (gel) 6 Plancha continua de espuma 7 Curado 8 Corte y embalaje

A la salida de la extrusora el cambio a presión atmosférica de manera repentina provoca la gasificación del agente espumante, que al intentar escaparse permite la espumación de la masa, y además absorbe la temperatura del poliestireno, enfriándolo y por tanto solidificándolo. La sección de salida de la extrusora determina la sección de la banda continua de poliestireno extruido que sale por ella, ajustando la anchura aproximada a la que va a ser el ancho final. Mediante un mecanismo de guillotina se cortan los paneles a la longitud deseada.

El gas asentado en su interior debe estabilizarse y los paneles alcanzar su temperatura ambiente, para ello serán colocados en una noria giratoria que los mantendrá en reposo durante un tiempo determinado. El panel será devuelto otra cinta transportadora para proseguir con el proceso de fresado y embalado."[60]

[60] http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-sobre-materiales-aislantes-y-eficiencia-energetica-fenercom-2012.pdf

b) ***Puesta en obra:***

En cubierta plana, sobre el soporte (membrana impermeabilizante, hormigón, etc.) libre de objetos extraños, se extenderá un fieltro separador para membranas bituminosas. A continuación se irán depositando los paneles, debiendo unirse unos a otros respetando el machihembrado del producto. Seguidamente se debe extender otro fieltro separador antipunzonante que servirá para dejar independiente el panel de la protección pesada. Por último, se verterá la masa de acabado, bien grava para cubierta no transitable o mortero para cubierta transitable u otros tipos de acabados.

En paramentos verticales se coloca directamente sobre la cara interior del cerramiento de fachada, debiendo unirse unos a otros respetando el machihembrado del producto. El panel se fijará al soporte mediante espigas de PVC. Por último se construirá el trasdós de fachada de forma que el producto rellene totalmente la cámara.

En suelo y paredes se debe instalar como lo descrito para cubierta y muros respectivamente y en el techo se debe fijar con espigas de PVC al soporte, cerrando a continuación con los acabados que hayan sido diseñados, de manera que el producto rellene totalmente la cámara.

c) ***Recuperación:***

"El poliestireno expandido (EPS) es reutilizable al 100% para formar bloques del mismo material y también es reciclable para fabricar materias primas para otra clase de productos como hormigones ligeros, ladrillos porosos y granza para diversos artículos de consumo como adhesivos y embalajes.

El reciclado del EPS se viene haciendo desde hace décadas y consiste en despedazar mecánicamente el material para posteriormente mezclarlo con material nuevo y así formar bloques de EPS que pueden contener hasta un 50% de material reciclado para conservar su cohesión, su resistencia y sus propiedades aislantes. Hay que tener en cuenta que el plástico reciclado tiene unas propiedades impredecibles: aunque

estemos hablando de un material termoplástico que se puede volver a moldear, una buena parte de sus propiedades se pierden en él."[61]

5.2.3. TIPOS

a) ***Aplicaciones:***

Debido a su elevada resistencia mecánica y a su tolerancia al agua, es un material que ha encontrado multitud de aplicaciones en la construcción. Se usa como aislamiento en suelos, en paneles de fachada o cubiertas invertidas. En las cubiertas invertidas el aislamiento térmico se coloca encima del impermeabilizante, una disposición que alarga la vida útil de la cubierta, pues el impermeabilizante no sufre las tensiones de la intemperie ni de los cambios bruscos de temperatura que con el tiempo terminan por deteriorarlo. Sin embargo, por su ligereza, es preciso lastrarlo para evitar que sea succionado por el viento, de modo que las cubiertas invertidas más comunes colocan grava o diversos tipos de losas como remate final.

b) ***Presentación:***

El **poliestireno extrusionado** se comercializa en planchas de grosores de unos pocos centímetros, que pueden ser de cantos lisos o bien cajeados.

5.2.4. PROPIEDADES

"El poliestireno extruido comparte muchas características con el poliestireno expandido, pues su composición química es idéntica: aproximadamente un 95% de poliestireno y un 5% de gas. La diferencia radica únicamente en el proceso de conformación; pero es una diferencia crucial, ya que el extrusionado produce una estructura de burbuja cerrada, lo que convierte en un aislante térmico capaz de mojarse sin perder sus propiedades." [62]

a) ***Térmicas:***

"La conductividad térmica del producto depende básicamente del gas de espumación utilizado.

[61] http://www.mimbrea.com/se-pueden-reciclar-los-materiales-que-aislan-nuestros-edificios/
[62] Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2015/03/poliestireno-extrudido.html

Más importante que la conductividad térmica es el espesor del producto, que determina la resistencia térmica.

b) ***Frente al agua:***

La estructura celular cerrada del XPS permite que sea un producto cuya absorción de agua por inmersión total de larga duración sea inferior a un 0,7%. La absorción de agua por difusión es inferior al 3%.

c) ***Frente al fuego:***

La reacción al fuego indica la contribución del producto en caso de incendio a desprendimiento de energía, formación de humos y formación de gotas.

El poliestirno extruido incorpora ignífugos que le aportan resistencia al fuego, resultando un producto de Euroclase E, autoextinguible sin presencia de gotas ardiendo que evita la propagación de llamas en caso de incendio."[63]

5.2.5. VENTAJAS

En cubiertas invertidas, su gran resistencia a la compresión permite pisar sobre él sin que se produzca desperfecto en la membrana impermeabilizante. Además, una vez instalado sobre la impermeabilización, admite la colocación de una protección pesada transitable o no transitable. Al emplearse en cubierta invertida, sirve de protección de la impermeabilización frente a los agentes atmosféricos, alargando la vida útil de la impermeabilización. Por su ligereza facilita la rápida instalación con el consiguiente ahorro de mano de obra. Por su comportamiento a la humedad puede ser instalado bajo condiciones atmosféricas adversas. Es uno de los aislantes térmicos más efectivos que hay en el mercado. Las planchas son fuertes, resisten el peso de las tejas y de la nieve sin deformarse. No se pudren, ni se aplastan. Son ligeras y fáciles de instalar y de cortar. Puede pisarse durante el montaje. Pueden existir variedades formando paneles sandwich. Al ir las placas machihembradas a media madera se eliminan los temidos puentes térmicos.

[63] http://www.aipex.es/panel/uploads/descargas/cat_xps_2014.pdf

- "La combinación de la elevada resistencia mecánica y la nula absorción de agua confieren al XPS una durabilidad excepcional en aplicaciones por el exterior en comparación con otros sistemas de aislamiento.
- Evita las condensaciones, evitando las humedades interiores que suelen conllevar la aparición de moho.
- La instalación por el exterior evita la pérdida de espacio útil y evita molestias a los ocupantes del edificio durante la rehabilitación.

5.2.6. INCONVENIENTES

- Se comporta mal ante los rayos ultravioleta por lo que debe ir cubierto.
- Las planchas de XPS no deben quedar expuestas en la aplicación final de uso, tanto si van colocadas al exterior del soporte, como al interior, debiendo disponerse un acabado visto mediante otros productos"[64]

Se puede volar si no se dispone sobre él algún material, se deteriora con la exposición directa al sol, las juntas pueden ser un lugar de especial cuidado,…

5.2.7. TABLA

Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor	Densidad ρ (kg/m3).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)[3]	Biodegradable
XPS	Sintético	0,025 - 0,04	100 - 220	30	SI	Panel	1	NO

[64] http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Poliestireno_extruido_XPS.PDF

5.2.8. CONCLUSIÓN

"El poliestireno es un material de origen plástico espumado que se obtiene por la polimerización del estireno, compuesto orgánico volátil y tóxico que la Agencia de EEUU para la Investigación del Cáncer considera como "sustancia cancerígena probable". La fabricación de poliestireno involucra el uso de sustancias cancerígenas como el benceno, el estireno y 1,3-butadieno, un proceso que implica no sólo impacto ambiental sino un riesgo para la salud de los trabajadores; por ello, **su empleo debería evitarse**.

El poliestireno extruido XPS, es más fuerte que el poliestireno expandido EPS y es ideal para bloquear la filtración de aire. Ambos son fabricados en baja y alta densidad. XPS se utiliza principalmente en elementos horizontales como losas de cimentación, forjados, techos, y otras aplicaciones que requieren con mayor resistencia que el EPS.

Como soluciones al aislamiento térmico se encuentra con valores de transmitancia mayores que los del poliuretano proyectado, de entre 0,03 y 0,04 W/m·K. Por lo que concluimos que uno de los materiales de mayor utilización en nuestro país no resulta ser una buena opción para desempeñar su función aislante.

En cuanto al aspecto ecológico del poliestireno extruido, al igual que poliuretano proyectado, se utilizan HCFC como agentes espumantes, que tienen una gran potencial de calentamiento global y moderado potencial de agotamiento de ozono, o los HFC que tienen un alto potencial de calentamiento global a pesar de que tienen cero potencial de agotamiento de ozono.

A diferencia de otros materiales aislantes, el poliestireno se puede reutilizar muy fácilmente, haciendo nuevas planchas e incorporando los restos de los embalajes a la producción para optimizar los costes y reducir el uso de materia prima. Estos son los llamados Centros ECO EPS. Aunque como todos los derivados del petróleo, el poliestireno es un compuesto sintético no biodegradable cuya producción resulta muy contaminante, además de que su incineración produce sustancias altamente tóxicas que generan graves problemas de contaminación y salud."[65]

[65] http://ecohabitatge.com/2013/01/06/aislamientos-ecologicos/

5.3. POLIURETANO (PUR o Polisocianurat)

5.3.1. DESCRIPCIÓN

"Es un producto compuesto por un polímero que el científico Otto Bayer desarrolló en el año 1937 por primera vez, síntesis de lo que hoy conocemos como poliuretano, en la famosa fábrica de IG Farben en Alemania." [66]

"Es un material plástico, poroso formado por una asociación de burbujas de aire. Pueden comercializarse de forma rígida, planchas, bloques,.. por lo que se puede conocer también como gomaespuma o gomapluma.

El poliuretano rígido (PUR) tiene un coeficiente de conductividad de 0.022 W/m•K.

También puede encontrarse de forma líquida y obteniendo así espumas. Las podemos diferenciar en espumas en caliente, si liberan calor durante su reacción y son de grandes dimensiones; o en frio, que al contrario, apenas liberan calor en la reacción y su uso es principalmente para piezas a partir de moldes.

Su aspecto puede variar según el tratamiento que reciban o incluso su color dependiendo de la utilización de pigmentos.

El poliuretano proyectado tiene un coeficiente de conductividad de 0.028 W/m•K.

Una variante de la espuma de poliuretano (PUR) será el poliisocianurato diferenciándose en su resistencia al fuego ya que este último posee una mayor resistencia a las temperaturas extremas.

[66] http://build-in-home.com/es/pages/38682

5.3.2. CICLO DE VIDA

a) ***Elaboración:***

"Los poliuretanos son polímeros creados por la reacción de polisocianatos (principalmente MDI para espumas de aislamiento) con una gama de polioles. La mayoría de los ingredientes son hidrocarburos o basados en aceites minerales, aunque también puede usarse contenido basado en plantas. En particular, algunos polioles pueden tener un contenido de hasta el 60% de plantas procedentes de fuentes renovables. Aunque esto debería verse como un paso adelante, deben evitarse los conflictos con la producción de alimentos y tenerse en cuenta los impactos en los indicadores de LCA.

Los polioles para uso en productos de PU también pueden fabricarse de botellas recicladas de PET. Otra nueva y prometedora tecnología utiliza el dióxido de carbono como una materia prima adicional para el proceso de síntesis de polioles. El dióxido de carbono es un producto residual de centrales térmicas que de otro modo se emitiría a la atmósfera. Además, este proceso ahorra una parte del petróleo y de la energía que se necesita en la producción convencional de polioles."[67]

Poliuretano rígido. Se fabrica mediante un dispositivo llamado espumadora compuesta de un cúmulo de máquinas. Una consiste en mezclar los diferentes compuestos, otra desprende el material a través de un cinta sin fin y una última que finalmente corta y da la forma deseada al bloque. Dependiendo de los sistemas de fabricación empleados, los aditivos,… se podrán llegar a conseguir diferentes materiales muy diversos y con múltiples usos.

Poliuretano proyectado. La mezcla inicial anterior se comercializa y sería in situ, a base de un dosificador, como se obtendría la mezcla final, lista para proyectar. "[68]

[67] http://www.aparejadoresmadrid.es/archivos/ojornadas/33/aislamiento_con_poliuretano_y_gestion_de_residuos.pdf
[68] Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2015/03/poliestireno-extrudido.html

b) ***Colocación:***

"Los paneles se fijaran a través de sistemas mecánicos (tornillos, etc.) pero siempre sin provocar puentes acústicos ni térmicos entre las diversas capas que componen el sistema constructivo.

El poliuretano proyectado se servirá de pistolas para su extensión formando una capa consistente y continua. También puede inyectarse en un espacio confinado."[69]

c) ***Durabilidad:***

"Gracias a su larga vida, es decir, su elevada durabilidad, se minimiza el uso de recursos a través de la reparación o sustitución.

d) ***Recuperación:***

El aislamiento de PU es un 97% gas de aislamiento capturado en celdas cerradas de la espuma y es por tanto extremadamente ligero. Su tiempo de vida está estrechamente ligado al de los edificios y ciclos de renovación de edificios. Dependiendo de la aplicación, el aislamiento de PU se mantendrá habitualmente en el lugar de 30 a 75 años o más. Este ciclo de vida muy largo puede tener un impacto en las opciones al final de la vida, como:

- Es probable que el producto sea contaminado por otros en su fase de uso (betún, adhesivos, óxido, enlucido, etc.) y
- Las sustancias empleadas en el pasado ya no se admiten actualmente.

Si los residuos de PU no pueden reutilizarse, reciclarse o transformarse en otros productos, la opción preferida es la recuperación de energía. El PU contiene una cantidad significativa de energía, lo que lo convierte en una materia prima muy eficiente para incineradoras municipales que generan electricidad y, cada vez más, calor para uso en edificios y procesos industriales.

- El polvo de PU puede alimentarse de nuevo en el flujo de proceso para producir nuevas placas/paneles de aislamiento de PU.

[69] http://artchist.blogspot.com.es/2014/07/poliuretano.html

- Los residuos desmenuzados de PU pueden usarse para garantizar elevados niveles de aislamiento acústico y térmico en paredes divisoras que separan casas adosadas.
- Los residuos de espuma de PU pueden usarse como aditivo para hormigón de peso ligero." [70]

e) ***Reutilización***

"El aislamiento de PU es un producto extremadamente duradero e inerte, que no se pudre y resiste la captación de la humedad. En la mayoría de los casos, los paneles de PU se fijan mecánicamente (cubiertas inclinadas, techos de cubiertas de acero), de forma que los paneles pueden recuperarse y separarse fácilmente de otro material de construcción.

En concreto, los paneles de aislamiento y los paneles sándwich pueden, por lo tanto, reutilizarse, aunque normalmente en aplicaciones menos exigentes. Se ha demostrado que las cubiertas aisladas con PU pueden renovarse sin sustituir la capa de aislamiento, incluso si la humedad pudiera penetrar la cubierta debido a una fuga en la capa de impermeabilización. El rendimiento térmico de la cubierta puede mejorarse con una capa de aislamiento adicional".[71]

"Se estima que son reutilizados entre el 5 y el 10% de los residuos de PU de la construcción y demolición."[72]

f) ***Reciclado:***

"Transformación de residuos de PU en nuevos productos.

Los residuos de espuma de PU de producción y construcción pueden molerse y reprocesarse en paneles de alta densidad y perfiles para sustituir madera y aglomerado de madera en la construcción. El material reciclado es resistente al moho y no se pudre. Gracias a su baja conductividad térmica, ligereza y niveles destacados de resistencia mecánica y humedad, se usa como elemento de construcción para

[70] http://www.aparejadoresmadrid.es/archivos/ojornadas/33/aislamiento_con_poliuretano_y_gestion_de_residuos.pdf
[71] Rainer Spilker, Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik gGmbH: Flachdach-sanierung über durchfeuchteter Dämmschicht (2003), http://www.baufachinformation. de/artikel.jsp?v=209700
[72] PU Europe Factsheet n°15: Análisis económico y ambiental del ciclo de vida del aislamiento de poliuretano en edificios de bajo consumo energético (2010)

fachadas, material base para marcos de ventanas, tabiques o puertas, mobiliario de baño y náutico y encimeras de cocina. Puede encontrarse en trenes de alta velocidad, camiones y caravanas.

Los residuos de producción también se transforman en otros productos de aislamiento basados en PU, en particular, para el aislamiento térmico y acústico de suelos. Para este fin, la espuma de residuos se muele en granos y se trata con aditivos y celulosa. A continuación puede distribuirse uniformemente sobre el suelo.

Ambas aplicaciones pueden ser económica y ambientalmente viables y por tanto, son demostradas opciones en la actualidad.

g) ***Vertedero:***

Los residuos de aislamiento de PU, que carecen de sustancias que agotan la capa de ozono, no están clasificados como residuos peligrosos. Sin embargo, el aislamiento de PU al final de su vida es demasiado valioso para terminar en un vertedero. Este es un requisito previo para desviar el PU y otros residuos orgánicos de demolición del vertedero.

5.3.3. TIPOS

- Planchas de aislamiento y bloques de espuma
- Paneles sándwich
- Aislamiento proyectado
- Aislamiento inyectado en cámaras
- Paneles estructurales aislados
- Aislamiento de tuberías
- Aislamiento de instalaciones y tuberías industriales”[73]

- **Aplicaciones:**

Además de su utilización en colchones, sofás, etc. Su aplicación interesante para la construcción es como aislante térmico. Los poliuretanos que principalmente colaboran en este sector son poliuretanos rígidos de densidad 30-50 kg/m³. Una variedad de este tipo de materiales serán los poliuretanos PIR, que mejoran sustancialmente su comportamiento frente al fuego y son empleados por ejemplo como revestimiento de cañerías que conducen fluidos a alta temperatura. Los

[73] http://www.aparejadoresmadrid.es/archivos/ojornadas/33/aislamiento_con_poliuretano_y_gestion_de_residuos.pdf

poliuretanos rígidos se usan además en la industria de la refrigeración, aislamiento, mueble, etc.

Los materiales líquidos sobre todo se emplean en la confección de pinturas aislantes, recubrimientos anti abrasivos,…

- **Presentación:**

"Dada su versatilidad se comercializa de varias formas: planchas, bloques, paneles sándwich, paneles estructurales, coquillas de instalaciones,… o de forma líquida. Las planchas suelen venir acompañadas de una barrera de vapor siendo lo más habitual el aluminio."[74]

"Destacan tres grupos de aplicaciones del poliuretano rígido por su campo de aplicación:

a) ***La espuma de poliuretano aplicada "in situ" por proyección***

Este es un producto muy extendido desde hace décadas en España porque el clima de nuestro país es idóneo para esta aplicación durante todo el año.

Es un producto idóneo por su rapidez de aplicación, la eliminación de puentes térmicos y su capacidad aislante.

b) ***El panel sándwich de poliuretano***

Es un producto muy empleado en la construcción de cerramientos (cubiertas y fachadas) de establecimientos industriales por sus características mecánicas y en la industria del frío y alimentaria por sus características aislantes e higiénicas.

[74] http://artchist.blogspot.com.es/2014/07/poliuretano.html

Es un producto idóneo por su ligereza, su versatilidad y su capacidad aislante.

c) ***Productos aislantes de poliuretano obtenidos a partir de laminación (planchas) o corte de bloques (coquillas)***

Son productos con uso en aplicaciones industriales específicas como instalaciones y cubiertas tipo Deck."[75]

5.3.4. PROPIEDADES

"Las espumas rígidas de Poliuretano son materiales duroplásticos de una baja densidad aparente y que contienen una estructura de celdillas predominantemente cerradas. Al ser materiales duroplásticos, tienen la ventaja de no ser fusibles y de ser resistentes a la mayoría de productos químicos y disolventes; además presentan un alto punto de ablandamiento, y, por tanto, una buena estabilidad térmica. A causa de su gran estabilidad biológica, las espumas rígidas de Poliuretano son resistentes a los hongos y los microbios; son imputrescibles y resistentes a la penetración de raíces.

Su excelente adherencia a otros materiales utilizados en la construcción permite un amplio espectro de aplicaciones: desde planchas transitables hasta paneles sándwich autoportantes con capa de cobertura metálica. Los aislantes basados en el Poliuretano utilizados en la construcción mantienen sus dimensiones y su estabilidad incluso bajo temperaturas extremas, habitualmente entre -170ºC y +110ºC y en una atmósfera húmeda alternante.

Su bajo peso, a partir de los 30kg/m3, permite un diseño muy variado de las espumas de Poliuretano, que se distinguen igualmente por la simplicidad de su transformación: pueden ser cortadas, serradas, perforadas y pegadas con gran precisión y con herramientas convencionales."[76]

a) ***Térmicas:***

"Tiene una elevada capacidad aislante debido a la baja conductividad térmica que posee el gas espumante de sus células cerradas, que puede

[75] http://www.construmatica.com/construpedia/Poliuretano_R%C3%ADgido
[76] http://www.praxsa.es/docs/PRAXSA_POLIURETANO.pdf

situarse en 10ºC = 0,022 W/m·K, según la Norma UNE 92202, aunque este valor se eleva ligeramente con el paso del tiempo, hasta estabilizarse definitivamente. Después de 9 meses de envejecimiento, se considera que el valor es 10ºC = 0,028 W/m·K, de acuerdo con UNE 92120-1, lo que supone un 25% de mejora con respecto a la media de los demás productos utilizados en aislamiento térmico

b) ***Frente al Agua:***

La Espuma de Poliuretano es un revestimiento continuo intermedio porque cumple los aspectos establecidos en el DB-HS1 para estos materiales relativos a estanqueidad, resistencia a la fisuración, adherencia, permeabilidad y estabilidad física y química, el propio material satisface los requisitos de impermeabilidad. Esta circunstancia también supone otro beneficio económico, tanto por el ahorro en mortero para el enfoscado como por la superficie que se gana al no ser necesario éste.

c) ***Frente a la Humedad:***

Garantiza en función de la densidad, la ausencia de condensaciones intersticiales, haciendo posible la transpiración del cerramiento, lo cual es el efecto más beneficioso para prevenir toda clase de patologías, es impermeable y permite la transpiración, en cualquier clima y sin necesidad de una barrera de vapor.

d) ***Frente al Fuego:***

Es un material orgánico, y por tanto combustible, el material aislante no queda a la vista, sino detrás de superficies, por tanto, la idoneidad del uso dependerá en gran medida de los valores de resistencia al fuego de los materiales que compongan dichas superficies, además del lugar donde vaya a ser proyectado. Existen algunas variedades de la Espuma de Poliuretano con protección ante el fuego, que se clasifican desde la C, s3-d0 hasta E, según la Norma UNE-EN 13501.

e) ***Acústicas:***

Combinado con otros materiales, resulta muy efectivo para disminuir la transmisión de sonidos y para amortiguar vibraciones y eliminar resonancias."[77]

5.3.5. VENTAJAS

- "Ventaja al ganar espacio, resultado del reducido espesor del aislante: cabe resaltar el reducido espesor necesario en el aislamiento tanto en techos inclinados como en techos planos y en suelos comparado con otros materiales aislantes.
- Ventaja al tener más posibilidades en el diseño de interiores al disponer de elementos constructivos más delgados.
- Ventaja ecológica, al ahorrar energía tanto de calefacción como de aire acondicionado.
- Ventaja al mejorar el confort y el ambiente de la vivienda a causa de un mejor aislamiento térmico. "[78]

"El **poliuretano rígido**, en su uso en suelos o en cubiertas planas con respecto a otros materiales como la lana de roca no se deforma y evita así la posible formación de charcos o fallos en la membrana impermeable. Estabilidad dimensional, estructura de celdas cerradas y no son irritantes.

Con el **poliuretano proyectado** es más fácil evitar los puentes térmicos debido a su facilidad de adaptarse a las diferentes geometrías e incrustarse en pequeños espacios. Un método de aplicación para conseguir esta finalidad sería el inyectado. Además de ser un sistema económico y sobre todo más rápido que los sistemas de placas ya que su adhesión es simple, bastaría con el propio proyectado en superficies limpias y secas. A este material se le es posible adherir otros productos mediante el empleo de una imprimación. Una ventaja determinante de este material sería la impermeabilidad al agua pero a su vez la transpiración del cerramiento. No conlleva riesgos en su colocación evitando los posibles desprendimientos."[79]

[77] http://www.construmatica.com/construpedia/Espuma_de_Poliuretano
[78] http://www.praxsa.es/docs/PRAXSA_POLIURETANO.pdf
[79] Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2015/03/poliestireno-extrudido.html

5.3.6. INCONVENIENTES

El **poliuretano rígido**, la principal desventaja que presenta en su colocación, ya que es más farragosa y sobre todo las juntas de unas placas con otras pudiéndose **ocasionar puentes térmicos**.

Poliuretano proyectado.

- No resulta fácil su inspección y el control del grosor extendido. Conlleva un desgaste y envejecimiento si se deja visto, aunque ha sufrido diversas mejoras provocando que su utilización en la última década haya incrementado en la impermeabilización de las medianerías tras el derribo de las casas colindantes.
- Otra de sus desventajas es la situación que presenta frente al fuego ya que **desprende unos gases perjudiciales para la salud en caso de incendio**, tanto proyectado como en placas.
- Además por inhalación **durante su uso es irritante para las vías respiratorias y las mucosas**. Durante el tiempo de exposición se ha de protegerse con la vestimenta adecuada y siempre utilizando guantes, gafas y mascarilla purificadora para evitar la inhalación respiratoria.

5.3.7. TABLA DE CARACTERÍSTICAS

Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor	Densidad ρ (kg/m3).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)³	Biodegradable
PUR	Sintético	0,019 - 0,040	60 - 150	30	SI	Panel y espuma	1	NO

5.3.8. CONCLUSIÓN

"Uno de los materiales aislantes de utilización más extendida en la construcción, la espuma de poliuretano, un material sintético que se

obtiene de la mezcla de dos componentes generados mediante procesos químicos a partir del petróleo y el azúcar: el isocianato y el poliol.

La espuma de poliuretano tiene una aceptable capacidad aislante debido al gas espumante de sus células cerradas suponiendo un 25% de mejora con respecto a la media de otros productos utilizados. Presenta una gran resistencia frente a los efectos del paso del tiempo y tiene una larga vida útil, manteniéndose sin deteriorarse durante más de 50 años.

En muchas publicaciones leemos que el poliuretano es el material aislante más eficiente y seguramente nos enfrentamos a muchas opiniones en este sentido, sin embargo si tenemos en cuenta su procedencia derivada del petróleo, es un **recurso natural en extinción y cuya extracción es sumamente contaminante**.

Por otro lado, nos encontramos con el hecho de que libera productos químicos nocivos en el aire, reduciendo la calidad del aire interior.

En su composición contienen sustancias químicas peligrosas como el benceno, un agente cancerígeno y el tolueno, y supone un peligro potencial y un problema importante para el medio ambiente durante el proceso de producción de la materia prima, transporte, fabricación e instalación.
A pesar de que los clorofluorocarburos CFC ya no se utilizan, muchos utilizan hidroclorofluorocarbonos HCFCs o HFCs como agentes espumantes, son extremadamente tóxicos para la salud humana, potentes gases de efecto invernadero y son perjudiciales para la capa de ozono.

Por último, tenemos que tener en cuenta su destino como residuo de la construcción, se trata de un material difícilmente reciclable y tratable. La naturaleza de los derivados plásticos es compleja y muy variada, de forma que es extremadamente difícil reciclarlos, en consecuencia, la cantidad de plásticos de construcción que se reciclan es todavía muy baja. Otro problema intrínseco a las espumas de poliuretano es que resulta difícil separar el producto al estar proyectado sobre otros materiales como hormigón, acero o cerámica, haciendo aún más complicado su tratamiento.

El sistema más efectivo desde el punto de vista medioambiental para tratar estos materiales es **no utilizarlos**."[80]

[80] http://ecohabitatge.com/2013/01/06/aislamientos-ecologicos/

AISLANTES INORGÁNICOS MINERALES:

5.4. ARLITA, (ARCILLA EXPANDIDA)

5.4.1. DESCRIPCIÓN

"Geológicamente la **arcilla** es una roca sedimentaria impermeable de estructura pulverulenta. La resistencia que le confiere el proceso de secado y cocción posterior a la mezcla con agua, han hecho de ésta un material empleado en todos los tiempos para la fabricación de piezas cerámicas: tejas, ladrillos, revestimientos, vajillas, lozas, etc.

Entre los diferentes tipos de arcilla que existen encontramos una de tipo fuerte que se expande a los 800ºC, contrariamente a la utilizada en cerámica, muy inerte y arenosa.

De esta arcilla se elabora un material que la industria de nuestro tiempo ha transformado en un árido ligero con propiedades de aislamiento gracias a una estructura altamente porosa, se trata de la **arcilla expandida**.

Puede utilizarse en sustitución de la grava de drenaje, mezclada al 50 % con el sustrato, reduciendo a la mitad el peso de la cubierta, favoreciendo el crecimiento de las plantas y protegiéndolas de las heladas o la excesiva evaporación.

Se trata de una arcilla natural alta en hierro que al calcinarla produce una gasificación y hace que se expanda y genere unos microporos que dan gran ligereza a la misma además de otras muchas cualidades como aislamiento térmico y acústico." [81]

5.4.2. CICLO DE VIDA

a) ***Extracción:***

"La arcilla se extrae de canteras a cielo abierto localizadas en España en las cuales se desarrollan planes de reforestación una vez finalizados los trabajos de extracción.

[81] Ecohabitar

b) ***Fabricación:***

Su fabricación pasa por diversos procesos: triturado, micronizado, secado, aglomerado con agua, mezclado con carbonato cálcico y cocción en un horno de tres fases (precalentador entre 900 y 1000ºC, expansor entre 1150 y 1200ºC y enfriador con riego final).

En el proceso de molturación la arcilla se tritura hasta 5 / 15 cm. Seguidamente, en el molino se microniza al mismo tiempo que se seca inyectando aire a presión y a una temperatura de 450ºC. En la granulación de la arcilla, se mezcla con agua y por efecto de la fuerza centrífuga se convierte en granos esféricos. En el proceso de cocción se produce la expansión de la arcilla en hornos rotatorios gracias a un choque térmico a 1200ºC.

c) ***Puesta en obra:***

Se puede colocar en seco ya sea en granel y simplemente nivelada, o con lechada de mortero que se vierte posteriormente a la arcilla expandida. También podía amasarse con cemento en una hormigonera. Para las situaciones en las que se vierta en granel ha de disponerse posteriormente un mortero para poder colocar el pavimento de acabado."[82]

d) ***Recuperación:***

Es un producto químicamente neutro que no desprende gases ni malos olores. No se deteriora ni sufre ninguna modificación con el paso del tiempo." [83]

No se degrada, no le afectan condiciones climáticas y no interacciona con otros materiales de construcción.

[82] ArtChist. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/arcilla-expandida-arlita-o-ripiolita.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico:
[83] Ecohabitar

5.4.3. TIPOS

"Bolas ligeras de diferentes granulometrías y con una gama de colores dentro de los terrosos.

- **Aplicaciones:**

Como aislante en relleno de cámaras, soleras, consolidación de forjados, cubiertas, rellenos ligeros, prefabricados (bloques, bovedillas, placas de cubierta, refractarios, etc.), jardinería, etc.

Árido ligero con propiedades de aislamiento térmico y acústico. Entre las múltiples aplicaciones que posee este material hemos seleccionado dos:

En cubiertas ajardinadas. Puede utilizarse en sustitución de la grava de drenaje, mezclada al 50 % con el sustrato, reduciendo a la mitad el peso de la cubierta, favoreciendo el crecimiento de las plantas y protegiéndolas de las heladas o la excesiva evaporación.

Para rehabilitación de forjados. El empleo de la arcilla expandida en los rellenos de forjados ofrece una elevada resistencia a la compresión y una densidad mínima. Además proporciona aislamiento térmico y acústico entre plantas unido a una elevada protección contra incendios.

5.4.4. PROPIEDADES

"Es un aislante a base de árido cerámico que se caracteriza por su relación peso-resistencia y por su estructura altamente porosa como consecuencia de la expansión a alta temperatura. Se considera un aislante ecológico por la utilización en su elaboración de arcilla y por ser un producto natural, inerte y sin ningún componente tóxico.

- Aislante térmico gracias a las innumerables burbujas de aire que quedan atrapadas en el proceso de expansión.
- Aislante acústico gracias a su estructura porosa.
- Ligereza, reduciendo en un 70 % el peso frente a otros áridos y manteniendo una estructura muy resistente.
- Alta resistencia a la compresión y otros esfuerzos mecánicos debido a su estructura clinkerizada y la corteza dura y resistente de su superficie.
- No desprende gases ni malos olores, no le afectan las sustancias químicas, resiste heladas y cambios bruscos de temperatura
- Es incombustible y resiste temperaturas hasta 1150 ºC incluso estando expuesto durante largo tiempo a las llamas o fuente de calor.
- Es ignífugo y reduce la transmisión del calor.

5.4.5. VENTAJAS

"La ligereza con densidades comprendidas entre 270 Kg/m3 a 600 Kg/m3, su resistencia al fuego hasta temperaturas máximas de 1200º C, además de ser refractario. Es un buen aislante acústico debido a su estructura porosa que amortigua las vibraciones disipando la energía acústica. También como aislante térmico ya que está conformado con multitud de cámaras microscópicas de aire que confieren su capacidad aislante con la condición de ser un producto natural e imputrescible. Recordemos, además, que es un material cerámico y que presenta por tanto una gran inercia térmica.

5.4.6. INCONVENIENTES

Precisa de una mayor cantidad de mano de obra, ya que su colocación es más farragosa, y necesita de un tiempo de secado para proseguir la actividad en la obra. "[84]

[84] ArtChist. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/arcilla-expandida-arlita-o-ripiolita.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico:

5.4.7. FICHA TÉCNICA

Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua	Densidad ρ (kg/m3).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)³	Biodegradable
ARLITA	Mineral	0,080 - 0,160	1 - 5	300 - 600	NO	granel		NO

5.4.8. CONCLUSION

El proceso de elaboración es costoso desde el punto de vista energético, con lo que el balance energético no es su fuerte. La arcilla es mezclada en un horno de tres fases (precalentador, expansor y enfriador) con carbonato cálcico y es cocido a temperaturas entre 900 y 1200 grados ºC.

Su excelente compromiso entre ligereza y resistencia la hace ideal para su utilización tanto en morteros ligeros aislantes termoacústicos así como en hormigones ligeros de altas

5.5. PERLITA y VERMICULITA

5.5.1. DESCRIPCIÓN

"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.

Se caracteriza por su estructura foliada y su presentación en placas cristalinas de color amarillento que pueden medir hasta y más de 228,6 mm a lo largo y 152,4 de grosor. Esta presentación brillante en láminas convierte su superficie en un gran reflector de la radiación solar, lo cual dispersa el calor y aumenta la capacidad de aislamiento térmico en el material.

"La **vermiculita** es un mineral natural, una arcilla compuesta por silicato alumínico hidratado de estructura reticular aplanada, que tiene la propiedad inusual de expandirse en piezas cuando se calienta, lo cual aumenta hasta 30 veces su volumen inicial. Ese aumento de volumen permite disponer de una gran cantidad de aislante con poca materia prima. Suele encontrarse en forma de pequeñas piedras normalmente de color café claro o dorado.

Posee una baja conductividad térmica, esto le permite lograr muy buen aislamiento térmico con un valor medio del orden de los 0,053 Kcal/h.mºC.

Inicialmente la vermiculita se obtenía de la mina de Libby en Montana (1990), que suministraba en gran parte de los países. Este depósito natural contenía gran cantidad de asbestos que causó que la vermiculita estuviese contaminada con estos. Hoy en día, la vermiculita es explotada en tres minas de los Estados Unidos y en otros países que tienen bajos niveles de contaminación de asbestos." [85]

[85] www.ecohabitar.org/aislamientos-e-impermeabilizacion-convenientes/

5.5.2. CICLO DE VIDA

a) ***Fabricación:***

La perlita y la vermiculita se extrae de las minas con palas mecánicas, se concentra mediante varios métodos en mojado y si no, se procesa. Se gradúa a tamaños comerciales y se envía a plantas de exfoliación, donde se expanden en hornos especiales para poder utilizarse como material aislante y luego se muele en forma de gránulos.

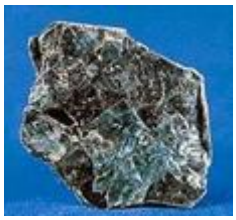
Para su empleo en construcción es necesario someterlas a un proceso físico de expansión consistente en el calentamiento entre 800ºC en el caso de la vermiculita y 1.000ºC en el caso de la perlita.

En este proceso el agua se transforma en vapor y se expande en el interior de la perlita formando microceldas y aumentando 20 veces su volumen.

La vermiculita al someterla mediante un tratamiento rigurosamente controlado, se calienta con rapidez por encima de 870°C, el mineral expande exfoliándose debido a la presencia de agua en el mineral crudo, a medida que el agua se evapora se va transformando cada partícula laminar del mineral en un fuelle a modo de gusano aumentando su volumen inicial en 20 a 30 veces y crea un gran número de pequeñas láminas con reflejos metálicos y de color pardo, filamentos que tienen un movimiento vermicular, de ahí su nombre.

b) ***Puesta en obra***

"En su forma expandida se emplean como aglomerantes en morteros aislantes y hormigón ligero, aislamiento en relleno de cámaras, ladrillo refractario, recrecido 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."[86]

"Meramente como casi todos los aislantes, ya sea en granel, expandiéndolo o mezclándolo con otros aglomerantes, proyectándolo o fijándolo a las diferentes particiones con elementos mecánicos si se trata de un tablero de vermiculita."[87]

c) ***Recuperación:***

Al ser un mineral es imputrescible y no emite ninguna sustancia tóxica o dañina.

5.5.3. TIPOS

- **Presentación:**

Los tipos de perlita expandida comercializados se clasifican según su granulometría, desde los 0 /1,5 mm hasta los 3 / 5 mm. Se presenta en sacos de 100, 125 y 167 litros o a granel en cisternas.

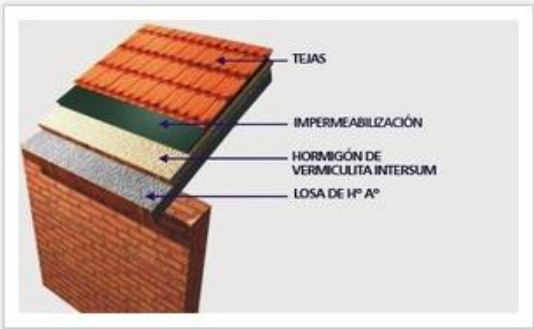
Igualmente sucede con la vermiculita, las distintas granulometrías conceden una densidad u otra y sirven de clasificación en su comercialización.

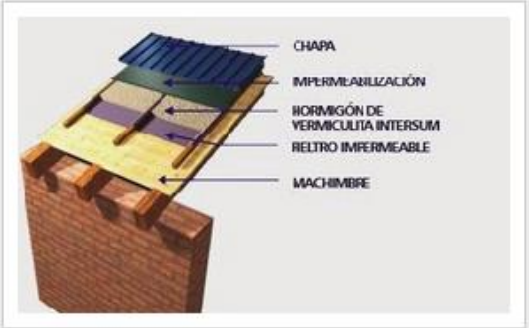
"La vermiculita se puede comprar de varias formas dependiendo de sus múltiples usos: en granel, tableros, pulverizado para la proyección,…

- **Aplicaciones:**

Por su densidad aparente aproximada de 90 kg/m3 se puede emplear en hormigones o morteros ligeros, capas de aislamiento, etc. También en aislamiento de chimeneas, aislamiento y protección interior de hornos,… todo lo referente a los usos cuyo fin es mantener el calor en un espacio.

[86] http://blog.bibliocad.com/terminaciones-sustentables-materiales-aislantes
[87] ArtChist Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2014/07/vermiculita.html





5.5.4. PROPIEDADES

La perlita se caracteriza por su pequeña estructura globular y su alto porcentaje de agua combinada ligeramente. A causa de estas dos características cuando la perlita se calienta hasta ablandarse, el agua atrapada, ahora convertida en vapor, la obliga a expandirse varias veces su volumen hasta formar un material ligero, celuloso y esponjoso.

La vermiculita posee un pH = 7.2, lo cual la convierte en neutra a nivel químico e inerte. No es higroscópica. Como aislamiento acústico y térmico. Es un material idóneo como protector contra el fuego ya que es incombustible y químicamente soporta las altas temperaturas sin ningún tipo de alteración.

5.5.5. VENTAJAS

La ventaja de este material es que tiene un comportamiento excelente al fuego, por lo que se utilizan en zonas constructivas sensibles a las altas temperaturas como puede ser chimeneas, hornos o instalaciones especiales.

- no absorbe la humedad.
- No se conforme.
- resistente a la putrefacción y la influencia de los agentes patógenos
- fácil de usar (se puede llenar los vacíos o soplar).
- Deseche compostaje (mejora la calidad del suelo).

La vermiculita es un material ligero de peso, absorbente y sin olor. Evita la salida del calor al exterior, devolviendo mediante reflexión el calor emitido desde el interior de las habitaciones en invierno debido a su contenido de aluminio. Ligero, incombustible, estable, imputrescible, aislante sonoro, fácil reciclado, no emana gases, no se pudre, químicamente estable, reduce las dilataciones y contracciones,…

5.5.6. INCONVENIENTES

Una gran desventaja es que **necesitan mucha energía** para poder generarse.

Los asbestos pueden provocar y causar problemas de salud cuando se respiran sus fibras. Si los productos que contienen asbestos son manipulados, las fibras de asbestos delgadas y ligeras se desprenden en el aire. Las personas que respiran el aire pueden respirar las fibras de asbestos. Todo ello conlleva a enfermedades como asbestosis, cáncer al pulmón,... Conductora de la electricidad y posee una gran absorbencia: puede retener agua en su interior hasta cinco veces su peso.

"Si se dispone de Vermiculita en casa **es mejor no manipularla** ya que cualquier alteración permitirá que se desprendan las fibras de asbestos en el aire. Además se recomienda no guardar cajas u otros objetos en el desván si al necesitarlos otra vez deberá mover el aislante. " [88]

[88] ArtChist Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2014/07/vermiculita.html

5.5.7. FICHAS TÉCNICA

Descripción	PERLITA
Origen	Mineral
Conductividad térmica λ (W/mK).	0,040 - 0,060
Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ	-
Densidad ρ (kg/m3).	50 - 180
Inflamable	Incombustible A
Formato	Placa o a granel
Contenido de producto reciclado (0-3)³	
Biodegradable	

Descripción	VERMICULITA
Origen	Mineral
Conductividad térmica λ (W/mK).	0,065 - 0,075
Factor de resistencia a la difusión del vapor de	-
Densidad ρ (kg/m3).	60 - 200
Inflamable	Incombustible A
Formato	Placa o a granel
Contenido de producto reciclado (0-3)³	
Biodegradable	

AISLANTES INORGÁNICOS DE FIBRAS MINERALES:

LANA MINERAL

"Las Lanas Minerales Aislantes son productos aislantes constituidos por un entrelazado de filamentos de materiales pétreos que forman un fieltro que mantiene entre ellos aire en estado inmóvil.

Esta estructura permite obtener productos muy ligeros que por su peculiar configuración, ofrecen elevados niveles de protección frente al calor, el ruido el fuego.

Como materiales de porosidad abierta (gracias a lo cual tienen buenas prestaciones térmicas y acústicas) pueden retener agua líquida en su interior, por lo que deben emplearse en aplicaciones que estén protegidas del contacto directo del agua. Si accidentalmente la lana mineral se moja, las propiedades térmicas de la misma (poder aislante) se recuperaran hasta alcanzar los valores iniciales, si el agua no ha causado ningún daño evidente y se puede eliminar por evaporación o drenaje. En consecuencia, si por efecto del agua, la lana mineral no ha perdido su aspecto inicial, espesor, apelmazamiento, desgarro… una vez seca volverá a tener sus prestaciones aislantes iniciales.

Dentro de las Lanas Minerales se distinguen dos familias:

- Las lanas de vidrio, elaboradas fundiendo arena.
- Las lanas de roca, elaboradas fundiendo rocas basálticas"[89]

[89] http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-sobre-materiales-aislantes-y-eficiencia-energetica-fenercom-2012.pdf

5.6. LANA DE VIDRIO

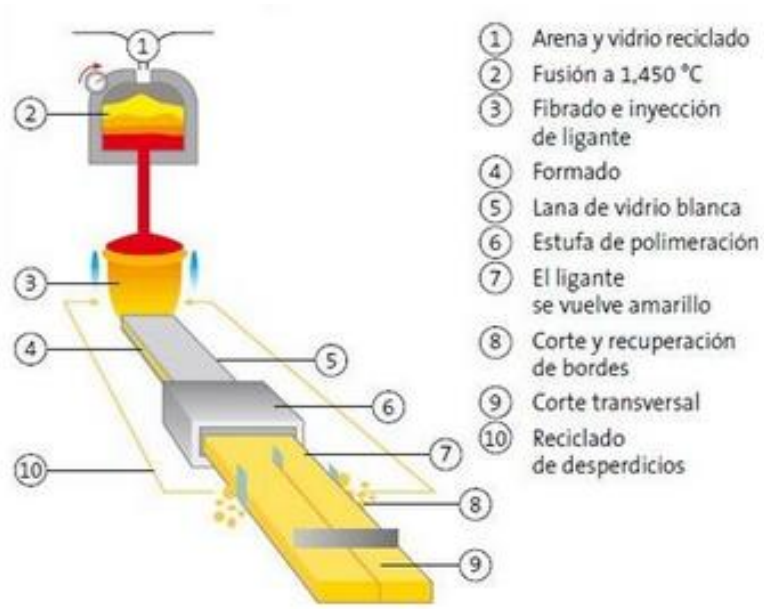
5.6.1. DESCRIPCIÓN

"Es una fibra mineral compuesta por filamentos de vidrio unidos con aglutinante y con aire atrapado entre las fibras consiguiendo una escasa transmisión de calor beneficioso por tanto como aislante térmico. [90]

5.6.2. CICLO DE VIDA

a) ***Elaboración:***

"El material se obtiene mezclando feldespato y reciclado de vidrio. Esta mezcla se enfría y se muele hasta obtener un finísimo polvo de vidrio. Posteriormente se añade carbono y se introduce en un horno a altas temperaturas. En el proceso de cocción el carbono se oxida y crea burbujas gaseosas provocando un proceso de expansión de la masa."[91]



Proceso de producción de la Lana Mineral de Vidrio

[90] ArtChist. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-vidrio.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico
[91] www.unaus.eu/blog/46-valoracion-comparativa-de-la-eco-eficiencia-de-los-materiales-aislantes-termicos-en-edificacion

b) ***Puesta en obra:***

Su colocación es muy sencilla y por lo general se suele disponer entre los elementos de perfilería metálica en el caso de los sistemas de tabiquería en seco; tendido sin ningún elemento fijador sobre los falsos techos y en los suelos; en situaciones de tabiquería convencional se suele disponer pegamento, tornillos plásticos,.. o cualquier sistema que no provoque puentes térmicos y acústicos y que permitan sostener el aislante en la cara levantada y así facilitar el proceso constructivo de la contigua. [92]

c) ***Recuperación:***

"Su durabilidad, que precisamente no es la característica principal de la lana de vidrio, la cual ofrece un bienestar mediocre en verano y, además no soporta la humedad."[93]

"Los residuos del proceso son muy reducidos ya que éstos se incorporan nuevamente a la producción dentro del proceso de producción primario, o reprocesándolo e incorporándolo a otros productos.

La arena es el producto final del desgaste de las rocas por la acción atmosférica.
Anualmente se genera mucha más arena que la utilizada por el hombre, y por lo tanto, la arena se puede considerar como rápidamente renovable."[94]

5.6.3. TIPOS

a) ***Espuma de vidrio (lana de vidrio)***

La lana mineral de vidrio, producida en forma de mantas aislantes, se fabrica mediante un proceso de fibración.

Presentación:

"Por lo general su distribución se presenta en rollos o en planchas.

[92] ArtChist. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-vidrio.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico
[93] http://www.ecohabitar.org/aislamientos-ecologicos-para-el-ahorro-energetico/
[94] http://www.isover.es/ISOVER-y-la-Sostenibilidad/Materiales-aislantes-y-sus-ciclos-de-vida/Lanas-de-vidrio-ISOVER

Aplicaciones:

Desde cerramientos verticales, cubierta inclinada, divisiones interiores y techos hasta como aislamiento acústico para suelos y conductos de aire acondicionado.

b) ***Espuma (vidrio celular)***

"El vidrio celular, llamado también vidrio expandido, es un material de construcción de aparición relativamente reciente, **creado a partir de polvo de vidrio cocido,** por sinterizado con un agente de soplado. Aire ocupa el 80 - 95% del material.

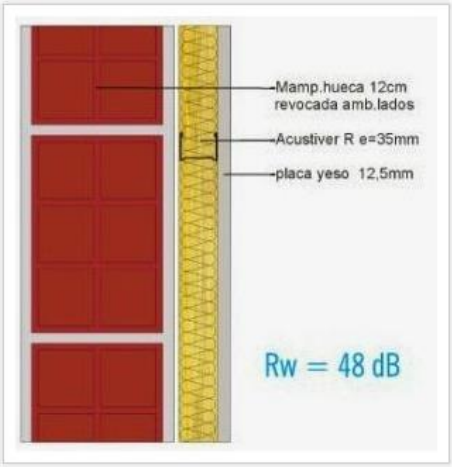
Se obtiene tras fusionar polvo vítreo, normalmente procedente del reciclaje de vidrio blanco. Mediante procesos termoquímicos que requieren cierta cantidad de energía, el polvo de vidrio se esponja, creando burbujas de vacío parcial, por lo que se obtiene un material de muy baja conductividad térmica k=0,050w/m.k."[95]

5.6.4. VENTAJAS

"Hemos de reflejar la importancia del material como aislante térmico y acústico, además de su fácil y ligero manejo. Desde el punto de vista de su colocación se podría comparar con otro material como el poliuretano, que se adapta perfectamente a los espacios en los que se dispone, ya que este material es flexible en su colocación, pero no es tan rígido como son los paneles de poliestireno extrudido. Es un material más respetuoso con el medio ambiente en comparación con otros materiales debido, sobre todo, a que en su elaboración utiliza vidrio reciclado."[96]

Una ventaja frente a la mayoría de los aislantes es su incombustibilidad y por tanto nunca podrá ser origen de un incendio. Por tanto esos temidos humos que se producían con el poliuretano, tóxicos, ahora no hay que tener mayor interés sobre si reduce la visibilidad, impide el escape, respirar o causa asfixia ya que este material no participa en la combustión de un incendio.

[95] http://www.mimbrea.com/materiales-aislantes-fabricados-con-productos-reciclados/
[96] ArtChist. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-vidrio.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico



Si comparásemos un cerramiento compuesto de dos capas, como ladrillo, hormigón, chapa metálica,… o cualquier otro tipo de material y en la parte intermedia exista una cámara de aire únicamente, la transmisión de ruido y su resonancia además de la pérdida calorífica lógicamente sería aún mayor que si disponemos lana de roca que, como antes se ha descrito, reduce la transmisión de calor de la zona con mayor temperatura a la de menor con la consiguiente ventaja de evitar gran cantidad de los ruidos y sonidos indeseados de una parte a otra debido a su característica de material poroso, actuando como absorbente, dificulta así que determinados niveles de ruido pasen con menos facilidad y limitando el tiempo de reverberación a un valor bajo.

5.6.5. INCONVENIENTES

Un gran inconveniente de este tipo de aislamiento es la facilidad que presenta para absorber humedad y por tanto se ha de disponer en espacios no al aire libre, o al menos protegidos, y asegurar, en su caso, que no entre agua en la cámara de ventilación cosa que en un principio parece razonable. Por tanto su colocación ha de ser en seco, evitando así la pérdida o disminución de sus propiedades. Por ello existen soluciones que acompañan a la lana de vidrio con una barrera de vapor que ha de disponerse en la cara más cercana a la temperatura más elevada. En los casos residenciales, esto será en la posición más próxima del interior. Esta barrera de vapor podrá ser de aluminio, papel kraft, polipropileno, pvc,…”[97]

[97] ArtChist. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-vidrio.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico

5.6.6. FICHA TÉCNICA

Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor de	Densidad ρ (kg/m3).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)³	Biodegradable
LANA DE VIDRIO	Mineral	0,03 - 0,05	1 - 1,3	25 - 80	NO	Panel, rollo y a granel	2	NO

5.6.7. CONCLUSION

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, **necesita bastante energía para su fabricación**.

5.7. LANA DE ROCA

5.7.1. DESCRIPCIÓN

"La lana de roca, perteneciente a la familia de las lanas minerales, es un material fabricado a partir de la roca volcánica. La lana de roca es un producto natural descubierto por primera vez en Hawaii a principios del siglo XX, fruto de la acción natural de los volcanes.

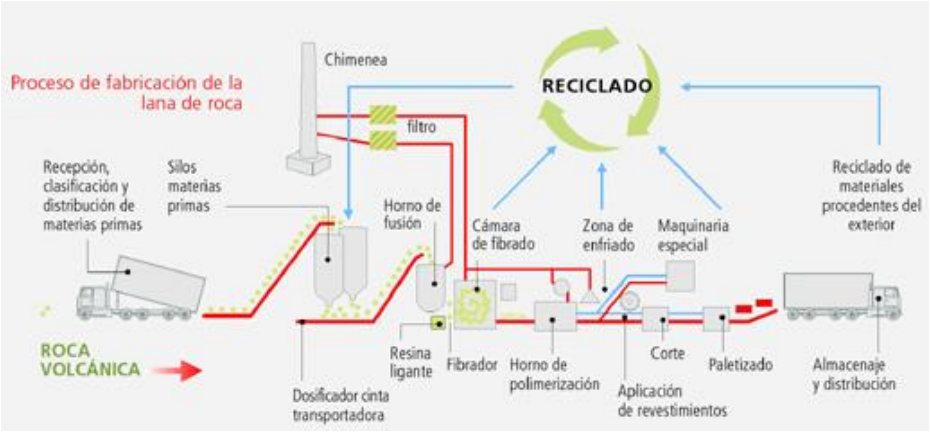
A raíz de este descubrimiento, se da con la manera de fabricar este material de manera artificial. "[98]

"Aislante mineral obtenido tras la fusión de roca a altas temperaturas y la incorporación de aditivos y aglomerantes, para su transformación en productos fibrosos como mantas."[99]

5.7.2. CICLO DE VIDA

a) ***Elaboración:***

"Es un producto constituido por un entrelazado de filamentos de materiales pétreos que forman un fieltro que mantiene entre ellos aire en estado inmóvil. Se fabrica a partir de roca basáltica, transformada mediante un proceso de producción industrial."[100]



[98] ArtChist. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-vidrio.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico
[99] http://aislamientotermicoconcelulosa.es/materiales-para-el-aislamiento-termico-segun-su-grado-de-sostenibilidad/
[100] http://www.unaus.eu/blog/46-valoracion-comparativa-de-la-eco-eficiencia-de-los-materiales-aislantes-termicos-en-edificacion

"La roca volcánica Basáltica usada para hacer las lanas de roca está presente en grandes cantidades en la tierra, y no es un recurso escaso. Cada año la tectónica de los volcanes y de placa de la tierra produce mucho más de este material de roca que el que se utiliza en los procesos de fabricación."[101]

"El proceso de fabricación de la lana de roca pretende emular la acción natural de un volcán. La roca basáltica es fundida a más de 1600 °C en un horno para así retornarla a su estado inicial de lava. La lava es vertida en unas ruedas que giran a gran velocidad, y se transforma en fibras. Tras la pulverización de un ligante orgánico, se reúnen las fibras para formar un colchón de lana primaria. Finalmente el producto adopta su forma final. La composición de la lana de roca fruto de este proceso es aproximadamente de 98% roca volcánica y 2% ligante orgánico."[102]

b) ***Puesta en obra:***

La lana de roca puede disponerse tanto en paramentos horizontales como verticales pero con más frecuencia suele constituirse como el aislante preferido para cámaras en cerramientos verticales o en falsos techos. En estos últimos no suele hacer falta ningún elemento fijador pero si para los primeros en los que se precisaran de elementos mecánicos para su fijación o de mortero-adhesivo."[103]

[101] www.isover.es/ISOVER-y-la-Sostenibilidad/Materiales-aislantes-y-sus-ciclos-de-vida/Lanas-de-roca-ISOVER-roca-volcanica-fundida
[102] ArtChist. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-roca.html?q=aislamiento
[103] ArtChist. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-roca.html?q=aislamiento

c) ***Recuperación:***

"Es un producto natural 100% reciclable

Isover afirma que las lanas minerales se pueden utilizar para crear nuevas lanas. De todas formas no es fácil encontrar información acerca del reciclaje de este producto, por lo que seguramente no se trate de una práctica tan extendida.

Es conveniente tener en cuenta el coste energético de su fabricación, que requiere fundir la roca basáltica a más de 1600°C."[104]

5.7.3. TIPOS

"Lana piedra está hecha de roca diabasa por fusión y girando la masa líquida en la fibra.

Este material se compone de 99% de aire y solo el 1% de la roca. Se utiliza para el aislamiento térmico de las paredes y otras estructuras a lo largo."[105]

- **Presentación:** En rollos, planchas,…
- **Aplicaciones:**

"Se utiliza principalmente como aislamiento térmico y como protección pasiva contra el fuego en la edificación, debido a su estructura fibrosa multidireccional, que le permite albergar aire relativamente inmóvil en su interior por eso su uso es muy extendido como en cubiertas, fachadas, medianeras, forjados, particiones, suelos, techos, bajantes, conductos ventilación, chimeneas, tuberías, elementos estructurales.

[104] http://www.mimbrea.com/se-pueden-reciclar-los-materiales-que-aislan-nuestros-edificios/
[105] http://build-in-home.com/es/pages/38682

5.7.4. VENTAJAS

"La estructura de la lana de roca contiene aire seco y estable en su interior, por lo que actúa como obstáculo a las transferencias de calor, aislando tanto de temperaturas bajas como altas. Frena el movimiento de las partículas de aire y disipa la energía sonora, empleándose como acondicionador acústico para evitar reverberaciones y ecos excesivos.

Es un material no combustible. Se funde a una temperatura de 1.000 ° C.

5.7.5. INCONVENIENTES

La toxicidad, la absorción de agua y humedad conllevan una pérdida de sus propiedades aislantes; la elaboración del propio producto; no es ecológico,… inconvenientes que no son para nada persuasivos para los compradores ya que es un material muy extendido y sus propiedades como aislante térmico le confieren como uno de los preferidos." [106]

Requiere eliminación especial.

5.7.6. FICHA TÉCNICA

Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor de	Densidad ρ (kg/m3).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)[3]	Biodegradable
LANA DE ROCA	Mineral	0,03 - 0,05	1 - 1,3	25 - 80	NO	Panel, rollo y a granel	1	NO

[106] ArtChist. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-vidrio.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico

5.7.7. CONCLUSIONES

"Las lanas minerales, de vidrio y de roca, son aislantes convencionales que no superan los criterios de la bioconstrucción.

Masivamente utilizada desde finales de los años 50, la lana de vidrio posee, sin embargo, muchos defectos: una importante energía gris, pérdida de poder aislante con el tiempo, degradación en presencia de humedad y nocividad para la salud. Un compuesto tóxico utilizado en las lanas de vidrio es el formaldehído (del cual ya hemos hablado en otras ocasiones), un compuesto orgánico volátil clasificado cancerígeno en los seres humanos desde el año 2004, producto que encontramos en disolventes convencionales y pinturas, y que también es un aglutinante en la fabricación de lana de vidrio "clásica"."[107]

[107] http://www.ecohabitar.org/lanas-minerales/

AISLANTES ECOLÓGICOS

"Los aislamientos ecológicos nacen desde la necesidad de buscar alternativas a los productos aislantes conocidos como son la espuma de poliuretano, el poliestireno expandido o extruido, la lana de roca y la fibra de vidrio. La ecología reside en que los aislamientos ecológicos no requieren productos derivados del petróleo para su elaboración, teniendo por tanto un balance energético muy favorable en su elaboración, lo cual ayuda a crear un clima sostenible en nuestro planeta.

La elaboración de lana de roca o fibra de vidrio tienen un coste energético muy elevado al tener que fundirse vidrio a temperaturas elevadísimas que superan los 1000 grados ºC para fabricarse el producto.

A su vez la utilización de aislamientos ecológicos es una garantía para aislar teniendo la certeza de que no contienen productos nocivos para la salud.

Finalmente los aislamientos ecológicos son orgánicos por lo que según de que aislamiento se trate, algunos de ellos tienen asociada la capacidad de transpirar, y equilibrar las temperaturas mediante el almacenamiento de calor. Ello se mide en la capacidad especifica (de almacenamiento) de calor." [108]

[108] http://aislayahorra.blogspot.com.es/2011/08/aislamientos-ecologicos-termicos-y.html

AISLANTES ORGÁNICOS:

5.8. CORCHO

5.8.1. DESCRIPCIÓN

"El corcho es la corteza del alcornoque que recubre el tronco del árbol, una especie que crece en áreas del clima mediterráneo.

Es muy resistente a las lluvias, las sequías y las altas temperaturas, por lo que se trata de un **material óptimo para aislamiento térmico**. Además, su estructura se compone de pequeñas celdas que absorben muy bien los ruidos, lo que garantiza un buen aislamiento acústico. Cada año, crece una nueva peridermis (formada por anillos que crecen de dentro hacia fuera del alcornoque) que se superpone a las más antiguas, formando así esta corteza.

El principal componente del corcho es la suberina.

Es un recurso natural renovable.

La producción mundial de corcho es de unas 340.000 toneladas, de las cuales Portugal produce un 52%, España un 32% e Italia un 6%."[109]

[109] ArtChist Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2014/06/aglomerado-de-corcho.html

5.8.2. CICLO DE VIDA

a) ***Extracción:***

"Su origen procede del Alcornoque. El alcornoque es pelado la primera vez a los 30 años después cada 12-15 años. Por tanto es un recurso limitado. En cada descorchado pueden extraerse de 8 a 10 kg por árbol. La primera extracción, denominada "saca", se realiza cuando el árbol tiene unos 20-25 años, normalmente en el mes de julio. Las siguientes, siempre en verano, cada 8-9 años hasta que el árbol tenga unos 150 años. La península ibérica abastece las tres cuartas partes de la producción total mundial.

b) **Puesta en obra:**

"Corte fácil. Colocado con fuerza en una estructura de madera, o mejor, para evitar los puentes térmicos, encolado o clavado directamente sobre la pared. Puede recibir directamente un enlucido o ristreles para la colocación de un revestimiento entablado mural.

Este aislante es apropiado para los medios ambientes húmedos. Se recomienda llevar una máscara y gafas de protección para la colocación de todo aislante.

Para el buen funcionamiento de este aislante es preciso respetar las normas de puesta en obra de las paredes que poseen cualidades de permeancia. La colocación de una impermeabilidad al aire (pero no al vapor) mejora las cualidades térmicas del aislante. Almacenamiento: Preferible en lugar seco.

c) **Durabilidad:**

Posee una durabilidad ilimitada, no le atacan los insectos y presenta una gran resistencia a los agentes químicos.

d) **Recuperación:**

En el caso de convertirse en un residuo es totalmente biodegradable."[110]

[110] www.ecohabitar.org; www.aislayahorra.es; www.wikipedia.org;www.aislantesaislanat.es; www.bioklimanature.com; http://www.madridarquitectura.com/es/blog/169-los-aislantes-ecologicos.html, http://aislayahorra.blogspot.com.es/2011/08/aislamientos-ecologicos-termicos-y.html

5.8.3. TIPOS

"El corcho se comercializa en forma sólida, en forma de láminas, en forma de placas o tableros, también en bloques o de forma granular. A granel se puede conseguir de distintos tamaños, desde gránulos grandes hasta harina molida.

Se presenta en bruto, como fruto directo de la extracción de la corteza del árbol o elaborado para su utilización en diferentes áreas como las variantes del corcho que son aglomerados.

a) Aglomerados puros:

Están constituidos por granos de corcho aglutinados por medio de la resina natural del corcho, mediante proceso de cocción que determina una alteración sensible al tejido suberoso. El producto obtenido es de baja densidad, muy mal conductor del calor, absolutamente impermeable a la humedad, de gran ligereza, mal conductor del sonido, compacto, no alterable, poco dilatable por la acción calorífica e incombustible.

Sus aplicaciones en construcción son múltiples, sirve para recubrir los pisos, paredes, cielos rasos, etc. Se utiliza tanto dentro de la vivienda como fuera ya que es resistente a la intemperie.

El **aglomerado expandido puro** térmico se presenta para su uso en placas y en cilindros.

- térmicos para aislamiento térmico,
- acústicos para aislamiento acústico, sónico o fónico,
- y vibratorios para aislamiento de vibraciones. "[111]

Como aislamiento térmico se presenta industrialmente bajo dos formas geométricas: en placas y coquillas.

[111] www.ecohabitar.org; www.aislayahorra.es; www.wikipedia.org;www.aislantesaislanat.es; www.bioklimanature.com; http://www.madridarquitectura.com/es/blog/169-los-aislantes-ecologicos.html

En cuanto a **los aglomerados puros no expandidos** es menor su poder aislante y su absorción acústica, pero superior su resistencia mecánica y su resistencia a la abrasión.

"**Corcho en planchas**.
Material renovable extraído de la corteza del alcornoque posee unas cualidades inmejorables.

Aplicaciones: 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.

Corcho triturado.
Material renovable extraído de la corteza del alcornoque posee unas cualidades inmejorables. Para Aislamientos en cubiertas se mezcla con mortero y se aplica como capa de compresión en un grosor determinado."[112]

b) Aglomerados compuestos:

"Están constituidos por granos de corcho aglutinados por medio de una cola apropiada ajena al corcho, obteniéndose por lo general según proceso de cocción en moldes cúbicos o cilíndricos adecuados o bien de forma continua con temperatura suave, la conveniente para determinar el fraguado de la cola sin que el granulado de corcho sufra ninguna modificación.

Las aplicaciones son muchas destacando la de recubrimientos de paredes y suelos decorativos.

[112] http://ecococos.blogspot.com.es/2011/04/aislamientos-para-bioconstruccion.html

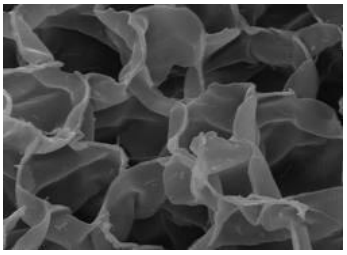
c) Regranulados:

Deben considerarse como un subproducto, pues proceden de los aglomerados como desperdicio de los mismos, bien a resultar de su propio proceso de fabricación, como de aquellos bloques que han presentado alguna imperfección.

Los regranulados más importantes son los denominados negros, proceden de los aglomerados expandidos puros, se emplean en el relleno de huecos irregulares como aislamiento térmico así como en aquellos lugares donde se desee un aislamiento térmico más barato."[113]

5.8.4. PROPIEDADES

El corcho como aislamiento*: "*La estructura alveolar del corcho, así como su baja conductividad hacen de este material su valor, principalmente como aislante térmico y acústico.



Esta estructura le proporciona una gran elasticidad, por lo que resiste altas presiones de carga, absorbiendo las ondas a otros elementos constructivos contiguos.

Además de estas características térmico-acústicas, permite la transpiración, con lo que es activo en el paso del vapor de agua sin pérdida de su efectividad aislante. Se puede considerar como un protector de la formación de condensaciones, manchas de humedad, fuego, etc.

Otro aspecto a tener en cuenta es su protección contra la acumulación de electricidad estática, lo que reduce la formación de migrañas u otras

[113] https://arquimaterials.wordpress.com/2012/05/10/corcho-caracteristicas-y-ventajas

molestias derivadas de los campos magnéticos de los equipos electrónicos que disponemos en nuestras viviendas".[114]

- "Impermeable al agua y otros líquidos: tanto las celdas rellenas de aire como la resina que las une son impermeables al agua. Al tener una estructura no capilar la penetración a su través es prácticamente imposible.
- Baja conductividad térmica: debido a que el aire que rellena las celdillas es un excelente aislante térmico, ya que retarda la transferencia de calor a bajas y moderadas temperaturas.
- Absorción de vibraciones: la propiedad de resiliencia del corcho ha hecho de él una importante herramienta en el aislamiento acústico. Las celdas rellenas de aire del corcho reciben las vibraciones, las absorben y las reducen de forma que no son transmitidas a su través.
- Absorción acústica: se emplea como aislante contra el ruido y la absorción al ruido. Las celdas rotas de la cara exterior del corcho forman una superficie ideal para la absorción de ondas acústicas.
- Resistencia al deterioro: en árboles muertos 20 años solo sobrevive el corcho en un estado excelente, de hecho no hay diferencia entre ese corcho y uno que se haya sacado de un árbol fuerte hace 1 año.
- Resistente a los ácidos, sin embargo los álcalis fuertes y los halógenos deshacen las sustancias que ligan las celdillas y destrozan su estructura.

5.8.5. VENTAJAS

- Producto natural: el corcho es un producto natural, reutilizable y reciclable cuya explotación ayuda a conservar los bosques de alcornoques, garantizando el empleo de materias primas nacionales. Su elaboración consiste en un sencillo proceso de fabricación mediante el cual se tritura la materia prima y se cuece en vapor de agua obteniendo de ese modo un aglomerado de corcho 100% natural al no requerir añadir ningún otro producto.
- Aislante térmico: aunque la resistencia térmica (1,15m².K/W) sea un 25-30% inferior al de aislantes sintéticos como el poliuretano o el

[114] http://www.biohaus.es/productos/corcho.php

poliestireno extruido, el aglomerado de corcho reúne otras características que a la larga lo convierten en un material idóneo y ventajoso.

- Aislante acústico: tiene una densidad superior a otros aislamientos, 105 Kg/m³, es un buen absorbente acústico que funciona de tres formas, como aislamiento del sonido aéreo, eliminando el ruido de la calle, como elemento antivibratorio, absorbiendo los ruidos producidos por impactos, golpes o pisadas y como superficie absorbente del sonido disminuyendo el eco generado en grandes espacios.
- Transpirabilidad: al contrario del poliuretano o el poliestireno, el aglomerado de corcho instalado en el interior de los cerramientos permite la transpiración de la edificación evitando de esta forma las condensaciones en los paramentos interiores.
- Alta resistencia mecánica: es un material flexible y resistente que facilita su manipulación, adaptándose mejor a superficies curvas.
- Comportamiento ante la humedad: la humedad en el interior de un material disminuye sus propiedades aislantes, el corcho aunque no es estanco a la misma, presenta un pequeño porcentaje de poros que la acumulen, manteniendo de esta forma sus condiciones aislantes en todo momento.
- Comportamiento al fuego: es un material ignífugo, catalogado como difícilmente combustible y de producirse tras cuarenta minutos de exposición directa, en su combustión no libera gases tóxicos como sucede con muchos de los aislamientos sintéticos.
- Resistencia a los agentes químicos: el corcho y sus aglomerados son sustancias muy inertes a la acción de los agentes químicos y por ello muy duraderos y reutilizables una vez finalizada la vida de construcción.
- Inatacables por roedores, insectos y microorganismos: sus propiedades físicas lo convierten en un material duradero que no se verá afectado por los ataques de estos, sin necesidad de añadirle ningún tipo de aditivo.

Por todo ello podemos afirmar que el empleo de este material como aislante natural contribuirá al bienestar de los usuarios."[115]

[115] https://arquimaterials.wordpress.com/2012/05/10/corcho-caracteristicas-y-ventajas/

"Los bosques de alcornocales reducen el riesgo de incendios debido a su gran resistencia al fuego gracias a la protección que le proporciona la capa de corcho que le rodea y además de ello, tiene una rápida capacidad de rebrotar. Evita la desertificación, es un material natural, sin aditivos, orgánico, renovable y biodegradable y 100% reciclable. Ligero, densidad baja, elástico, coeficiente de rozamiento elevado (difícil deslizamiento debido a las oquedades que presenta, logra crear un efecto ventosa), impermeable, imposible la proliferación de microorganismos, bajo contenido en agua, gran poder calorífico, fácilmente manejable, poco mantenimiento, superficie agradable de pisar, no se deforma fácilmente,… y sobre todo un buen aislante térmico ya que su función natural es proteger las partes vivas del árbol que lo genera y por tanto posee una estructura alveolar además de una baja conductividad.

5.8.6. INCONVENIENTES

Su coste, la extensión necesaria para las plantaciones de alcornoques y puede adquirir olores o ceder algún compuesto del propio corcho debido a malas prácticas."[116]

5.8.7. TABLA

Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ	Densidad ρ (kg/m3).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)[3]	Biodegradable
CORCHO	Vegetal	0,034 - 0,100	5 - 30	95 - 130	No	Panel, rollo y a granel	0	Si

[116] http://artchist.blogspot.com.es/2014/06/aglomerado-de-corcho.html

5.8.8. CONCLUSION

"Todo el ciclo de vida del corcho, desde el cultivo del alcornoque material, su transformación y su uso, hasta el desecho de este tiene efectos beneficiosos sobre el medio natural y humano. Se trata de un material renovable en nueve años aproximadamente, y su uso garantiza la sobrevivencia del bosque autóctono ibérico del alcornocal, refugio de gran variedad de flora y fauna y sostén económico de las poblaciones rurales de vastas zonas de nuestra geografía. España es el segundo productor mundial de corcho después de Portugal. Usar el corcho es invertir en mantener y ampliar nuestros bosques.

En su relación calidad-precio, ya sea en términos puramente monetarios como en términos de economía de energía. Al tratarse de un material local que se produce cerca de los lugares donde se utiliza, en un proceso industrial muy sencillo (trituración y cribado) hay un importante ahorro de energía, tanto en transformación y transporte como en la comercialización (pocos intermediarios), ahorro que repercute sobre el usuario, el país y el medioambiente."[117]

[117] http://www.ecohabitar.org/aislamientos-e-impermeabilizacion-convenientes/

5.9. CAñAMO

5.9.1. DESCRIPCIÓN

"El **Cáñamo** (cannabis) es una planta usada en todo el mundo desde hace miles de años. Su uso es muy variado, desde alimentación, cosmética, productos textiles, cartón, materiales para la construcción, para la industria (pastillas de frenos y combustible para coches), aceites industriales y, en especial, como fuente siempre renovable de energía.

En agricultura, al tener un crecimiento rápido, se emplea para proteger el suelo evitando la erosión y el crecimiento de malas hierbas. Al ser refractaria a las plagas no necesita protección de pesticidas.

El cultivo del cáñamo consume poca agua y no necesita ningún tratamiento químico.

Se utiliza toda la planta: la fibra para papeles y textiles, la semilla para la alimentación y los cosméticos y la celulosa en la construcción."[118]

Los yacimientos más antiguos de cultivo de cáñamo datan de 2800 a.C. en China.

"El cultivo de cáñamo ocupaba un lugar importante entre los cultivos tradicionales de la península ibérica y en España se cultivó durante varios siglos. El cáñamo es una tradición española que trajeron los árabes desde China hace 1.500 años. En 1150, los musulmanes establecieron los primeros molinos de hilado y enriado en la ciudad de Játiva, en Alicante.

A lo largo del siglo XX, España ha firmado la Convención Única de 1961 sobre Estupefacientes, el Convenio sobre Sustancias Sicotrópicas de 1971 y la Convención de las Naciones Unidas contra el Tráfico Ilícito de Estupefacientes y Sustancias Sicotrópicas de 1988, que censuran la siembra, producción y comercio del cannabis como droga, pero no restringen la producción de cáñamo industrial.

[118] ArtChist Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-canamo.html?q=Aislante+T%C3%A9rmico

El cáñamo industrial vuelve a crecer con fuerza en España donde se está produciendo un resurgimiento de su cultivo.

En el siglo XX, se identificaron tres variedades de la especie herbácea *Cannabis sativa L.*: *Sativa, Indica, y Ruderalis.* A partir de las variedades *sativa* y *ruderalis*, y mediante unos cuantos años de selección genética, se han conseguido variedades que apenas contienen THC (tetrahidrocannabinol) por lo que presentan nulos efectos psicoactivos.

Así pues, utilizamos el término cáñamo para referirnos a las variedades de *Cannabis sativa L.*, que no implican psicoactividad alguna, cultivadas para fines industriales con el fin de obtener materias primas.

Se hacen **materiales de bioconstrucción** (cañamiza) **y bioplásticos** de gran resistencia y gran capacidad aislante. Las fibras del cáñamo unidas constituyen un aislante térmico y acústico regulador de la humedad. Cualquier material elaborado con plásticos o con madera puede reproducirse con éxito a partir de las plantas de cáñamo, siendo además en este caso biodegradable y reciclable. El aglomerado elaborado con cáñamo es un 50% más resistente que el de madera. Los materiales plásticos elaborados con cáñamo son extremadamente resistentes, como ya demostró Henry Ford en 1941."[119]

5.9.2. CICLO DE VIDA

a) ***Extracción:***

La **Cañamiza** es viruta del tronco de la planta del cáñamo. A partir de las fibras del cáñamo unidas se fabrica **un excelente aislante térmico y acústico,** además de regulador de la humedad, empleado en construcción.

La fibra de cáñamo se obtiene de una subcategoría de la planta Cannabis. Ésta crece fácilmente, hasta una altura de 4 metros. Una vez obtenida la planta se enriada: esta consiste en la putrefacción de la parte leñosa sin que resulten dañadas las fibras. El enriado se puede producir a través del rocío, el vapor o el agua. Después le sigue una

[119] http://sensiseeds.com/es/blog/canamo-industrial-agricultura-ecologica-en-espana-parte-i/

operación secado y ensamblado. Posteriormente se machaca la parte leñosa en pequeños pedazos y agraman las fibras, es decir, se separan las fibras cortas de las largas. Finalmente se ensamblan con la mezcla de diversos aditivos y pigmentos."[120]

"Como la materia prima de este material proviene de una planta, y las mismas contribuyen en la descomposición del CO2, lo cual favorece en el ciclo de vida del producto final, es decir compensa la producción de CO2 que se puede llegar a emitir por la producción del aislante térmico, y afectando al final el ciclo de vida del edificio y compensando la producción de CO2 del mismo (Thermo Hemp, 2013).

La composición del material es una matriz hecha con la fibra de la planta de cáñamo, se distribuye en paneles flexibles, lo cual permite la instalación en paredes, pisos y cubiertas, permitiendo la instalación en edificio de nueva construcción y de rehabilitaciones de edificios viejo."[121]

b) **Puesta en obra:**

"La presentación en paneles minimiza los cortes. Corte con amoladora de disco abrasivo o con un cuchillo de dientes muy finos. Idealmente sujetado con grapas sobre un armazón de madera. Prever un sistema de grapas murales para las estructuras metálicas. Se recomienda llevar una máscara y gafas de protección para la colocación de todo aislante. Para el buen funcionamiento de este aislante es preciso respetar las normas depuesta en obra de las paredes que poseen cualidades de permeancia. La colocación de una impermeabilidad al aire (pero no al vapor) mejora las cualidades térmicas del aislante.

[120] ArtChist Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-canamo.html?q=Aislante+T%C3%A9rmico
[121] http://beyondsustainable.net/2013/11/13/los-aislamientos-termicos-de-origen-vegetal/

Mientras se espera a su colocación su almacenamiento debe ser en un lugar seco. En resumen, ya sea en planchas o en otro formato debe protegerse de la humedad y de las condiciones meteorológicas extremas.” [122]

c) **Durabilidad:**

No es comestible para insectos y roedores, y es permeable al vapor de agua.

d) **Recuperación:**

“Es una materia prima renovable que tiene la cualidad de retener la contaminación ambiental así como mejorar la calidad de los suelos en los que se cultiva.”[123]

“Es un material 100% reciclable. Incluso tras la demolición de un edificio, puede molerse y ser reutilizado para la producción de bloques de fibra o morteros aislantes. Como desecho es un material 100% biodegradable.”[124]

5.9.3. TIPOS

“A partir de las fibras de cáñamo, se obtienen numerosos y variados productos destinados a la construcción. El producto más habitual son las mantas de cáñamo, de las que podemos encontrar gran número de empresas tanto distribuidoras como productoras de su propio material. Pero también existen otros materiales de construcción con base de cáñamo como morteros aislantes de cal y cáñamo, lana de cáñamo a granel o tableros rígidos aislantes entre otros.

Se presenta de dos formas:

- como un disgregado aislante de celulosa de cáñamo protegida con sales minerales,
- en forma de manta aislante.

[122] www.ecohabitar.org; www.aislayahorra.es; www.wikipedia.org;www.aislantesaislanat.es; www.bioklimanature.com; http://www.madridarquitectura.com/es/blog/169-los-aislantes-ecologicos.html
[123] http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2011/12/ficha_canamo.pdf
[124] http://www.mimbrea.com/aislanientos-naturales-i-productos-industriales-de-canamo/

- ***Aplicaciones:***

"Es muy común el empleo de granulado de cáñamo suelto como material aislante de relleno entre plantas o bajo cubierta. Superando ciertas dificultades técnicas, el mortero aislante de cáñamo también se deja proyectar, ideal para proyectos industriales.

Últimamente se han desarrollado bloques de cáñamo con gran capacidad aislante, pero también de alta inercia térmica. Además de obtener propiedades portantes puede formar de una perfecta base para acabados nobles, como diversos estucos.

Se comercializan como la lana de roca, esto es, en planchas, rollos,…. pero debido a nuevas aplicaciones se puede encontrar cáñamo granulado, en bloques, baldosas,…."[125]

Para la descripción nos hemos basado en los productos de la empresa *Cannabric*.

a) Lana de cáñamo a granel

La función principal de la lana de cáñamo, elaborada en su totalidad con fibras de cáñamo, es el relleno de juntas y huecos de ventana.

b) Mantas de cáñamo aislantes

Las mantas están compuestas por un **85% de fibras de cáñamo** y un 15% de fibra termofusión. Se aplica en cubiertas, paredes con cámara y en forjados.

Al ser distribuido en rollos o mantas, la colocación es muy sencilla. En caso de ser necesario ajustar el tamaño de las mantas, por irregularidad de la superficie a aislar, es muy sencillo contarlo con un cuchillo de dientes finos. Para sujetarlo a una estructura de madera se podrán utilizar grapas y en caso de que la estructura sea metálica serán necesarias grapas murales.

Para el buen funcionamiento de este aislante, se recomienda colocar una impermeabilidad al aire (no al vapor), cuando se coloca en paredes que poseen cualidades de permeabilidad. Debe de

[125] ArtChist Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-canamo.html?q=Aislante+T%C3%A9rmico

asegurarse de que las canalizaciones eléctricas están bajo conductos no propagadores de llama. Ya que el producto no debe estar en ningún caso expuesto a una corriente de calor intensa. Por el mismo motivo, no debe estar jamás puesto en contacto directo con focos empotrados, ni a menos de 20cm de conductos de chimeneas.

	Mantas de cáñamo				
Marcas	Cannabrick	Bioklima Nature	Cannatech	RMT-NITA	Steico cannafflex
Dimensiones* (mm)	a: 600 l: 900 y1000 e: 30 a 100	a: 600 l: 1000 e: 60/80/100	a: 600 l: 1200 e: 30 a 180	a: 600 l: 800 y1000 e: 50 a 100	a: 575 l: 1200 e: 40 a 240
Densidad (Kg/m³)	30	30	24-42	30	40

* Para conocer los distintos espesores intermedios a los citados, consulte las fichas técnicas específicas de cada marca.

Tabla con las principales marcas de distribución y productores en España de mantas de cáñamo. Para información más detallada productos, podéis entrar en sus catálogos.

c) *Ladrillos de cáñamo Cannabric*

La aplicación principal de estos ladrillos de tierra comprimida y fibras de cáñamo, es la de fábrica portante y aislante al mismo tiempo. El ladrillo permite su uso en la ejecución de muros estructurales monocapa para edificios de tres o más plantas. Pudiendo emplearse también en la formación de tabiquería interior.

d) *Fieltro de cáñamo en rollo*

Este fieltro está producido con un 100% de fibras de cáñamo. Cumple su función aislante debajo de soleras o soleras con calefacción radiante, en juntas de dilatación o bajo una tarima flotante.

e) *Morteros aislantes de cáñamo*

Estos morteros de cal y cáñamo tienen la propiedad de ser aislantes térmicos, acústicos y reguladores de la humedad ambiental. Son buenos tanto para cubiertas transitables como no transitables. Resistentes para aplicar en soleras y de gran inercia térmica para realizar revocos gruesos o para nivelar paredes con grandes

desperfectos. Su variedad con cañamiza fina se usa para revocos muy finos con fines decorativos.

f) Paneles prefabricados Cannapanel

Estos paneles rígidos están compuestos de fibra de cáñamo y tierra. Su espesor puede ser de 12 ó 14 cm y sus formas pueden adaptarse a las necesidades de cada proyecto, posibilitando distintas piezas como paneles de cerramiento, paneles con huecos para puertas y ventanas, dinteles, etc. Las piezas son resistentes a la intemperie por lo que pueden funcionar como muros de fachada.

La empresa española **Cannabric**, es un referente en cuanto a la producción de productos constructivos a base de cáñamo. Según sus estudios, los productos de cáñamo nos dan valores negativos de GWP (Global Warming Potential) (-0,624 kg CO2eq/kg), teniendo en cuenta todo el proceso de fabricación y posible transporte del material."[126]

Materiales Aislantes de cáñamo y otros vegetales

[126] http://www.mimbrea.com/aislanientos-naturales-i-productos-industriales-de-canamo/

El uso de materiales como el cáñamo da como resultado viviendas con una demanda energética casi nula. Su rápido crecimiento lo hace un recurso renovable. Al utilizarlo como sustituto de otros productos no renovables, nos ofrece una alternativa para reducir el agotamiento de los recursos. Estos materiales no contienen ningún producto tóxico, por lo que también mejoran la calidad ambiental y nuestra salud.

5.9.4. PROPIEDADES

"Las propiedades resaltantes del cáñamo son sobre todo sus características térmicas, acústicas y bioclimáticos, que conducen a gran ahorro energético. También es interesante el efecto protector de los materiales ante radiaciones electro-magnéticas. El beneficio para el medio ambiente es tal en su cultivo como en su empleo en la construcción.

- 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.
- Reciclable.
- Buena resistencia mecánica.
- Estable en el tiempo.
- Resistencia natural a los insectos y roedores.

5.9.5. VENTAJAS

No precisa de pesticidas, ni herbicidas para su cultivo. Su tallo está libre de proteínas, por ello, no se necesita aplicar sustancias protectoras para su almacenamiento o su uso en la construcción. Posee la fibra más larga, suave y duradera conocida por el hombre. Su tela es más suave, aislante, absorbente, fresca y resistente que el algodón. El papel de cáñamo es más resistente y duradero que otros y no requiere de ácidos ni cloro, puede ser reciclado hasta 7 veces. El aglomerado de cáñamo resiste el doble que el de madera y sostiene mejor los clavos.

5.9.6. INCONVENIENTES

Necesita de una barrera de vapor para su protección frente a las humedades. Su disposición se realiza en seco pero si adquiere humedad se complica y disminuye su resistencia al paso de calor."[127]

5.9.7. TABLA

Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ	Densidad ρ (kg/m3).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)³	Biodegradable
CAÑAMO	Vegetal	0,037 - 0,045	1 - 2	25	No	Panel, rollo, proyectado y a granel	0	Si

5.9.8. CONCLUSION

"A través de la experiencia, y ayudados por el sentido común, hemos llegado a la conclusión de que la agricultura ecológica y sostenible es, además de factible y productiva, de suma importancia para garantizar la vida humana en el planeta en el futuro y la base para un desarrollo equilibrado a largo plazo. Resulta evidente que necesitamos cultivos locales mejor adaptados a las condiciones medioambientales, que sean más resistentes, que requieran un mantenimiento bajo y cuyos costes sean mínimos. Necesitamos materias primas sostenibles, alternativas al petróleo y a la madera. El cáñamo es la solución a nuestras necesidades.

En resumen, el cultivo de cáñamo no necesita pesticidas ni herbicidas, proporciona un rendimiento elevado y mejora la estructura del suelo,

[127] ArtChist Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-canamo.html?q=Aislante+T%C3%A9rmico

dejándolo limpio, sano y estructurado en profundidad, gracias a su raíz pivotante. No exige cuidados entre siembra y cosecha, y presenta una gran tolerancia ante las plagas y enfermedades. Desde luego, su cultivo podría ayudar a paliar el hambre en muchos lugares del planeta ya que produce entre 1-1,5 toneladas de semillas por hectárea, altamente nutritivas. Además, el cáñamo no solo es resistente al incremento de radiaciones ultravioleta producidas por el estado actual de la capa de ozono, sino que crece mejor y produce más resina, por lo que convertir el cáñamo en biomasa frenaría la contaminación planetaria al mismo tiempo que crearíamos una energía independiente, que nos permitiría prescindir del petróleo y sus derivados."[128]

Durante su producción no necesita ser fumigada ni el uso de abonos químicos, ya que no contiene proteínas (por la ausencia de nutrientes en su tallo). Retiene CO2 durante todo su ciclo de vida útil, con ello se consiguen edificios con valores de emisión de CO2 neutros o bien negativos. Contribuye así a reducir la contaminación ambiental, factor muy importante."[129]

[128] http://sensiseeds.com/es/blog/canamo-industrial-agricultura-ecologica-en-espana-parte-i/
[129] http://www.mimbrea.com/aislanientos-naturales-i-productos-industriales-de-canamo/

5.10. LINO

5.10.1. DESCRIPCIÓN

"Es una planta de cultivo fácil y bajo impacto con cuyas fibras se elabora el material que actúa como aislante térmico y acústico. El lino se compone principalmente de celulosa.

5.10.2. CICLO DE VIDA

a) **Extracción:**

El lino se cultiva en casi todos los climas, en Canadá, en Egipto, en Argentina, en España, en Francia, en Rusia e incluso en Suiza. En los países templados o fríos, cerca de la orilla del mar, es donde suministra como planta filamentosa los productos más selectos; estos países son Inglaterra, Francia, Bélgica, Holanda y Livonia, aunque el productor más grande del mundo es Canadá. Época de siembra: en el norte de Europa la sementera se hace por primavera y en los países meridionales y en Sudamérica, antes del invierno.

El lino se obtiene como restos de los procesos de elaboración de lino en la industria textil. Las fibras de lino son trituradas y mezcladas con aditivos como las sales de bórax y las fibras son tratadas para darle forma al material." [130]

b) **Puesta en obra:**

"La presentación en paneles minimiza los cortes. Corte con amoladora de disco abrasivo o con un cuchillo de dientes muy finos.
Este aislante no es apropiado para los ambientes húmedos.

Se recomienda llevar una máscara y gafas de protección para la colocación de cualquier aislante. Para el buen funcionamiento de este aislante es preciso respetar las normas de puesta en obra de las paredes que poseen cualidades de permeancia. La colocación de una estanqueidad al aire (pero no al vapor) mejora las cualidades térmicas del aislante.

[130] **ArtChist Arquitectura y diseño.** http://artchist.blogspot.com.es/2015/04/aislante-termico-lino.html

Se comercializan en forma de placas semirrígidas, guata, a granel o en forma de fieltro. Son especialmente sensibles a la humedad por lo que solamente deben colocarse en zonas secas. Se utiliza para aislar cubiertas, paredes, forjados y soleras. Tiene propiedades de aislamiento acústico.“ [131]

c) **Durabilidad:**

“Posee una durabilidad ilimitada, no le atacan los insectos y presenta una gran resistencia a los agentes químicos.” [132]

d) **Recuperación:**

Es un material 100% reciclable. Incluso tras la demolición de un edificio, puede molerse y ser reutilizado para la producción de bloques de fibra o morteros aislantes. Como desecho es un material 100% biodegradable.

5.10.3. TIPOS

- ***Lino termofijado:***

“Aislante térmico y acústica a base de fibra de lino.

Aplicaciones: Aislamiento de los desvanes vacíos, de las vertientes de techumbre, de las paredes o tabiques, de los forjados”.[133]

Se comercializa en placas, rollo y proyectado.

[131] http://www.madridarquitectura.com/es/blog/169-los-aislantes-ecologicos.html
[132] **ArtChist Arquitectura y diseño.** http://artchist.blogspot.com.es/2015/04/aislante-termico-lino.html
[133] http://ecococos.blogspot.com.es/2011/04/aislamientos-para-bioconstruccion.html

Colocación:

"Su colocación es muy sencilla y por lo general se suele disponer entre los elementos de perfilería metálica en el caso de los sistemas de tabiquería en seco; tendido sin ningún elemento fijador sobre los falsos techos y en los suelos; en situaciones de tabiquería convencional se suele disponer pegamento, tornillos plásticos,.. o cualquier sistema que no provoque puentes térmicos y acústicos y que permitan sostener el aislante en la cara levantada y así facilitar el proceso constructivo de la contigua. "[134]

Almacenamiento:

En lugar seco.

5.10.4. PROPIEDADES

"La fibra de lino es verde por naturaleza. Pero además, siendo una materia prima 100% renovable, esta fibra sostenible es también perfectamente reciclable, biodegradable y compostable. Por otra parte, es extraordinariamente resistente y ligera a la vez. La fibra de lino se caracteriza por su elevada rigidez y absorción de vibraciones y por su baja densidad (1,4 p (g/cm³)) frente a la fibra de vidrio (2,54 p (g/cm³)) y otras fibras compuestas. Ofrece numerosos beneficios ecológicos como aislante térmico y acústico y su efecto sobre el medio ambiente es limitado. Tampoco se debe desdeñar otra ventaja: su reducido desgaste."[135]

- 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.
- Reciclable.
- Buena resistencia mecánica.
- Estable en el tiempo.
- Resistente a los hongos y microorganismos.

[134] **ArtChist Arquitectura y diseño.** http://artchist.blogspot.com.es/2015/04/aislante-termico-lino.html
[135] http://es.procotex.com/productos/lino/compuestos.php

5.10.5. VENTAJAS

"No inflamable, biodegradable, inofensivo para la salud tanto en su fabricación como en su colocación; en su fabricación no se utiliza ningún elemento sintético, facilidad de comprimirse y adaptarse al espacio a aislar, reciclable 100%.

5.10.6. INCONVENIENTES

No es apropiado para ambientes húmedos. Un gran inconveniente de este tipo de aislamiento es la facilidad que presenta para absorber humedad y por tanto se ha de disponer en espacios no al aire libre, o al menos protegidos, y asegurar, en su caso, que no entre agua en la cámara de ventilación cosa que en un principio parece razonable. Por tanto su colocación ha de ser en seco, evitando así la pérdida o disminución de sus propiedades. Por ello existen soluciones que acompañan al lino con una barrera de vapor que ha de disponerse en la cara más cercana a la temperatura más elevada. En los casos residenciales, esto será en la posición más próxima del interior. Esta barrera de vapor podrá ser de aluminio, papel kraft, polipropileno, pvc,…" [136]

Es difícil de cortar. Necesita protección adicional contra incendios."

5.10.7. TABLA

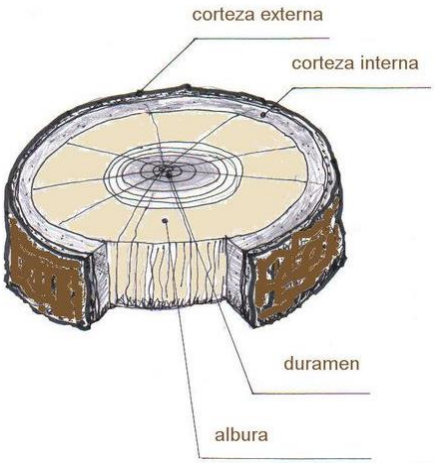
Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ	Densidad ρ (kg/m3).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)³	Biodegradable
LINO	Vegetal	0,037 - 0,047	1 - 2	25 (100 mm)	No	Panel, rollo y proyectado	0	Si

[136] **ArtChist Arquitectura y diseño.** http://artchist.blogspot.com.es/2015/04/aislante-termico-lino.html

5.11. FIBRA DE MADERA

5.11.1. DESCRIPCIÓN

"La madera está constituida por el conjunto de tejido que forman la masa de los troncos de los árboles, desprovistos de su corteza. Es el material de construcción más ligero, resistente y fácil de trabajar, utilizado por el hombre desde los primeros tiempo."[137]



Si damos un corte transversal se aprecian diversas zonas:

- **Médula y radios medulares**: Es la parte central, la más antigua, y se forma por secado y resinificación. Forma un cilindro en el eje del árbol y está constituida por células redondeadas que dejan grandes meatos en sus ángulos de unión.
- **Duramen.** Es la parte inmediata a la médula o corazón, formado por madera dura y consistente impregnada de tanino y de lignina, que le comunica la coloración rosa.
- **Albura**: La albura es la madera joven, posee más savia y se transforma con el tiempo en duramen al ser sustituido el almidón por tanino, que se fija en la membrana celular, volviéndola más densa e imputrescible.
- **Cambium:** Es la capa generatriz, que se encuentra debajo de la corteza formada por células de paredes muy delgadas que son capaces de transformarse por divisiones sucesivas en nuevas células, formándose en las cara interna células de xilema o madera nueva, y en la externa líber o floema. Las capas de xilema están formadas por la madera de primavera, de color claro y blanda, debida a la mayor actividad vegetal durante la primavera y parte del verano. Durante el otoño sucede lo contrario y se aprecian los anillos de crecimiento, constituidos por un doble anillo claro y blando el de primavera, y oscuro y compacto el de otoño. En la zona tropical, como la actividad vegetal es continua, no se aprecian los anillos de crecimiento.

[137] http://ecococos.blogspot.com.es/2011/04/aislamientos-para-bioconstruccion.html
http://www.construmatica.com/construpedia/Madera

– **Corteza:** Su misión es la protección y aislamiento de los tejidos del árbol de los agentes atmosféricos.

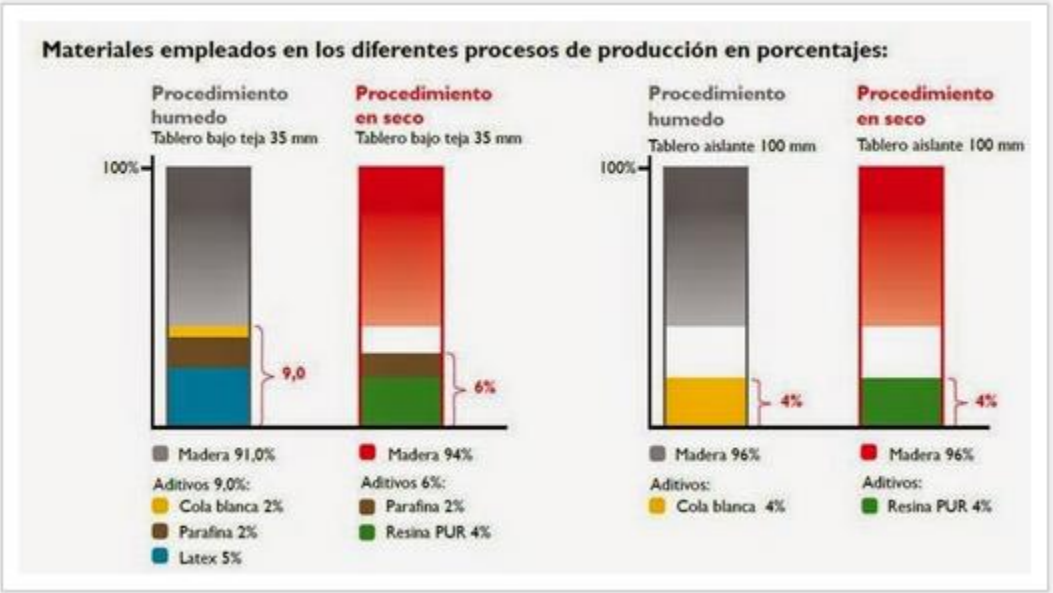
Se aconseja el uso de maderas locales, ya que una gran porción de la madera semi-manufacturada que se utiliza en nuestro país proviene de Norteamérica, países bálticos y países nórdicos, con alto consumo energético para su traslado.

5.11.2. CICLO DE VIDA

a) **Elaboración:**

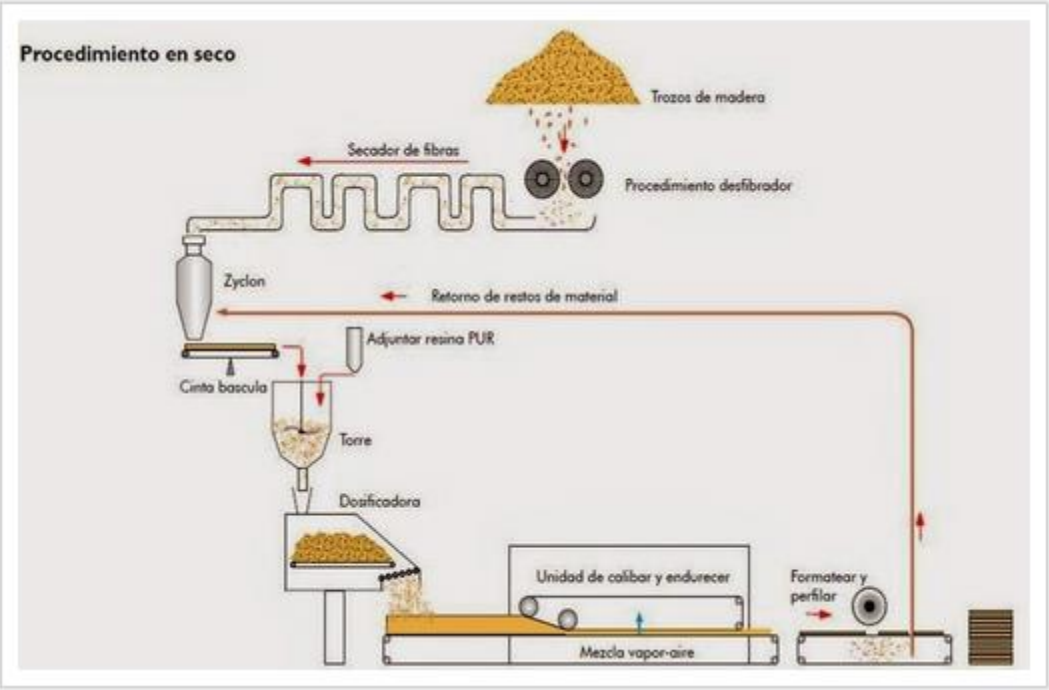
"La materia prima de los tableros de fibras de madera son trozos de madera de abeto y pícea proceden de serrerías donde surgen como deshecho tras la manipulación de la madera.

A través de una manipulación térmica-mecánica, denominada "procedimiento desfibrador", los trozos de madera se trituran hasta que queda únicamente la fibra, como se muestra en la imagen.

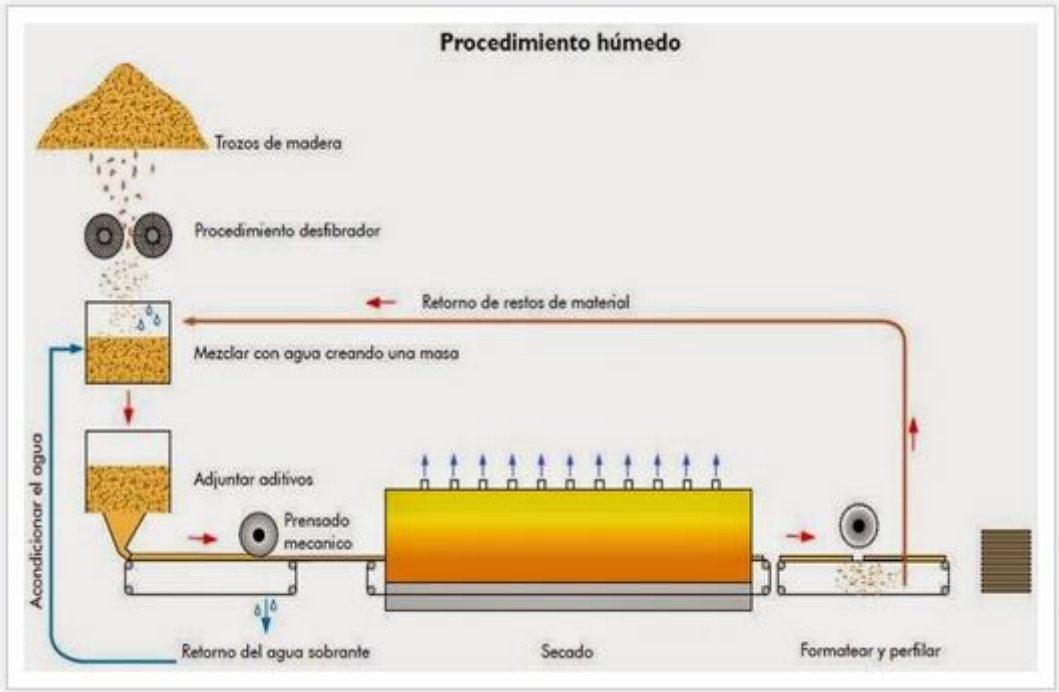


Seguidamente la fibra puede seguir dos procedimientos, el húmedo, donde estas fibras se mezclan con agua, removiendo hasta crear una masa, y en caso necesario se añade parafina y látex. Posteriormente, esa masa se coloca sobre la máquina generando un manto húmedo

desde el cual se elaboran los tableros. Los tableros posteriormente se secan en un túnel de secado hasta eliminar la humedad no deseada. Finalmente se recortan los tableros, se perfilan si es preciso, se apilan y embalan.



El otro procedimiento existente es en seco donde también se elaboran las fibras de madera a partir de trozos de madera y posteriormente, se seca directamente en un cañón de secado, en el que se transportan y secan dentro de una corriente de aire caliente. Las fibras sueltas ya secas se rocían con resina PUR y finalmente se colocan en la máquina que elabora los tableros. En esta máquina, una calibradora y prensa de densidad, se aplica una mezcla de vapor-aire, para que la resina pueda reaccionar y secarse. Finalmente, los tableros se separan en línea, se perfilan y confeccionan igualmente que el procedimiento en húmedo. Los restos del producto se vuelven a colocar en el ciclo de producción. Debido a que el grosor máximo de producción es de 25 mm, los tableros más gruesos se consiguen adhiriendo varios con cola blanca de caseína.



b) **Puesta en obra:**

Se trata de un material cuya manipulación y corte son sencillos. Se recomienda llevar una máscara y gafas de protección para la colocación del aislante. Para el buen funcionamiento de este aislante es preciso respetar las normas de puesta en obra de las paredes que poseen cualidades de permeancia. La colocación de una barrea al vapor mejora las cualidades térmicas del aislante. Se pueden fijar a los paramentos verticales ya sea con cemento-adhesivo o con elementos mecánicos. Ha de almacenarse en lugar seco, lejos de fuentes de combustión."[138]

[138] http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/fibra-de-madera.html?q=aislamiento

c) **Durabilidad:**

Al concluir su vida útil, la madera puede reciclarse para fabricar tableros aglomerados o para su valorización energética como biomasa.” [139]

d) **Recuperación:**

Los tableros de fibra de madera son totalmente reciclables y compostables, por lo que no producen residuos.

5.11.3. TIPOS

- ***Aplicaciones:***

  “Para cumplir la función de aislamiento térmico y acústico en la edificación se disponen entre el armazón de las paredes, tabiques, techos y forjados los tableros de fibra de madera. Estos pueden ser también revocados o dispuestos con algún material de acabado.

- ***Presentación:***

  A través de rollos, tableros, listones,… con diversos acabados y aditivos.

a) Panel aislante de fibras de madera:

“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. Para que puedan mostrar su óptima capacidad aislante es conveniente montarlos en estado seco.” [140]

b) Placa fibra de madera:

[139] http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/fibra-de-madera.html?q=aislamiento
[140] http://ecococos.blogspot.com.es/2011/04/aislamientos-para-bioconstruccion.html

"Las placas de fibra de madera se utilizan como aislamiento térmico y acústico. En su composición encontramos por un lado un 65% de fibras largas de abeto mezclado con un 35% de cemento, aglomerante o magnesita, según la marca del fabricante.

Al mezclarse las fibras naturales con aglomerantes minerales, se consigue paralizar el deterioro de la materia, aumenta la resistencia al fuego, se preservan las propiedades mecánicas a la vez que se consigue un producto inerte.

Las placas de fibra de madera son reciclables y comportables. Las placas se comercializan o bien como encofrado perdido ideales para la construcción de cantos de losas armadas, o bien como placas de revestimiento térmico y acústico en interiores.

Para tratamientos posteriores con pinturas se recomiendan pinturas a la cal, al silicato o al temple para preservar sus propiedades aislantes." [141]

5.11.4. PROPIEDADES

Como otros aislamientos térmicos, también posee características de aislamiento acústico y además por sus propiedades de fibra porosa, ayuda a la evaporación de vapor por lo tanto puede formar parte de la envolvente transpirable del edificio. Por esta misma composición porosa es que constituye un buen aislante acústico, incluso se puede utilizar como amortiguador de los ruidos de impacto colocado en superficies horizontales.

Además de sus propiedades térmicas, resulta ser un material no irritante ni tóxico, puede ser 100% reciclable y tiene un excelente ciclo de vida. Posee la inercia térmica más alta de todos los materiales aislantes (capacidad de absorción del calor).

[141] http://aislayahorra.blogspot.com.es/2011/08/aislamientos-ecologicos-termicos-y.html

A diferencia de otros tableros o derivados de la madera utilizados en la construcción, estas fibras aislantes no contienen adhesivos en su composición que es 100% de maderas reciclables, por lo tanto no generan residuos contaminantes.

5.11.5. VENTAJAS.

No irritante, no tóxico, reciclable, buenas cualidades térmicas y acústicas, corte fácil, ecológico y económico. 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.

5.11.6. INCONVENIENTES.

La utilización de una gran superficie de masa forestal para producir el producto, los procesos de elaboración del material conllevan un gasto importante de energía además de la expulsión de CO2. Aunque puede absorber agua, sus propiedades pueden verse altamente alteradas si el material no está totalmente seco.

5.11.7. TABLA

Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ	Densidad ρ (kg/m3).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)³	Biodegradable
FIBRA DE MADERA	Vegetal	0,040 - 0,1	1 - 2	170 ± 20	No	Placas	3	Si

5.11.8. CONCLUSION

Dan como resultado un agradable clima interior: la estructura porosa de sus fibras, favorece la difusión de vapor; los tableros "respiran", evitan el efecto de pared fría y regulan la humedad. Gracias a su estructura de poros abiertos son capaces de absorber las ondas sonoras. Del mismo modo, también mejora considerablemente la amortiguación del ruido de impacto.

Debido a que se trata de un material reciclado, proviniente de la industria forestal, debido a que se emplea agua como aglomerante y debido a que es biodegradable, el tablero de fibra de madera constituye un material con un ciclo de vida ecológico.

5.12. CELULOSA

5.12.1. DESCRIPCIÓN

"La celulosa químicamente es hidrato de carbono isómero de almidón, y se comporta de forma similar a la madera. La celulosa para aislamiento térmico y acústico se obtiene a partir de periódicos reciclados y triturados.

Sus aditivos le confieren propiedades ignífugas, antifúngicas y lo hace resistente contra insectos y parásitos."[142]

"Se trata de residuos de papel que se reciclan en forma de aislante para el aislamiento de cámaras de aire.

Aunque requiere ser tratada con sustancias químicas para evitar el moho y protegerla del fuego, tiene muy buenas propiedades aislantes, es ligera y requiere poca energía para su fabricación.

5.12.2. CICLO DE VIDA

a) **Elaboración:**

Se fabrica a partir de papel de periódico reciclado tratado con hidróxido de aluminio, lo que lo hace de forma natural resistente al moho y al fuego. La materia prima es la celulosa. Para producir las planchas, se mezcla con fibras y aglutinantes, se solidifican en vapor y se cortan a la medida después del secado."[143]

b) **Puesta en obra**

- **Insuflado en seco**: En esta forma de aplicación, el aíre a presión sopla las fibras del material aislante, seco, en las cámaras de la fachada, rellenando su totalidad. Este método permite aplicar la celulosa en una sola capa y sin puentes térmicos. Espacio aislado,

[142] http://aislayahorra.blogspot.com.es/2011/08/aislamientos-ecologicos-termicos-y.html
[143] ArtChist Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/celulosa.html

con la celulosa conserva un valor térmico uniforme, en todo el perímetro aislado y su elasticidad impide su asentamiento. Con esta técnica conseguimos una densidad de insuflado de celulosa entre 45kg/m3 a 65kg/m3.

- **Proyectado en húmedo**: Este método utiliza una bomba de agua adicional y boquillas de pulverización. Las fibras de celulosa se humedecen mediante agua. La celulosa está proyectada directamente sobre la superficie a aplicar, sin dejar puentes térmicos. Esta aplicación está muy apropiada para obra nueva. Con esta técnica se consigue una densidad de aplicación de celulosa entre 35kg/m3 a 60kg/m3.
- **Soplado de celulosa seca en manta**: El producto esta aplicado en seco en forjados con tabiques palomeros, sobre el techo de pladur, escayola o madera. Con esta forma de aplicación conseguimos que aire expande las fibras de celulosa sobre una superficie abierta (idóneo para desvanes) rellenando homogéneo e integral la superficie, con una densidad de aplicación de celulosa entre 30kg/m3 a 35kg/m3."[144]

c) ***Recuperación:***

El material es reciclable en las fábricas de celulosa, por lo que no se tienen por qué crear residuos que puedan afectar al agua, al aire o a la tierra.

5.12.3. TIPOS

a) Paneles de celulosa:

"Lo interesante de este producto es que su aplicación en seco y su elasticidad que le permite amoldarse perfectamente a los elementos constructivos colindantes.

La celulosa prensada en placas tiene propiedades similares a la celulosa insuflada.

[144] http://www.aislafiber.com/

Para su adaptabilidad es sencillo cortarla y la mayoría de recortes puede ser utilizados para el relleno en otros lugares. Su aplicación está recomendada para pequeñas obras de acondicionamiento térmico y acústico, relleno de tabiques, trasdosados y falsos techos tipo pladur y relleno de cubiertas de madera."[145]

b) Guata de celulosa:

"Actualmente considerado uno de los más famosos de materiales aislantes orgánicos.

Es un material de madera, planta a un estado de lana. Producido en forma granular o en losas. Se utiliza para soplar en las paredes de la cavidad."[146]

- ***Aplicaciones:***

"Se utiliza como aislante térmico en cubiertas, forjados y cerramientos verticales y como protector antiincendios. Su uso más habitual será en espacios cerrados, en los que se necesite aislamiento y no podamos llegar si no es por métodos destructivos o de desmontaje.

- ***Presentación:***

Tanto en copos que se suministran en sacos o mediante planchas. Para su aplicación en húmedo se suministra de igual forma pero se le añadirá posteriormente agua." [147]

5.12.4. PROPIEDADES

"Como características principales cabe destacar sus cualidades higroscópicas, la resistencia al fuego y a la descomposición, la posibilidad de reciclaje o reutilización, 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." [148]

[145] http://www.mimbrea.com/aislamientos-naturales-ii-la-celulosa/
[146] http://build-in-home.com/es/pages/38682
[147] ArtChist Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/celulosa.html

5.12.5. VENTAJAS

"Capacidad higroscópica, no propaga la llama (tratamiento ignifugo), resistencia a la descomposición, posibilidad de reciclaje,...

Otra ventaja fundamental que tiene este material es que se distribuye homogéneamente en todos los huecos, evitando juntas y zonas que se quedan sin aislar, evitando así las humedades intersticiales y los puentes térmicos.

- Fácil de trabajar, no supone riesgo alguno para la salud y evita la aparición de hongos.
- La celulosa tiene capacidad de almacenamiento de la humedad, provocando un efecto regulador del ambiente en el interior de las viviendas.
- Producto ecológico, no alérgico y considerado como producto neutro.
- Precio competitivo.
- Capacidad de acumulación del calor, propio de los aislamientos orgánicos.
- No necesita tiempo de secado en el caso del insuflado.

5.12.6. INCONVENIENTES

- Deben ser protegidos contra la humedad excesiva.
- Los ácidos y álcalis atacan las fibras de celulosa.
- En caso de incendio existe el riesgo de que el hidróxido de aluminio se separe o se disuelva por el agua de extinción.
- Los materiales no contaminados bien pueden ser reutilizados o devueltos al fabricante.
- Al aplicarse en seco se forma polvo. Este polvo no es tóxico pero puede ser aspirado y molesto. En húmedo se forma un barrizal en obra y hay que cubrir muy bien las zonas sensibles, enchufes, puertas, ventanas, etc..."[149]

[148] http://www.ecohabitar.org/aislamientos-e-impermeabilizacion-convenientes/

[149] ArtChist Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/celulosa.html

5.12.7. TABLA

Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor de	Densidad ρ (kg/m3).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)[3]	Biodegradable
CELULOSA	Vegetal	0,034 - 0,069	1 - 2	30 - 60	Autoextinguible	Panel, rollo, proyectado y a granel	3	Si

5.12.8. CONCLUSIONES

"Se trata de residuos de papel que se reciclan en forma de aislante para el aislamiento de cámaras de aire. Aunque requiere ser tratada con sustancias químicas para evitar el moho y protegerla del fuego, tiene muy buenas propiedades aislantes, es ligera y requiere poca energía para su fabricación. Se utiliza suelta (Coeficiente k: 0,042 w / m K. Energía incorporada: 1422 w / kg), o inyectada con manguera (Coeficiente k: 0,039 w / m K. Energía incorporada: 840 w / kg)."[150]

"Frente a aislantes sintéticos tiene la gran ventaja de almacenar el calor, lo cual junto a su mayor densidad y su opacidad al aire, le confiere máximas prestaciones como aislamiento estival. Como aislamiento invernal destaca por su conductiva baja de Lambda 0,037 W/m*k junto con la característica que no requiere juntas (por estas se escapa gran parte de la energía). Su gran porosidad le da además excelentes propiedades acústicas." [151]

[150] http://aislamientotermicoconcelulosa.es/materiales-para-el-aislamiento-termico-segun-su-grado-de-sostenibilidad/
[151] http://aislayahorra.blogspot.com.es/2011/08/aislamientos-ecologicos-termicos-y.html

5.13. ALGODÓN

5.13.1. DESCRIPCIÓN

"La lana de algodón es una fibra natural que se cultiva en regiones cálidas. En la construcción el material aislante se genera a partir de restos de la industria textil." [152]

En los países asiáticos se ha extendido el monocultivo de algodón, de donde es original este material. En unos hornos se deshacen los restos de algodón proveniente de industria, creando fibras textiles que se humedecen y se prensan. Tiene propiedades térmicas y acústicas.

5.13.2. CICLO DE VIDA

a) ***Elaboración:***

"Proceso de transformación que incorporan humedecido y prensado de las fibras.

Se fabrican a partir de retales textiles de confección, desfibrados. La fibra que se obtiene se denomina multifibra, dada la diversidad de texturas y colores de los retales, dando como color final un multicolor. El producto resultante a partir de estas fibras tiene muy baja conductividad térmica.

Se fabrican bajo la forma de mantos, placas y a granel con distintas densidades, grosores y capacidades aislantes, permitiendo abrigar eficientemente todo tipo de edificios de obra nueva y rehabilitación."[153]

[152] http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-algodon.html?q=aislamiento
[153] http://www.ecohabitar.org/aislamientos-e-impermeabilizacion-convenientes/

b) ***Puesta en obra:***

"Su colocación es muy sencilla y por lo general se suele disponer entre los elementos de perfilería metálica en el caso de los sistemas de tabiquería en seco; tendido sin ningún elemento fijador sobre los falsos techos y en los suelos; en situaciones de tabiquería convencional se suele disponer pegamento, tornillos plásticos,.. o cualquier sistema que no provoque puentes térmicos y acústicos y que permitan sostener el aislante en la cara levantada y así facilitar el proceso constructivo de la contigua. Prácticamente similar a la lana de roca." [154]

c) ***Recuperación:***

Es un material reciclable y biodegradable. No contiene ninguna sustancia tóxica.

5.13.3. TIPOS

- **Manta de algodón**

"Se utilizan como aislamiento térmico y acústico en el relleno de cámaras entre medianeras, en cubiertas, etc.

La composición de la fibra es un 75% de algodón y un 25% de otras fibras, con una variación de +/- 5%, que se obtiene de residuos textiles pre y post consumo. Este material es la base para fabricar mantos y placas con el sistema de no tejido punzonado, o termofijado.

Aplicaciones:

- Como aislamiento acústico y térmico.
- Dependiendo del acabado final del producto se utiliza en aislamientos que precisen poco espesor, en recintos o maquinaria donde se necesite una gran absorción acústica, en construcciones que precisen una gran resistencia al fuego, como amortiguador de ruidos de impacto en suelos y techos, o para evitar pérdidas térmicas en depósitos de agua o tuberías.
- En cerramientos verticales, cubierta inclinada, divisiones interiores, techos,…

[154] http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-algodon.html?q=aislamiento

Presentación:

Mediante mantas o rollos de fibras de algodón ignifugadas o planchas tricapa ignifugadas. ”[155]

5.13.4. VENTAJAS

Resistencia, facilidad en el trenzado, de teñido y de instalación. Ligero, ecológico, renovable, resistencia al crecimiento de moho y hongos, no pica,...etc.

5.13.5. INCONVENIENTES

Para la elaboración de la materia prima, algodón, se exigen grandes cantidades de agua. Necesitan de una barrera de vapor para su protección frente a las humedades. Su disposición se realiza en seco pero si adquiere humedad se complica y disminuye su resistencia al paso de calor.

5.13.6. FICHA

Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ	Densidad ρ (kg/m3).	Calor específico cp (J/kg.K).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)³	Biodegradable
ALGODÓN	Vegetal	0,04 - 0,069	1 - 2	20 - 60	800 - 1300	SI	Manta	3	Si

[155] http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-algodon.html?q=aislamiento

5.14. LANA ANIMAL

5.14.1. DESCRIPCIÓN

"La lana es una fibra natural que se obtiene de las ovejas aunque también puede obtenerse de otros animales como llamas, alpacas, vicuñas, cabras o conejos, mediante un proceso denominado esquila.

Los productos de lana son utilizados en su mayoría en zonas frías porque con su uso se mantiene el calor corporal; esto es debido a la naturaleza de la fibra del material y en lo que se basa su uso como aislante térmico, en la conservación de calor. Los principales productores son Australia, Uruguay, la disuelta Unión Soviética, Nueva Zelanda, China y Chile." [156]

5.14.2. CICLO DE VIDA

a) **Extracción:**

"Su procedencia es de la oveja, de la cual se consigue 3 a 5 kg de la materia prima mediante el esquilaje.

La cría de ovejas ofrece una explotación continua y totalmente ecológica en cuanto a:

- Ausencia de contaminación en su producción
- Material renovable
- Recurso totalmente natural
- Gran ahorro energético

[156] ArtChist. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-oveja.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico
http://ecococos.blogspot.com.es/2011/04/aislamientos-para-bioconstruccion.html

Se ha de tener en cuenta que una oveja puede producir en toda su vida entre 45 y 60 kg de lana. En 2011 se calculó una producción de lana dentro del territorio español de hasta 26 millones de toneladas."[157]

"Una vez terminado el esquilado, se procede al lavado con jabón y al tratamiento con sales bóricas. De esta forma se protege la lana contra el ataque de xilófagos a la vez que mejoran las propiedades ignífugas.

A continuación se procesa el cardado dándole forma de planchas, planchas empapeladas o lana a granel. Los espesores y tamaños de las planchas varían según fabricante." [158]

"La esquila es el corte del pelo en los animales para el aprovechamiento de la lana. Antes de realizar el esquilado hay que tomar una serie de cuidados que permitirán realizar la tarea más eficientemente, inspeccionando la calidad y estado del vellón de la lana. La esquila se realiza una vez por año, y luego se espera que la lana crezca nuevamente durante doce meses, para volver a esquilar en el siguiente verano. La esquila puede realizarse manualmente (tijeras) o mecánicamente (esquiladora mecánica).

La lana recién esquilada suele presentarse muy sucia por lo que, antes de proseguir con su elaboración, es preciso limpiarla convenientemente, por lo que se somete a un proceso de lavado con baños de agua caliente.

Una vez seca, se mezcla junto con fibra de poliéster (85% de lana y 15% poliéster) para poder unir las fibras térmicamente y se le añade un tratamiento anti-polillas.

El material se procesa mediante "air lay", es un sistema que orienta las fibras mediante aire y una serie de cilindros; y se consolida en un horno, al activarse las propiedades del poliéster.

[157] http://www.unaus.eu/blog/54-la-lana-como-material-de-construccion
[158] http://aislayahorra.blogspot.com.es/2011/08/aislamientos-ecologicos-termicos-y.html

Tras acabar estos procedimientos, se crea la manta de lana de oveja que por último se enrolla y se embala en bolsas."[159]

b) **Puesta en obra:**

Fácil corte y sujeción con grapas en estructura de madera. Se recomienda llevar mascarilla y gafas de protección para la colocación del aislante por precaución.

Para el buen funcionamiento de este aislante es preciso respetar las normas de puesta en obra de las paredes que poseen cualidades de permeabilidad con la colocación de una barrera al vapor mejorando las cualidades térmicas del aislante." [160]

Se usa como:

- Aislamiento térmico acústico para el revestimiento de cámaras entre medianeras, cubiertas
- Bandas aislantes en fachadas y cubiertas
- Techos acústicos
- Cañerías, depósitos y techos solares
- Aislamiento de cableado eléctrico
- Material para la producción de ladrillos

c) **Durabilidad:**

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.

[159] ArtChist. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/lana-de-oveja.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico

[160] http://ecococos.blogspot.com.es/2011/04/aislamientos-para-bioconstruccion.html

Como es un material de origen animal, posee una durabilidad ilimitada. Una vez tratada no se ve afectada por los insectos.

d) **Recuperación:**

Los residuos de la lana son totalmente biodegradables

5.14.3. TIPOS

a) Manta lana de oveja.

Aplicaciones: "Aislamiento de los desvanes vacíos, de las vertientes de techumbre, de las paredes o tabiques, de los forjados.

b) Fieltro lana de oveja.

Aplicaciones: Ruptura de los puentes fónicos bajo suelos, tabiques, etc. Puede convenir para aislamiento de vivienda provisional o móvil (según espesor).

Presentación:

Como suelen comercializarse las lanas: en rollos o en planchas. Aunque también puede darse el caso de poder proyectarse pero ya en caso menos frecuentes." [161]

[161] http://ecococos.blogspot.com.es/2011/04/aislamientos-para-bioconstruccion.html

5.14.4. PROPIEDADES

"La lana está formada por una cutícula de diminutas escamas solapadas unas con otras y atravesadas por una gran cantidad de canales diminutos responsables de la gran capacidad de absorción de humedad (hasta un 40% de su peso).

Esta agua absorbida y su composición en queratina la convierten en un material poco combustible y con su punto de inflamación más elevado de todas las fibras naturales.

Teniendo en cuenta la necesidad de reducir el consumo energético y la emisión de monóxido de carbono la atmósfera, la lana posee un balance energético muy positivo en cuanto a que su producción tiene un reducido consumo de energía, evita gastos de transporte puesto que se trata de un material local y sobre todo su implantación en obra implica muy poco gasto energético.

No es irritante, es muy estable a lo largo del tiempo y es reciclable."[162]

5.14.5. VENTAJAS

"La lana es un material elástico, ignífugo, resiliente, corte fácil con tijeras, fácil colocación, se adapta perfectamente a las irregularidades de suelo, pared y techos, muy buena capacidad de regulación higrométrica sin pérdida de las cualidades aislantes, ligero, no irritante, reciclable, natural, ecológico, muy estable en el tiempo.

5.14.6. INCONVENIENTES

Puede ser atacable por microorganismos e insectos sino es tratada. La lana es higroscópica, es decir, que absorbe vapor de agua en una atmósfera húmeda y por tanto pierde propiedades aislantes. "[163]

[162] http://www.unaus.eu/blog/54-la-lana-como-material-de-construccion
[163] http://ecococos.blogspot.com.es/2011/04/aislamientos-para-bioconstruccion.html

5.14.7. TABLA

Descripción	Origen	Conductividad térmica λ (W/mK).	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua	Densidad ρ (kg/m3).	Inflamable	Formato	Contenido de producto reciclado (0-3)[3]	Biodegradable
LANA DE OVEJA	Animal	0,035 - 0,050	1 - 2	25 - 80	Auutoextinguible	Rollo y a granel	0	Si

5.14.8. CONCLUSION

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: la lana puede fijar 33% de su peso en agua y restituirla al secar sin perder sus capacidades térmicas.

Existen otros muchos materiales aislantes orgánicos que no han sido objeto de estudio para no hacerlo más extenso, fibra de coco, musgo, cascaras de mejillones, paja,…

6. TABLAS

Veamos las siguientes tablas de materiales aislantes debiendo tener en cuenta que los valores son aproximados, ya que de unos fabricantes a otros estos valores pueden cambiar.

6.1. TABLA DE CARACTERISTICAS AISLANTES Y TECNICAS

El estudio hace una comparación global entre varios aislamientos convencionales y ecológicos (orgánicos). Las características de utilización son similares, así como las aislantes.

Los valores de conductividad térmica entre los materiales son prácticamente inapreciables, destaco la arlita y vermiculita como los más conductivos, los sintéticos los menos conductivos, y sin embargo los materiales orgánicos cuyos valores son más cercanos a los 0,40W/m.k tienen la ventaja de que son en sí mismos reguladores de humedad en la vivienda.

Es en las características técnicas donde la capacidad higroscópica de los ecológicos supera a los convencionales ya que el material posee la capacidad de regulación higrométrica sin pérdida de las cualidades aislantes, absorbiendo a corto plazo agua y evitando situaciones críticas como condensaciones intersticiales.

Los materiales aislantes deben permitir la transpiración del resto de elementos constructivos, con el fin de evitar problemas de condensación y humedad. Estos materiales higroscópicos, en combinación con otros materiales que puedan transportar el agua por capilaridad como el ladrillo, yeso, madera u otros, favorecerán a que la fachada u edificio transpire. El índice de resistencia al vapor µ indica la capacidad de oposición de un material al paso de vapor de agua, los materiales sintéticos son los más impermeables, seguido del corcho y de la perlita expandida. Los materiales orgánicos tienen un comportamiento muy favorable en cuanto a la transpiración se refiere.

Una de las ventajas con que cuentan los aislantes orgánicos es que permiten, en la mayoría de los casos, un montaje sin barreras de vapor ya que son capaces de redifundir la humedad absorbida.

	AISLANTE	TÉCNICAS							B.M.
		Conductividad térmica λ (W/m.K)	Densidad ρ (kg/m^3)	Cap. higroscópica	Resistencia al vapor de agua μ	Resistencia fuego	Inflamable	Resistencia acústica	Resistencia a compresión	Energía incorporada (w/kg)
SINTÉTICOS	EPS	0,029 0,053	10 25	ALTA	20 40	B	SI	NO	SI	≤22616 MUY ALTA
	XPS	0,025 0,04	30	BAJA	100 220	E	SI	NO	SI	28431 22616
	PUR	0,019 0,04	30 60	ALTA	60 150	C-E	SI	SI	SI	187386 33600
INORGÁNICOS	ARLITA	0,080 0,160	300 600	MEDIA	1 5	C	NO	SI	SI	1292
	PERLITA	0,040 0,060	50 180	ALTA	2 5	A	NO	SI	SI	2585 MEDIA
	VERMICULITA	0,065 0,075	60 200	ALTA	-	A	NO	SI	SI	≤1292
	LANA DE VIDRIO	0,03 0,05	25 80	ALTA	1	E	NO	SI	NO	9692
	LANA DE ROCA	0,03 0,05	25 80	ALTA	1 1,3	A-B	NO	SI	NO	3877 ALTA
ORGÁNICOS	CORCHO	0,034 0,100	95 130	BAJA	5 30	E	NO	SI	SI	4071
	CAÑAMO	0,037 0,070	70 130	MEDIA	1 2	E	SI	SI	SI	1228 BAJA
	LINO	0,037 0,047	25	MEDIA	1 2	C-D	SI	SI	SI	1228
	FIBRA DEMADERA	0,040 0,01	150 190	BAJA	1 2	E	NO	SI	SI	2391
	CELULOSA	0,034 0,069	30 60	MEDIA	1 2	B-E	NO	SI	SI	840 1422
	ALGODÓN	0,040 0,069	20 60	MEDIA	1 2	A	SI	SI	NO	≥1000
	LANA DE OVEJA	0,035 0,050	25 80	ALTA	1 2	C	SI	SI	SI	2197

TABLA DE CARACTERISTICAS AISLANTES Y TECNICAS

B.M. Balance Medioambiental.

ALTA Muy buena regulación higrométrica hasta 33% de su peso.

MEDIA Buena regulación higrométrica hasta 15% de su peso.

BAJA Baja regulación higrométrica hasta 10% de su peso.

6.2. TABLA DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

Podemos decir que todos los materiales estudiados son recuperables, reciclados y reutilizados, pero no hay que olvidar que el reciclaje conlleva un gasto energético y la emisión de gases contaminantes sobre todo en el caso de los sintéticos.

Los materiales orgánicos precisan de muy poca energía de fabricación, cosa que podemos apreciar si los comparamos con los materiales inorgánicos o sintéticos, todos provienen de recursos naturales renovables o de productos naturales reciclados.

Por todo ello no son contaminantes ni emiten sustancias toxicas, no presentan un peligro para los usuarios ni a la mano de obra. Su reciclado es más fácil de ejecutar y son biodegradables, por lo tanto no generan residuos de construcción.

La eficiencia energética evalúa el grado de aprovechamiento de la energía utilizada por un material durante todo su ciclo de vida. Se cuantifica a traer de dos parámetros:

- PEI (Primary energy Input): cuantifica la cantidad de energía incorporada para la producción y uso del material que se define en la tabla como,

  - Energía 1ª Fabricación (kw Ep/UF) indica los kilowatios en situación estimada por cada microfaradio.

- GWP (Global Warming Potential): cuantifica el calentamiento potencial global de un material, agrupando a todo los gases de efecto invernadero en relación al efecto equivalente a la acción de CO_2.

  - Efecto invernadero (KCO,eq/UF)indica la calificación ambiental con el coeficiente de transferencia de monóxido de carbono por microfaradio.

De la valoración del Balance Medioambiental se demuestra que el corcho, la fibra de madera y la celulosa son los más eficientes tanto por consumo de energía como por generación de gases de efecto invernadero. El cáñamo también tiene la cualidad de retener la contaminación ambiental así como mejorar la calidad de los suelos en los que se cultiva aunque consuma poco más energía que los anteriores mencionados.

		FUENTE DE ENERGÍA	RECUPERACIÓN			TOXICIDAD	BALANCE MEDIOAMBIENTAL	
		Renovable	Reutilizable	Reciclable	Biodegradable	Perjudicial a la salud	Energía 1ª fabricación (kw Ep/UF)	Efecto invernadero (KCO,eq/UF)
SINTÉTICOS	EPS	NO	SI	*	NO	SI	84 Δ	10 Δ
	XPS	NO	SI	SI	NO	SI	Δ	Δ
	PUR	NO	NO	*	NO	SI	Δ	Δ
INORGÁNICOS	ARLITA	NO	SI	SI	NO	SI	Δ	Δ
	PERLITA	NO	*	*	NO	SI	Δ	Δ
	VERMICULITA	NO	*	*	NO	SI	Δ	Δ
	LANA DE VIDRIO	NO	*	SI	NO	SI	74 Δ	12 Δ
	LANA DE ROCA	NO	*	SI	NO	SI	168 Δ	43 Δ
ORGÁNICOS	CORCHO	SI	SI	SI	SI	NO	41 ●	-26 ●
	CAÑAMO	SI	SI	SI	SI	NO	52 ●	-1 ●
	LINO	SI	SI	SI	SI	NO	38 ●	1 ●
	FIBRA DEMADERA	SI	SI	SI	SI	NO	41 ●	-4 ●
	CELULOSA	SI	SI	SI	SI	NO	22 ●	-10 ●
	ALGODÓN	SI	SI	SI	SI	NO	●	●
	LANA DE OVEJA	SI	SI	SI	SI	NO	20 ●	0 ●

TABLA DE IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

* Es difícilmente reciclable o muy costoso

Δ Energía muy costosa (≥74 kw Ep/UF) o efecto negativo (≥10 KCO,eq/UF).

● Energía poco costosa (≤74 kw Ep/UF) o efecto positivo (≤10 KCO,eq/UF).

6.3. TABLA COMPARATIVA DE AISLAMIENTOS ECOLÓGICOS

El objetivo de este TFG es detallar los materiales aislantes más adecuados ambiental o energéticamente. Tras estudiar las tablas comparando los aspectos técnicos y energéticos de cada uno estos corresponden a los materiales orgánicos.

Dentro de los materiales orgánicos son todos renovables, consideramos sostenibles aquellos "materiales de rápida renovación" que pueden regenerarse antes del final de la vida útil del producto del que formen parte. Es el caso del corcho, el cáñamo, el lino, algodón y la lana de oveja. Son una alternativa para reducir la huella de carbono de los edificios, al ser bajos o nulos en COV mejoran la calidad ambiental. Estos materiales también contribuyen a la diversificación de la economía sostenible permitiendo que localidades puedan cultivarlas y procesarlas para un uso responsable.

Basándome en los principios de la construcción sostenible, esto significa actuar en tres dimensiones, buscando soluciones a largo plazo que combinen el crecimiento económico, la protección del medio ambiente y la satisfacción de las necesidades sociales.

El corcho es el mejor aislamiento, aunque medioambientalmente sea el que más energía necesita para su producción posee las mejores características técnicas en cualquier sistema constructivo, su funcionalidad en panel aglomerado bajo tejas o en fachadas y triturado a granel en suelos y techos. Seguidamente destaco el cáñamo y la lana de oveja, poseen buena densidad y necesitan de muy poca energía para su fabricación además de ser aislantes orgánicos producidos en España. La celulosa es otro gran aislamiento que compensa su exportación internacional con el bajo efecto medioambiental además de ser muy económico y tener muy buena propiedad ignifuga.

Estos productos poco industrializados dejan de favorecer a grandes empresas que se enriquecen a base de contaminar nuestro planeta. Por ello debemos concienciarnos a edificar en base a nuestra calidad de vida, satisfaciendo nuestras necesidades y las futuras administrando sosteniblemente nuestros recursos.

		CARACTERISTICAS DEL MATERIAL									CARACTERISTICAS TECNICAS																
		Origen	Materia prima	Empresa	Producción	Presentación	Aglutinantes	Sector de aplicación	Espesor (mm)	Densidad ρ (kg/m^3)	Conductividad térmica λ (W/m.K)	Resistencia térmica (m^2.k/W)	Calor específico (J/kg.k)	Absorción de agua	Resistencia al vapor de agua μ	Temperatura de utilización ºC	Resistencia a heladas	Resistencia fuego	Emisión gases tóxicos en caso de incendio	Poder fonoabsorbente HZ	Poder fono aislante dB	Resist. a compresión (kg/cm^2)	Resist. a flexión (kg/cm^2)	Resist. a tracción (kg/cm^2)	Resist. Agentes químicos	Resist. a microorganismos	Resist. a insectos y parásitos	Energía incorporada ((wh/kg)
ORGÁNICOS	**CORCHO**	Vegetal	Árbol Alcornoque	BCK Barnacork, S.L	Barcelona España	Granulado de corcho	NO	Relleno de camaras	Granul. 3/15mm	65 75	0,04 0,042		1670	<0,3	5 a 30	-200 a 130	SI	Incombustibl	NO Combustion lenta	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Inatacable	Inatacable	837
						Placas de aglomerado expandido	NO	Cerramiento exterior e interior, suelos y techos	20-30-40-50-60-80-100	100 120	0,037 0,040	1,15	1670		5 a 30	-200 a 130	SI	E B2	NO	SI	SI	1,8	0,2	0,94	SI	Inatacable	Inatacable	837
	FIBRA DE CAÑAMO	Vegetal	Cañamo	CANNABRIC	Granada España	Panel o manta	NO	Relleno de cámaras, suelos y techos	40-50-60-80-100-140-180	24 42	0,040	0,95 a 4,35	2300	7	1 a 2	SI	SI	E	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Inatacabl	Inatacabl	252
	FIBRA DE LINO	Vegetal	Lino	Juan Alkain S.A.	Francia, Alemania	Fieltro o manta	Borax, silicato de sodio	Relleno de cámaras, cubierta y techo	40	25	0,038	1,053	1500	8	1 a 2	SI	SI	SI	NO	SI	55	SI	SI	SI	SI	Inatacabl	Inatacabl	252
	FIBRA DE MADERA	Vegetal	Madera	GUTEX Biohaus	Alemania	Tableros Y a granel para relleno	NO	Cubiertas, muros, techos y suelos	20-40-60-80-100-120	110	0,037	0,55 a 5,45	2100	<2	3	SI	SI	E	NO	(1)	(1)	6% a 250	SI	SI	SI	Inatacabl	Inatacabl	492 957
	CELULOSA	Vegetal	Papel-cartón. Papel de periódico reciclado	CLIMACELL Biohaus	Alemania	Copos	Sal bórica 16%	Pared, techo, cubierta	0,05	35 55	0,035	1,143	1800	10	1 a 2	SI	SI	SI	NO	(1)	(1)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	173 292
	ALGODÓN	Vegetal	Algodón	BIOLLAR 2000	España	Manta	NO	Relleno de cámaras, cubiertas, depósitos, acústicos	0,018	60	0.034	0,534	840	SI	1 a 2	20	SI	SI	NO	SI	9	SI	SI	SI	Inatacable	Inatacable	Inatacable	-
	LANA DE OVEJA	Animal	Oveja	CALANA	España, Alemania	Manta	Borax, derivado de urea	Pared, techo, cubierta	0,04	25 65	0,035	1,143	-	SI	1	160	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	664

TABLA COMPARATIVA DE AISLAMIENTOS ECOLÓGICOS

(1) Según sistema constructivo

6.4. TABLA COMPARATIVA DE VENTAJAS E INCONVENIENTES

	CORCHO	FIBRA DE CAÑAMO	FIBRA DE LINO	FIBRA DE MADERA	CELULOSA	ALGODÓN	LANA DE OVEJA
VENTAJAS	- Renovable, reutilizable y 100% reciclable cuya explotación ayuda a conservar los bosques de alcornoques, evita la desertificación. - Materia prima nacional, su función natural es proteger las partes vivas del árbol que lo genera. - Los bosques de alcornocales reducen el riesgo de incendios debido a su gran resistencia al fuego. - Densidad superior a otros aislamientos, 105 Kg/m³. - Buen absorbente acústico: sonido aéreo, antivibratorio y absorbente del sonido. - Permite la transpiración de la edificación. - Flexible, elástico ligero y resistente. - Elevado coeficiente de rozamiento. - Impermeable. - Gran poder calorífico. - Facilidad de manipulación, adaptándose mejor a superficies curvas y poco mantenimiento. - Aunque no es estanco a la humedad mantiene sus condiciones aislantes en todo momento. - Es un material ignífugo, catalogado como difícilmente combustible, en su combustión no libera gases tóxicos - Muy inertes a la acción de los agentes químicos. - Inatacables por roedores, insectos y microorganismos. - Sin aditivos. - Duradero en el tiempo.	- Renovable, reutilizable y puede ser reciclado hasta 7 veces. - Materia prima nacional. - Planta de crecimiento rápido, mejora la estructura del suelo evitando la erosión dejándolo limpio, sano y estructurado en profundidad, raíz pivotante. - Al resistir el incremento de radiaciones ultravioleta producidas por el estado actual de la capa de ozono crece mejor y produce más resina, convertir el cáñamo en biomasa frenaría la contaminación. - No precisa de pesticidas ni herbicidas para su cultivo. - Consume poca agua y no necesita ningún tratamiento químico. - Posee la fibra más larga, suave y duradera conocida por el hombre. - Su tallo está libre de proteínas, por ello, no se necesita aplicar sustancias protectoras para su almacenamiento o su uso en la construcción. - No es comestible por los insectos y roedores. - No requiere de ácidos ni cloro. - El aglomerado de cáñamo resiste el doble que el de madera y sostiene mejor los clavos. - Estable en el tiempo.	- Renovable, reutilizable, 100% reciclable y compostable. - Baja densidad. - Buena resistencia mecánica - Elevada rigidez. - Absorción de vibraciones. - En su fabricación no se utiliza ningún elemento sintético. - Inofensivo para la salud tanto en su fabricación como en su colocación. - Facilidad de comprimirse y adaptarse al espacio a aislar. - No inflamable. - Gran resistencia a los agentes químicos. - Resistente a los hongos y microorganismos. - No le atacan los insectos. - Posee una durabilidad ilimitada. - Estable en el tiempo.	- Renovable, reutilizable, 100% reciclable y compostable. - Posee la inercia térmica más alta de todos los materiales aislantes (capacidad de absorción de calor). - Buenas cualidades térmicas y acústicas. - La estructura porosa de sus fibras favorece la difusión de vapor. - Regulan la humedad. - Capacidad 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. - No irritante. - No tóxico. - No contienen adhesivos en su composición que es 100% de maderas reciclables.	- Renovable, reutilizable y reciclable. - Gran densidad y opacidad al aire. - Excelentes propiedades acústicas. - Es ligero. - Fácil de trabajar, no supone riesgo alguno para la salud y evita la aparición de hongos. - La celulosa tiene capacidad de almacenamiento de la humedad, provocando un efecto regulador del ambiente en el interior de las viviendas. - Resistencia al fuego. - Sus aditivos le confieren propiedades ignífugas, antifúngicas y lo hace resistente contra insectos y parásito. - No propaga la llama (tratamiento ignifugo), - No alérgico y considerado como producto neutro. - Resistencia a la descomposición. - No necesita tiempo de secado en el caso del insuflado. - Se distribuye homogéneamente en todos los huecos, evitando juntas y zonas que se quedan sin aislar, evitando así las humedades intersticiales y los puentes térmicos - No requiere juntas. - Insolubilidad en la mayoría de los disolventes ordinarios. - Precio competitivo.	- Renovable, reutilizable y 100% reciclable. - Materia prima nacional. - Facilidad en el trenzado, de teñido y de instalación. - Ligero, - Gran absorción acústica, amortiguador de ruidos de impacto en suelos y techos. - - Resistencia al crecimiento de moho y hongos	- Renovable, reutilizable y 100% reciclable. - Materia prima nacional. - Para zonas frías porque con su uso se mantiene el calor corporal debido a la naturaleza de la fibra del material. - Gran capacidad de regulación de humedad. - Material elástico. - Ligero - Ignífugo. - Resiliente. - Aislamiento de cableado eléctrico. - Material poco combustible. - Corte fácil con tijeras. - Fácil colocación - Se adapta perfectamente a las irregularidades de suelo, pared y techos. - Muy buena capacidad de regulación higrométrica sin pérdida de las cualidades aislantes. - No irritante - Durabilidad ilimitada.
INCONVENIENTES	- Su coste. - La extensión necesaria para las plantaciones de alcornoques - Puede adquirir olores. - Puede ceder algún compuesto del propio corcho debido a malas prácticas.	- Necesita de una barrera de vapor para su protección frente a las humedades. - Su disposición se realiza en seco pero si adquiere humedad se complica y disminuye su resistencia al paso de calor.	- No es apropiado para ambientes húmedos. - Debe ir acompañado con una barrera de vapor que ha de disponerse en la cara más cercana a la temperatura más elevada. - Un gran inconveniente es la facilidad que presenta para absorber humedad. - Asegurar que no entre agua en la cámara de ventilación. - Colocación en seco, evitando así la pérdida o disminución de sus propiedades. -	- La utilización de una gran superficie de masa forestal para producir el producto. - Los procesos de elaboración del material conllevan un gasto importante de energía además de la expulsión de CO2. - Aunque puede absorber agua, sus propiedades pueden verse altamente alteradas si el material no está totalmente seco.	- Deben ser protegidos contra la humedad excesiva. - Los ácidos y álcalis atacan las fibras de celulosa. - En caso de incendio existe el riesgo de que el hidróxido de aluminio se separe o se disuelva por el agua de extinción. - Al aplicarse en seco se forma polvo. Este polvo no es tóxico pero puede ser aspirado y molesto. - En húmedo se forma un barrizal en obra y hay que cubrir muy bien las zonas sensibles, enchufes, puertas, ventanas, etc.	- Para la elaboración de la materia prima se exigen grandes cantidades de agua. Necesitan de una barrera de vapor para su protección frente a las humedades. - Su disposición se realiza en seco pero si adquiere humedad se complica y disminuye su resistencia al paso de calor.	- Puede ser atacable por microorganismos e insectos sino es tratada, (tiene el inconveniente de que puede ser atacada por la polilla, pero esto se evita con un tratamiento con tetera borato de sodio). - La lana es higroscópica y por tanto pierde propiedades aislantes.

6.5. CONCLUSIONES FINALES

Todos estos materiales son naturales, orgánicos y por tanto biodegradables, tienen buena capacidad higroscópica permitiendo la transpiración, así que son reguladores de humedad en la edificación.

A simple vista se verifica en la tabla de ventajas e inconvenientes que el corcho y la fibra de cáñamo (materias primas nacionales) son los más ventajosos con menos decadencias, seguidamente la celulosa, la lana y fibra de madera.

Necesitamos cultivos locales mejor adaptados a las condiciones medioambientales, que sean resistentes, que requieran un mantenimiento bajo y cuyos costes sean mínimos.

El cáñamo es la mejor solución a nuestras necesidades, en su cultivo además de tener un crecimiento rápido, consume poca agua y no tiene necesidad de tratamiento químico. Se utiliza toda la planta, incluso las semillas que son altamente nutritivas. Se realizan materiales de bioconstrucción (cañamiza) y bioplásticos muy resistentes. El beneficio para el medio ambiente es tal en su cultivo como en su empleo en construcción. Utilizar el cáñamo como biomasa ayudaría a frenar la contaminación planetaria ya que la planta absorbe las radiaciones ultravioleta producidas por el estado actual de la capa de ozono, al mismo tiempo que crearíamos una energía independiente.

En segundo lugar recurrir al corcho, al regenera cada 9 o 15 años, su utilización debe ser más limitada, como en el caso de que sea necesario un aislamiento estanco o impermeable ya que es el apropiado para los medios ambientes húmedos. Su proceso industrial es muy sencillo y como es un material local intercede en un gran ahorro que repercute en el usuario, el país y medioambiente.

Estos materiales contribuyen en la descomposición del CO2 y a reducir la contaminación ambiental. Estas materias primas sostenibles son alternativas que nos permiten prescindir del petróleo y sus derivados en el ámbito de materiales aislantes térmicos y acústicos en la construcción.

7. BIBLIOGRAFIA

7.1. BIBLIOGRAFÍA

- ***Guía de Construcción Sostenible***. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). 2005.
- ***Apuntes del Curso sostenibilidad***. ITEC, El Colegio de Arquitectos de Catalunya, el de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Barcelona.
- ***Apuntes del Módulo de Sostenibilidad***. Curso de Adaptación a Ingeniero de la Edificación Escuela Politécnica de Cáceres UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA. Beatriz Montalbán Pozas
- ***Manual del Aislamiento***. URSA Insulation, S.A. Madrid (España) 2009
- ***Arquitectura y energía natural***. Ediciones UPC, Rafael Serra Florensa Y Helena Coch Roura. 1995.
- ***Cantos del Arquitecto descalzo***. Johan van Lengen.
- ***DA-DB-HE-1***. CTE, Código Técnico de la Edificación.

7.2. WEBGRAFÍA

- ***Guía sobre Materiales Aislantes y Eficiencia Energética.*** Madrid Ahorra con Energía. Consejería de Economía y Hacienda, Comunidad de Madrid. http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-sobre-materiales-aislantes-y-eficiencia-energetica-fenercom-2012.pdf
- GEA. Asociación de Estudios Geobiológicos. http://www.geobiologia.org/gea/bioconstruccioN
- ***Los materiales y el confort de las casas***. Ficha 12 Solarízate. Greenpeace, IDAE, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. http://www.solarizate.org/pdf/castellano/fichasalumnos/ficha12.pdf
- ***Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios. Eficiencia y ahorro energético.*** IDAE, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. 2008. www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10501_Guia_practica_rehabilitacion_edificios_aislamiento_5266ec2a.pdf
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE MATERIALES AISLANTES (ANDIMAT) Comunidad de Madrid (2008): ***Guía de Rehabilitación Energética de Edificios de Viviendas***. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid y Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid.
- IDAE: Instituto para la Diversificación de Energía. ***Guía práctica de la energía para la rehabilitación de edificios. El aislamiento, la mejor solución***. Editado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Serie ***Guías Técnicas para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios***. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- ArtChist. Arquitectura y diseño. http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/aislantes-introduccion.html, http://artchist.blogspot.com.es/2014/09/eco-aislamiento.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico:, http://artchist.blogspot.com.es/2014/07/poliestireno-expandido-eps-o-poliexpan.html?q=Aislamiento+t%C3%A9rmico:

- ATECOS. ***Asistente Técnico para la Construcción Sostenible***. http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Materiales_aislantes_termicos.PDF
- Ministerio de Fomento (2010) ***Catálogo de elementos constructivos del CTE.*** Aplicación web. Diciembre 2010.
- Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid (2008) ***Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas***.
- ANDIMAT (2010) Aislamiento térmico en edificios. En***: Soluciones energéticamente eficientes en la edificación.*** Publicado por la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid: 49-70.
- Ediltec Aislamientos S.A. ***Notas Técnicas de EDILTEC***. http://spain.ediltec.com/es/notetecniche.php
- ***Aislamientos Térmicos y sus propiedades***. Energía y Construcción. Samtte. https://energiayconstruccion.wordpress.com/2013/04/29/aislamientos-termicos-y-sus-propiedades/
- Aislamiento térmico. ***Ficha de producto para la contratación pública ecológica.*** http://ec.europa.eu/environment/gpp/pdf/criteria/insulation/es.pdf
- Allen, E. (1999) ***Fundamentals of Building Construction Materials and Methods***. 3rd ed. John Wiley & Sons.
- ISOVER. ***Marcado CE de los productos de Aislamiento Tecnico***. http://www.isover.es/Aislamiento-Tecnico-Climatizacion-Industria-y-Marina/Marcado-CE-y-Gamas-Europeas-ISOVER-TECH-e-ISOVER-CLIM/Marcado-CE-de-los-productos-de-Aislamiento-Tecnico
- Construmatica. http://www.construmatica.com/construpedia/Poliestireno
- http://www.corchoblanco.com/quees.htm
- http://epsel.blogspot.com.es/
- ***El Poliestireno Expandido y el Medio Ambiente.*** ANAPE. Asociación Nacional de Poliestireno Expandido. www.anape.es/pdf/El%20EPS%20en%20el%20Medioambiente.pdf?publicacion=El%20Poliestireno%20Expandido%20y%20el%20Medioambiente
- http://ambientalissimo.blogspot.com.es/2011/04/analisis-del-ciclo-de-vida-del.html
- ***Reciclaje Verde.*** Blog sobre reciclaje y medioambiente. https://reciclajeverde.wordpress.com/2012/05/29/reciclaje-poliestiren/
- AISLANTE TÉRMICO DE ORIGEN SINTÉTICO: POLIESTIRENO EXTRUIDO (XPS) http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Poliestireno_extruido_XPS.PDF
- http://www.mimbrea.com/se-pueden-reciclar-los-materiales-que-aislan-nuestros-edificios/
- ***Soluciones de aislamiento térmico con poliestireno extruido para una edificación sostenible.*** Aipex. Asociación Ibérica de Poliestireno Extruido. http://www.aipex.es/panel/uploads/descargas/cat_xps_2014.pdf
- Revista ecohabitar. http://ecohabitatge.com/2013/01/06/aislamientos-ecologicos/
- ***Aislamiento de poliuretano y gestión de residuos en el contexto de la eficiencia de los recursos***. PU EURPE Excellence in insulation. Aparejadores Madrid. http://www.aparejadoresmadrid.es/archivos/ojornadas/33/aislamiento_con_poliuretano_y_gestion_de_residuos.pdf
- Rainer Spilker, Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik gGmbH: ***Flachdach-sanierung über durchfeuchteter Dämmschicht*** (2003), http://www.baufachinformation. de/artikel.jsp?v=209700
- PU Europe Factsheet n°15: ***Análisis económico y ambiental del ciclo de vida del aislamiento de poliuretano en edificios de bajo consumo energético*** (2010)
- http://www.construmatica.com/construpedia/Poliuretano_R%C3%ADgido
- http://www.praxsa.es/docs/PRAXSA_POLIURETANO.pdf

- Eco Habitatge. Arquitectura & Sostenibilidad. http://ecohabitatge.com/2013/01/06/aislamientos-ecologicos/, www.ecohabitar.org/aislamientos-e-impermeabilizacion-convenientes/
- ***Terminaciones Sustentables. Materiales Aislantes***. Biliocad. http://blog.bibliocad.com/terminaciones-sustentables-materiales-aislantes
- ***Valoración comparativa de la eco-eficiencia de los materiales aislantes térmicos en edificación***. UNAUS. www.unaus.eu/blog/46-valoracion-comparativa-de-la-eco-eficiencia-de-los-materiales-aislantes-termicos-en-edificacion
- ***Materiales para el aislamiento térmico según su grado de sostenibilidad***. Ecomarc. http://aislamientotermicoconcelulosa.es/materiales-para-el-aislamiento-termico-segun-su-grado-de-sostenibilidad
- Aislamientos ecológicos térmicos y acústicos. Aísla y ahorra. Csb. http://aislayahorra.blogspot.com.es/2011/08/aislamientos-ecologicos-termicos-y.html
- Madrid arquitectura. blog169. ***Los aislantes ecológicos***. http://www.madridarquitectura.com/es/blog/169-los-aislantes-ecologicos.html,
- ***Aislamientos para construcción***. ECOCOCOS. http://ecococos.blogspot.com.es/2011/04/aislamientos-para-bioconstruccion.html
- arquimaterials. https://arquimaterials.wordpress.com/2012/05/10/corcho-caracteristicas-y-ventajas
- biohaus. http://www.biohaus.es/productos/corcho.php
- ***Cáñamo industrial: Agricultura en España. Parte I.*** Sensi Seeds http://sensiseeds.com/es/blog/canamo-industrial-agricultura-ecologica-en-espana-parte-i/
- ***Los aislamientos térmicos de origen vegetal.*** Beyond Sustainable. http://beyondsustainable.net/2013/11/13/los-aislamientos-termicos-de-origen-vegetal/
- ***Aislamienos NaturalesI: productos industriales de cáñamo***. Sostenibilidad, eficiencia y ecoconstrucción para tu vivienda. Mimbrea. http://www.mimbrea.com/aislanientos-naturales-i-productos-industriales-de-canamo/
- ***Materiales Para Un Futuro Con Bajas Emisiones De CO2***. Procotex. http://es.procotex.com/productos/lino/compuestos.php
- ***Aislamiento proyectado a basa de celulosa***. Tectónica-online. http://www.aislafiber.com/
- ***La lana como material de construcción.*** UNAUS. University Network for Architectural and Urban Sustainability.
- ***Materiales Ecológicos para Bioconstrucción***. Comunidad Red Verde.
- ***Aislantes naturales para construcción***. BIOKLIMA NATURE.
- ***Materiales para la Bioconstrucción*** de Carlos García Rincón y el Dr. José Manuel Gómez Soberón.