

# CALIDAD DEL AIRE EN ESPACIOS INTERIORES

Respirar aire limpio, sin moléculas químicas perjudiciales para la salud.

*Esta investigación tiene por finalidad resaltar, corroborar y contrastar la realidad de los materiales empleados en las construcciones, dando lugar a espacios habitables poco saludables.*

ANDREA BENEDICTO ALONSO  
UNIVERSIDAD EUROPEA DE CANARIAS  
Quinto curso del Grado en Fundamentos de la Arquitectura  
Trabajo de Fin de Grado  
Tutor: Fernando Martínez Soto  
20/06/2022

Un hombre sabio debería darse cuenta de  
que su salud es su posesión más valiosa.

Hipócrates

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer al arquitecto Fernando Martínez Soto, por ser mi tutor en esta investigación, y haber depositado en mí la confianza necesaria al darme la oportunidad de llevar a cabo este trabajo, por toda la ayuda aportada, el tiempo que me han dedicado y el apoyo que me han transmitido.

También quisiera agradecer al arquitecto Jorge Heras, quien me ha enseñado su forma de entender la arquitectura, como la experiencia de la forma vinculada a la salud, la función, al confort y a la sostenibilidad, haciendo que despierte en mí un interés personal por indagar más en esos temas.

No quisiera terminar sin dar las gracias al coordinador de la titulación del grado en Fundamentos de la arquitectura, Juan Diego López Arquillo, por enseñarme a trabajar con ilusión disfrutando del camino y por el apoyo, confianza y entusiasmo depositados en mí.

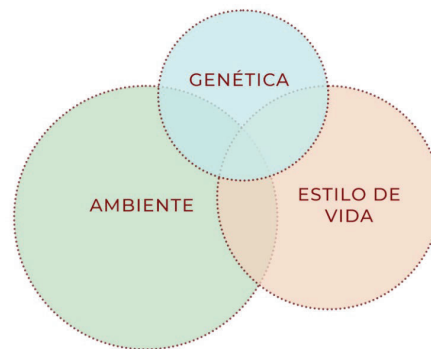
## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
DECLARACIÓN DE AUTOR.....	3
RESUMEN .....	6
ABSTRACT.....	8
PRESENTACIÓN.....	10
MOTIVACIÓN.....	12
PUNTOS DE INVESTIGACIÓN .....	14
<b>Capítulo 1. TOXICIDAD DE LOS ESPACIOS HABITABLES.....</b>	<b>15</b>
1.1 Definición y contexto .....	15
1.2 Materiales y su toxicidad.....	18
1.2.1 Compuestos orgánicos volátiles (COV) .....	19
1.2.2 Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) .....	23
1.2.2.1 Metales pesados .....	27
1.3 Niveles admisibles de exposición .....	28
1.3.1 Evaluación de la exposición.....	29
1.3.2 Caso práctico .....	31
1.4 Materiales de construcción tradicionales .....	33
1.4.1 Aislantes .....	33
1.4.2 Pinturas .....	34
1.4.3 Tratamiento de madera .....	36
1.4.4 Revestimientos.....	37
<b>Capítulo 2. CONTROL EN LA CALIDAD DEL AIRE .....</b>	<b>39</b>
2.1 Normativa de calidad ambiental en interiores.....	39
2.2 Incidencia en la salud por la exposición interior .....	41
2.2 Medidas de renovación del aire interior .....	42
<b>Capítulo 3. ALTERNATIVAS DE MEJORA EN LA CALIDAD DEL AIRE .....</b>	<b>45</b>
3.1 Minimizar el impacto.....	45
3.1.1 Aislamiento.....	45
3.1.2 Pinturas .....	47
3.1.3 Tratamiento de protección de la madera .....	49
3.1.4 Revestimientos.....	51
<b>Capítulo 4. ARQUITECTURA SALUDABLE EN SANTIAGO DEL TEIDE.....</b>	<b>54</b>
<b>Capítulo 5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS .....</b>	<b>61</b>
5.1 Conclusiones.....	61
5.2 Perspectivas de trabajo futuro .....	64

GLOSARIOS .....	65
BIBLIOGRAFÍA.....	67
ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN .....	67
GLOSARIO .....	68
MATERIALES .....	69
NORMATIVA .....	69
PÁGINA WEB .....	70
PERIÓDICO/REVISTA.....	71
TESIS / DOCTORADO / TEMARIO EDUCATIVO.....	71
ILUSTRACIONES .....	72
ANEXOS .....	73
Anexo 1. Planimetría del proyecto.....	73
Anexo 2. Informe del caso estudio. Nivel de exposición al formaldehído.....	78
2.1 Primer informe. 3 jornadas .....	79
2.2 Segundo informe. 6 jornadas .....	81
Anexo 3. Fichas técnicas de los materiales empleados en el Pabellón.....	84
3.1 Pavimento de linóleo.....	85
3.2 Aislamiento exterior de paneles de aglomerado de corcho natural.....	87
3.3 Pintura mineral de silicato.....	89
3.4 Trasdoso de placas de arcilla.....	90
3.5 Mortero de arcilla fino para revocos.....	91
3.6 Estuco decorativo a base de cal natural (Tadelakt) .....	93
3.7 Placa de arcilla aligerada con gránulos de corcho para techos.....	96
3.8 Carpintería de madera .....	97
3.9 Pavimento interior de madera laminada .....	98

## RESUMEN

Los seres humanos son un compendio entre la genética, el ambiente y el estilo de vida, si bien es cierto que la **información genética** heredada de los progenitores interfiere, entre otras cosas, en la capacidad de tolerar mejor o peor algunos tóxicos y en desarrollar o no patologías (Elisabet Silvestre en Bioterra 2014). Pero a nivel global el **ambiente**, entendido como los espacios en los que se pasa mayor parte del tiempo, y el **estilo de vida** adoptado en los últimos años, tienen un factor potencial frente al de la genética (*Infografía 1*). Con la capacidad de interferir en la herencia de las próximas generaciones. Todo ello es lo que se estudia a través de la epigenética<sup>1</sup>, es decir, de qué manera el entorno en el que se desenvuelven las personas puede modificando la expresión de los genes.



*Infografía 1. Lo que somos. Fuente: Concepto de Elisabet Silvestre. Representación propia*

La **salud ambiental** de los espacios interiores, como el hogar, el lugar de trabajo o de estudio, repercute en la calidad de vida de las personas, afectando en la salud y confort de los usuarios, pudiendo ser en ocasiones la causante de muchas enfermedades. Es por ello por lo que la calidad del aire interior (CAI) se define en función de una serie de parámetros, que incluyen la **compartimentación**, la **calidad del aire exterior** (CAE) y la existencia de **fuentes contaminantes y su magnitud**.

La proximidad de la fuente contaminante al receptor y la exposición humana, son dos factores que hacen posible el desarrollo de **enfermedades ambientales** en algún momento durante el transcurso de la presencia del tóxico, y una vez el cuerpo alcance el **límite susceptible a la acción**. Haciendo que la sintomatología presentada en los afectados pueda ser más o menos grave, generando situaciones de disconfort (*Jornada Técnica sobre Calidad de Aire Interior, que tuvo lugar el 19 de octubre, FREMM*).

Así pues, tiene especial importancia la **calidad de los materiales** empleados en las construcciones. Una mala elección puede hacer de los interiores uno de los lugares donde más tóxicos se concentren y si a ello se le suma la tendencia a buscar la estanqueidad, se multiplica la pésima calidad ambiental en esos espacios.

Es necesario precisar, que nunca se deben alcanzar **valores** superiores a los **admisibles** legislados acerca de los diferentes contaminantes. A través del Parlamento Europeo, la Unión Europea, ha presentado una Resolución sobre la CAI (Doc A 2-156/88) en la que establece la necesidad de una propuesta directiva específica. En la que se incluyen: las **sustancias a prohibir**

<sup>1</sup> Según el National Human Genome Research Institute la epigenética es el estudio de los cambios en la función de los genes que son hereditarias y que no se pueden atribuir a alteraciones de la secuencia de ADN.

o a regular su uso, las **normas de calidad** aplicables a los distintos tipos de ambientes interiores, las **normas** sobre el **mantenimiento** de los edificios públicos, y las **prescripciones** sobre el planteamiento, la construcción, la gestión y el mantenimiento de las instalaciones de aire acondicionado y de ventilación.

Por lo general los niveles a los que la sociedad se expone a determinadas sustancias químicas son bajos, sin embargo, el problema existe cuando la **exposición es prolongada** en el tiempo, **comprometiendo el equilibrio del organismo** (*Centro de investigación y asistencia técnica de Barcelona en el NTP<sup>2</sup> 108 Criterios toxicológicos generales para los contaminantes químicos*). Para evitar que los factores de autorregulación del organismo dejen de funcionar adecuadamente y aparezcan enfermedades, existen **medidas de regulación** que se pueden llevar a cabo para evitar que el cuerpo alcance el estado de intolerancia ambiental. Una de ellas es sobre la que se articula este trabajo, se trata de **controlar la existencia de compuestos químicos perjudiciales** para la salud y el medio ambiente, que a la larga sensibilizan los organismos. Transmitiendo la importancia de vivir en un ambiente interior biótico<sup>3</sup> y favorable para que los sistemas biológicos no tengan que estar continuamente buscando el equilibrio, por estar en ambientes insalubres, y gozar de un óptimo estado de salud prolongado en el tiempo.

Cada vez se le da mayor importancia a seguir un estilo de vida saludable, apostando por una selección de productos ecológicos libre de químicos. Sin embargo, es habitual la incorporación de sustancias potencialmente tóxicas en la fabricación de materiales y productos de limpieza, que incrementan la generación de residuos tóxicos que perjudican el medio ambiente, y causan peligros en la salud de las personas. El *Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo* (INSST) afirma un aumentado en el deterioro de las condiciones ambientales de los espacios cerrados, así mismo, la *Asociación Nacional de Informadores de la Salud* (ANIS) señala que el aire del interior de los espacios podría estar hasta 5 veces más contaminado que el del exterior.

**Palabras clave:** Espacios saludables, sustancias tóxicas, impacto ambiental, Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), Valores Límites Ambiental (VLA), problemas de salud, materiales alternativos.

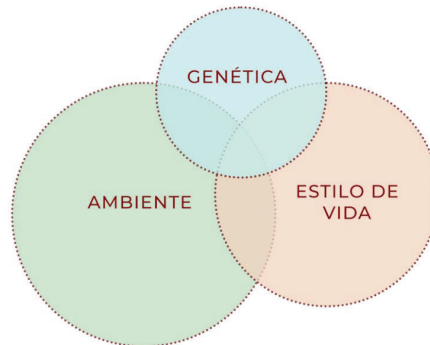
---

<sup>2</sup> Las Notas técnicas de prevención (NTP) (1982) son guías que recogen recomendaciones, no son de obligatorio cumplimiento salvo que se recojan en una disposición de la normativa vigente.

<sup>3</sup> El ambiente biótico es aquel medio en donde existe vida. Los organismos que conforman el medio biótico deben de sobrevivir y reproducirse en un ambiente con otros organismos vivos.

## ABSTRACT

Human beings are a compendium between genetics, environment, and lifestyle, although it is true that the **genetic information** inherited from parents interferes, among other things, with the ability to better or worse tolerate some toxic substances and to develop or not pathologies (Elisabet Silvestre in Bioterra 2014). But at a global level, the environment, understood as the spaces in which most of the time is spent, and the lifestyle adopted in recent years, have a potential factor compared to genetics (*Infographic 1*). With the ability to interfere with the inheritance of future generations. All this is what is studied through epigenetics<sup>4</sup>, that is, how the environment in which people live can modify the expression of genes.



*Infographic 1. What we are. Source: Concept of Elisabet Silvestre. own representation.*

The **environmental health** of interior spaces, such as the home, the workplace or study, affects the quality of life of people, affects the health and comfort of users, and can sometimes be the cause of many diseases. That is why indoor air quality (IAQ) is defined based on a series of parameters, including **compartmentalization**, **outdoor air quality (OAQ)** and the existence of **polluting sources and their magnitude**.

The proximity of the contaminant source to the receptor and human exposure are two factors that make possible the development of **environmental diseases** at some point during the presentation of the toxicant, and once the body reaches the **limit susceptible to action**. Making the symptoms presented in those affected can be more or less serious, generating situations of discomfort (*Technical Conference on Indoor Air Quality, which took place on October 19, FREMM*).

Thus, the **quality of the materials** used in the construction is of special importance. A bad choice can make interiors one of the places where they are most toxic and if the tendency to seek sealing is added to this, the terrible environmental quality in those spaces is multiplied.

It is necessary to specify that **values** higher than those **allowed** by law regarding the different pollutants should never be reached. Through the European Parliament, the European Union has presented a Resolution on the CAI (Doc A 2-156/88) in which it establishes the need for a specific directive proposal. In which are included: the **substances to be prohibited or to regulate** their use, the **quality standards** applicable to the different types of interior environments, the **standards on the maintenance** of public buildings, and the **requirements** on the approach, construction, management and maintenance of air conditioning and ventilation installations.

<sup>4</sup> According to the National Human Genome Research Institute, epigenetics is the study of changes in gene function that are inherited and cannot be attributed to alterations in the DNA sequence.



In general, the levels at which society is exposed to certain chemical substances are low, however, the problem exists when the **exposure is prolonged over time, compromising the balance of the organism** (*Center for Research and Technical Assistance of Barcelona in the NTP<sup>5</sup> 108 General toxicological criteria for chemical contaminants*). To prevent the body's self-regulating factors from working properly and causing diseases to appear, there are **regulation measures** that can be carried out to prevent the body from reaching a state of environmental intolerance. One of them is on which this work is articulated, it is about **controlling the existence of chemical compounds harmful** to health and the environment, which in the long run sensitize organisms. Conveying the importance of living in a favorable biotic<sup>6</sup> indoor environment so that biological systems do not have to continually seek balance, due to being in unhealthy environments, and enjoy an optimal state of health over time.

More and more importance is given to following a healthy lifestyle, betting on a selection of organic products free of chemicals. However, it is usual to incorporate potentially toxic substances in the manufacture of cleaning materials and products, which increases the generation of toxic waste that harms the environment and causes dangers to people's health. The National Institute of Occupational Safety and Hygiene affirms an increase in the deterioration of the environmental conditions of closed spaces, likewise, the National Association of Health Informants (ANIS) indicates that the air inside the spaces could be up to 5 times more polluted than the outside.

**Keywords:** Healthy spaces, toxic substances, environmental impact, Volatile Organic Compounds (VOC), Persistent Organic Pollutants (POP), Environmental Limit Values (ELV), health problems, alternative materials.

---

<sup>5</sup> Las Notas técnicas de prevención (NTP) (1982). Guides that include recommendations, they are not mandatory unless they are included in a provision of the current regulations.

<sup>6</sup> The biotic environment is that medium in which life exists. The organisms that make up the biotic environment must survive and reproduce in an environment with other living organisms.

## PRESENTACIÓN

Tal y como defiende Gary Feinman, antropólogo del Museo Field de Historia Natural de Chicago, “para comprender nuestra actual crisis climática, necesitamos comprender la historia de como los humanos han alterado sus entornos a través del tiempo”. Lucas Stephens (colaborador del proyecto ArchaeoGLOBE<sup>7</sup>) dirigió el estudio sobre cómo el uso de la tierra ha cambiado con el tiempo, alrededor de todo el mundo, y se explica la larga relación que ha tenido el hombre con la Tierra. Descubriendo cómo las formas de usar la tierra por las personas en la antigüedad no eran tan “inocuas” como pudieran parecer. Del mismo modo la revista National Geographic, en el artículo “Las civilizaciones antiguas ya arruinaban el planeta hace miles de años” (2019), hace referencia a como el cambio climático, el calentamiento global, la contaminación o las energías renovables son temas habituales en las conversaciones cotidianas, quizás por ello parece que estos problemas son exclusivos del mundo moderno. Sin embargo, un gran estudio colaborativo publicado en la revista Science se demostró que los primeros humanos, hace unos 10.000 años, en todo el mundo ya estaban provocando un impacto en sus entornos.

A pesar de que los humanos hayan estado provocando alteraciones en la tierra desde hace mucho tiempo, recientemente ha habido un cambio muy acelerado en su uso. Haciendo visibles los problemas, imposibles de ignorar, a los que se enfrenta la sociedad hoy en día, muy arraigados en la naturaleza humana y en las que serán necesarias más que simples soluciones para resolverlos. A causa de ello en 1987, Naciones Unidas creó la Comisión mundial para el desarrollo del medio ambiente, y publicó el informe “Nuestro Futuro Común”, también conocido como **Informe Brundtland**<sup>8</sup>. Como respuesta a la actual preocupación creada a raíz de los problemas medioambientales asociados con el aumento del nivel de vida de la población y la industrialización. Es en este momento cuando por primera vez nace el concepto de **Desarrollo Sostenible**, dando visibilidad a la problemática económica, social y medioambiental a la que la sociedad se enfrenta desde hace décadas.

Además de los problemas antes mencionados que sufre la Tierra y la biología, los organismos también están en riesgo. Cada vez son más las nuevas **enfermedades y síntomas** que padecen las personas, muchas de ellas desarrolladas a causa del cambio en el **estilo de vida** y de la incorporación de **sustancias químicas tóxicas**, con el fin de “mejorar” sus vidas (“malvado bienestar”). De esta forma los organismos más sensibles pierden la tolerancia y se desarrollan las “enfermedades emergentes”, estudiadas por la medicina ambiental<sup>9</sup>. Con ello se corrobora que todo aquello que parecía beneficioso, no lo es tanto para el organismo.

Cuidar los espacios habitables es importante, y hoy en día aún más. La sociedad del siglo XXI es conocida como la “**Indoor Generation**” por pasar aproximadamente el **90% del tiempo**

---

<sup>7</sup> ArchaeoGLOBE es un proyecto internacional desarrollado por 255 arqueólogos de todo el mundo, quienes han sido capaces de reconstruir a través de un mapa cómo se han usado los suelos en todo el mundo desde la revolución neolítica y su impacto en los ecosistemas: desde el nacimiento y expansión de la agricultura, la aparición del pastoreo, la caza y recolección y, finalmente, la aparición y auge de las sociedades urbanas.

<sup>8</sup> “Nuestro Futuro Común” es el documento donde se tiene constancia por primera vez del concepto Desarrollo Sostenible. También es conocido como Informe Brundtland debido a que la Comisión de Medio Ambiente de las Naciones Unidas fue presidida por Gro Harlem Brundtland (primera ministra mujer de Noruega) entre 1983 y 1987.

<sup>9</sup> La medicina ambiental se ocupa de las patologías que se desarrollan por efecto de los tóxicos ambientales y que se encuentran en el entorno que rodea nuestro día a día.

en espacios interiores, inconscientes de los riesgos asociados a este estilo de vida. Por ello es imprescindible cuidar la calidad de dichos espacios, y controlar aquellas sustancias que son capaces de dañar el organismo y el medio.

El 4 septiembre de 2008, quedó aprobada en el Parlamento Europeo, la Revisión intermedia del Plan de Acción Europeo sobre Medio Ambiente y Salud 2004-2010. Es en este documento en los apartados B, E, G y H, donde se avalan las afirmaciones realizadas en los dos últimos párrafos. Cuyo origen son: *“El creciente número de enfermedades crónicas vinculadas a factores medioambientales”* ; *“Las enfermedades respiratorias son la segunda causa de mortalidad, incidencia, prevalencia y gasto en la Unión, que constituyen la principal causa de mortalidad infantil en los niños, a causa de la contaminación del aire exterior e interior”*; *“Se debe reforzar las acciones para evitar la contaminación doméstica, considerando que el ciudadano europeo pasa una media del 90 % de su vida en el interior de edificios y viviendas”*. También fue señalado en las Conferencias Ministeriales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2004 y 2007 sobre medioambiente y salud *“una compleja influencia combinada de los contaminantes<sup>10</sup> químicos y algunas alteraciones y enfermedades crónicas, en particular de los niños”*.

En el mismo documento (Plan de Acción Europeo sobre Medio Ambiente y Salud 2004-2010) se contemplan datos científicos que indican: el incremento de cáncer de vejiga, huesos, pulmón, piel, mama, relacionados con factores ambientales como productos químicos, partículas en suspensión del aire o las radiaciones (apartado I); la aparición de nuevas enfermedades emergentes como la intolerancia ambiental (SQM: Sensibilidad química múltiple), el síndrome del edificio enfermo, la electrosensibilidad, el déficit de atención (apartado J). Todo ello debe ser suficiente para **despertar el interés social** por habitar en espacios saludables, especialmente para los organismos más sensibles (punto 7), como las embarazadas, los bebés, los niños, personas de edad avanzada y aquellas personas que hayan perdido dicha sensibilidad de la que antes se habló (tolerancia ambiental).

El Plan de acción europeo también se encarga de dar a la UE la **información científica** necesaria para ayudar a los Estados miembros a **reducir los efectos perjudiciales** para la salud de algunos factores ambientales. Centrándose en los nuevos retos sanitarios y en abordar además los factores medioambientales determinantes que afectan a la salud humana, tales como la calidad del aire exterior e interior, las ondas electromagnéticas, las nanopartículas y las sustancias químicas poco favorables para el organismo (sustancias carcinógenas, tóxicas para la reproducción, perturbadores endocrinos, etc.).

Bien es cierto que aún no existe ninguna norma que regule al completo el empleo de sustancias peligrosas, sin embargo, de alguna manera se alenta a la población a seguir el principio de precaución<sup>11</sup>. Se considera que la población tiene la necesidad de llevar a cabo acciones para así poder minimizar el impacto de las enfermedades ambientales y es por ello por lo que esta investigación abordará, varias propuestas de mejorar de la calidad del aire en los ambientes habitables.

<sup>10</sup> La directiva 2008/50/CE del 11 de junio de 2008, define contaminante como toda sustancia presente en el aire y que pueda tener efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente en su conjunto.

<sup>11</sup> El principio de precaución es un enfoque de la gestión del riesgo, según el cual, en caso de que una determinada política o acción pudiera causar daños a las personas o al medio ambiente y no existiera consenso científico al respecto, la política o acción en cuestión debería abandonarse. El principio se establece en el artículo 191 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE).

## MOTIVACIÓN

El actual **mundo globalizado** ha impuesto un modelo de consumismo que afecta a la vida de las personas. Si esto se lleva al campo de la arquitectura, con el paso de los años se ha desarrollado una obsesión por la industrialización y un ritmo de producción acelerado, que ha dado lugar a una arquitectura desligada del lugar con sistemas constructivos y materiales homogeneizados.

Uno de los temas que ha promovido esta investigación ha sido el **cambio climático**, como uno de los mayores problemas a los que el sector de la construcción ha tenido que enfrentarse, teniendo que dar soluciones tanto de ejecución como de diseño. Es por ello por lo que además de ampliar conocimientos sobre el tema “sostenibilidad” enfocado en la **salubridad de espacios interiores**, se promueve alcanzar la **curiosidad colectiva**, para garantizar mayor aceptación de “bio espacios habitables”. Con el objetivo de que sean entendidos como alternativas reales frente a una arquitectura que no respeta el medioambiente ni la salud de las personas.

El **alcance de esta investigación** es el de dar a conocer una de las **principales causas de contaminación del aire en espacios cerrados**, sobre lo que existen varias sospechas. En los siguientes párrafos se desarrolla en detalle la actual **inconsciencia social** acerca de la calidad del aire interior, y por otro lado, la **contradicción económica** de los materiales de construcción más comunes y que tienen una elevada presencia de tóxicos, frente a otros que son mucho más sostenibles.

La **pobre calidad del aire en los ambientes cerrados** es una problemática que se ha visto potenciada tras el incremento del precio de la energía en el siglo XX. La creciente necesidad de ahorro energético ha llevado al diseño de edificios más estancos y mejor aislados. La búsqueda de la **hermeticidad**, en muchos de los casos, ha traído consigo una menor ventilación, y en consecuencia un aumento de la contaminación interior. En la mayoría de los casos la calidad de los materiales que envuelven los espacios interiores es de origen sintético y **emiten** un gran número de **compuestos perjudiciales** para la salud de los usuarios. Acarreando un deterioro en la habitabilidad de los edificios, legando a estar más contaminado el aire del interior que el exterior.

Hoy en día, en pleno siglo XXI, existe un gran problema de salubridad a causa de los espacios interiores, incluso se ha agravado con los años. Actualmente existe una tendencia sobre la forma de vida, que ha generado la “**Indoor Generation**”, formada en especial por los habitantes de las ciudades, que en Europa son ya cerca del 75% del total (periódico El País 2018), *así mismo, desde 1800 al año 2000, hemos pasado del 90% de las personas que trabajan en el exterior a menos del 20%. En muy poco tiempo, hemos pasado de ser una especie al aire libre a pasar la mayor parte de nuestro tiempo en cuevas oscuras*” (Dr. Russel Foster, jefe del Laboratorio de Oftalmología de Nuffield y del Instituto del Sueño y Neurociencia Circadiana de la Universidad de Oxford).

La sociedad no es del todo consciente de la importancia que tiene disponer de unos niveles óptimos de aire en el interior y que pasar demasiado tiempo en espacios con pésimas condiciones de calidad, puede llegar a tener repercusiones en la salud, como afirman varios estudios, uno de ellos el realizado por el Grupo VELUX. Este último ha realizado una encuesta acerca del tiempo que creen pasar los ciudadanos en espacios cerrados, y concluyen que, los

españoles, creen pasar el 61% del tiempo encerrados cuando en realidad lo hacen el 90%. Los italianos consideran pasar un 57%, y los más cercanos a la realidad, los ingleses con un 71%. Así mismo el 15% de los encuestados admiten no salir ni una sola vez de sus casas en las 24 horas del día.

Es importante dar visibilidad al impacto que causa en la salud pasar demasiado tiempo en interiores, por ejemplo, en el caso de las viviendas en especial las estancias de los niños pueden llegar a considerarse de las más contaminadas, es por ello por lo que cada vez más niños sufren problemas de salud. Una de las cosas más interesante acerca de los resultados de los estudios ha sido *“la brecha que existe entre la percepción de las personas y la realidad cuando se trata de entender cómo el aire interior puede estar hasta cinco veces más contaminado que el exterior”* (Peter Foldbjerg, jefe de energía de luz natural y clima interior en VELUX)

A lo largo de los últimos años se han realizado pruebas que confirman la **afección de ciertas sustancias** en la salud de las personas, haciendo que se establecieran valores límite en cuanto a presencia de contaminantes en el interior de los edificios, así lo recoge el Threshold Limit Values (TLV<sup>12</sup>). Sin embargo, no parece ser suficiente, es posible que uno de los obstáculos que hace que no sea visible el verdadero problema que genera el uso de esas sustancias, es posiblemente el **sistema económico** que está muy influido por lobbies. Resulta sorprendente como es más económico construir con materiales que contienen sustancias dañinas que con materiales más naturales y respetuosos con las personas y el medioambiente.

Desde el punto de vista arquitectónico (promotores, arquitectos, fabricantes, clientes, etc.) parece existir una falta de consideración frente al problema medioambiental, que ha influido en la destrucción de la capa de ozono, cuando ello tiene graves consecuencias sobre la salud humana. La ONU afirma en un artículo publicado en EFE Verde<sup>13</sup>, como en 2015 el 38% de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) fueron responsables del calentamiento global. Y cómo descendieron en 2020, a consecuencia de la epidemia de la covid-19, pero hacen falta cambios para que no suban de nuevo, así lo alerta la ONU.

En los últimos años se ha avanzado mucho en cuestión de sostenibilidad, las restricciones de los códigos constructivos, las normativas de prevención de riesgos laborales, el desarrollo del mercado relacionado con la sostenibilidad en la edificación, sin embargo parece no ser suficientes.

El **deterioro de las condiciones ambientales de los espacios cerrados ha aumentado** en las últimas décadas (*Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo*), por ello, la mejora de la CAI es una oportunidad en mejora de salud, confort, calidad de vida y productividad laboral. Con ello el **propósito de esta investigación** es dar a conocer los **riegos** que supone emplear materiales de construcción compuestos por **sustancias tóxicas**, en espacios donde la gente pasa gran parte de su tiempo, pudiendo generar riesgo para las personas y el medio ambiente. En ese caso, también se investiga sobre **materiales alternativos**, en sustitución de los materiales convencionales, con prestaciones muy similares pero que no alteran la salud de los usuarios ni comprometan el medio ambiente.

---

<sup>12</sup> Los TLV son la concentración máxima promedio en el aire de un material peligroso al que los trabajadores adultos sanos pueden estar expuestos durante una jornada laboral de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, durante su vida laboral, sin experimentar efectos adversos significativos para la salud.

<sup>13</sup> EFE Verde es un proyecto global que consiste en una plataforma multimedia de comunicación y periodismo ambiental.

## PUNTOS DE INVESTIGACIÓN

La toxicología es la ciencia que estudia los productos tóxicos y sus efectos sobre el organismo, en parte gracias a ello es posible realizar este trabajo de Fin de Grado. Se dividirá en cinco partes:

El **primer capítulo** muestra el contexto actual acerca de la calidad del aire en espacios interiores, donde la población pasa gran parte de su tiempo. Se estudian las principales fuentes de contaminación en dichos espacios, y se dan a conocer algunos agentes tóxicos que por sus parámetros son los más perjudiciales y por tanto los más significativos a evitar por su afección en la salud de las personas.

El **segundo capítulo** contempla el marco normativo de la calidad del aire interior, y de forma general el potencial dañino de las sustancias estudiadas en el apartado anterior.

El **tercer capítulo** da respuesta a problemas tanto ambientales como de afección a la salud de las personas, con la sustitución de materiales de construcción convencionales. Estudiando posibles materiales alternativos, con prestaciones similares, capaces de contribuir a la mejora de la calidad del aire en los entornos habitables.

Tras el reconocimiento de sustancias perjudiciales en el **cuarto capítulo** se lleva a cabo un proceso práctico de una construcción en Santiago del Teide, Tenerife, en el que se aplica el análisis teórico y normativo de la primera parte. Mediante el previo análisis, se elabora una metodología que permite obtener diferentes soluciones constructivas aplicadas a un pabellón, resuelto con materiales respetuosos con la salud de las personas y el medio ambiente.

Este trabajo termina con un **último capítulo**, donde se aportan conclusiones generales acerca de los resultados obtenidos tras la investigación.

La investigación llevada a cabo para la redacción de "*Calidad del aire en espacios interiores*" se ha apoyado en bases científicas basadas en la calidad de los espacios. Además, se ha recurrido a diversas fuentes, con referentes como la doctora en biología Elisabet Silvestre, quien centró su labor profesional en el campo de la genética humana, especialista en Biohabitabilidad, también docente, divulgadora en salud ambiental y autora de diferentes libros como Casa saludable, Vivir sin tóxicos, Tu casa sin tóxicos o el Cuaderno de Biohabitabilidad. La alemana Anna Heringer profesora en Harvard, en la ETH de Zúrich y en la Politécnica de Madrid. Quien ha recibido múltiples premios como el Obel Award 2020, el premio mundial de arquitectura sostenible, al AR Emerging Architecture Awards en 2006 y 2008. Referente por trasladar la sensibilidad de construir con materiales sin tóxicos, luchando de esa forma por reducir el impacto en la salud y bienestar de las personas.

También lo ha sido Annie Leonard experta en materia de responsabilidad social, desarrollo sostenible y salud ambiental, quien reflexiona acerca del impacto medioambiental del modelo de producción y los costes ocultos que se están generando desde hace unos años a causa de la adicción al consumo. Hace ver en su libro "La historia de las cosas" la importancia que tiene conocer su historia, es decir, de dónde viene, cómo se ha producido, cuál va a ser su destino final, qué impacto tiene para el planeta y para la población y qué supondría tenerlo en los hogares. Siendo este último factor sobre el que se articulará esta investigación.

# Capítulo 1. TOXICIDAD DE LOS ESPACIOS HABITABLES

Existen una serie de hechos implicados en la CAI, procedentes tanto de fuentes internas como externas al edificio. Pueden ser contaminantes de origen **biológico**: transmitiéndose mayoritariamente a través del aire, en forma de aerosoles; **físico**: son las condiciones termo higrométricas, la iluminación del local, el ruido y las vibraciones; **químico**: es la materia inerte (gases, partículas, vapores o aerosoles) derivada de la combustión, materiales de construcción, decoración y productos de limpieza (*Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*). Los agentes químicos son los que detallarán en los siguientes apartados.

## 1.1 Definición y contexto

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) define la **contaminación atmosférica** como la presencia en el aire de pequeñas partículas o gases y que alteran las propiedades físicas y químicas del ambiente, poniendo en riesgo la salud de los seres vivos expuestos. Así mismo, se entiende por **contaminante atmosférico** como cualquier sustancia introducida directa o indirectamente por el hombre en el ambiente y que pueda tener efectos nocivos sobre la salud humana o el medio ambiente en su conjunto (*Real Decreto 1073/2022. Evaluación y gestión del aire ambiente*).

Respirar un aire limpio se considera un requisito básico de salud para las personas, sin embargo, el desarrollo industrial alcanzado por la sociedad moderna lleva asociado el proceso de contaminación atmosférica. Como consecuencia de la **contaminación química** ocasionada por la **presencia en el aire de gases y partículas**, además de otros tipos de contaminantes, se conoce que distintos fenómenos atmosféricos como el deshielo de glaciares, huracanes, inundaciones, incendios, cambios en el uso del suelo u otros fenómenos extremos, pueden aumentar la movilización de esas partículas contaminantes, además de elevar su presencia. Todos estos factores provocan impactos negativos sobre la salud de los usuarios, los recursos, los ecosistemas, la biodiversidad, el clima, etc. Para hacer frente a esta situación se deben llevar a cabo medidas de prevención, corrección y disminución de la contaminación atmosférica.

Bien es cierto que la composición química del aire se mantiene aproximadamente constante debido a los procesos biogeoquímicos<sup>14</sup> y a las transformaciones cíclicas en los que se integran sus componentes (carbono, nitrógeno, oxígeno y azufre). Estos ciclos se autorregulan mediante diferentes mecanismos, pero la actividad humana es la que los acelera, rompiendo su equilibrio, movilizando las reservas y ocasionando la presencia en la atmósfera de los contaminantes del aire.

Según sea el origen de los **contaminantes químicos** (*Diagrama 1*) se pueden clasificar en:

- **Contaminantes primarios (CP)**: son sustancias de naturaleza y composición variada, emitidas directamente a la atmósfera, se incluyen: las partículas en suspensión, óxido de azufre (SO), monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno (NO), metales pesados, **compuestos orgánicos (COV y COP)**, etc.
- **Contaminantes secundarios (CS)**: se producen tras la transformación de los contaminantes primarios mediante reacciones químicas que tienen lugar en la

---

<sup>14</sup> Se entiende por proceso biogeoquímico a los circuitos de intercambio de elementos químicos entre los seres vivos y el ambiente que los rodea, mediante una serie de procesos de transporte, producción y descomposición.

atmósfera, formando otros contaminantes nuevos. Se trata del smog<sup>15</sup> ácido y del smog fotoquímico.

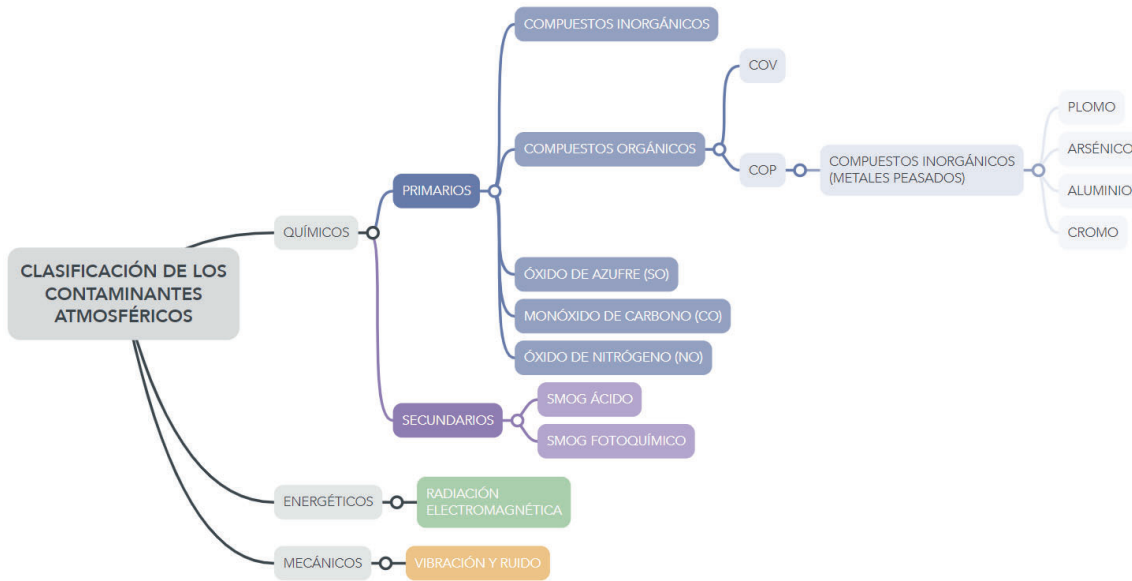
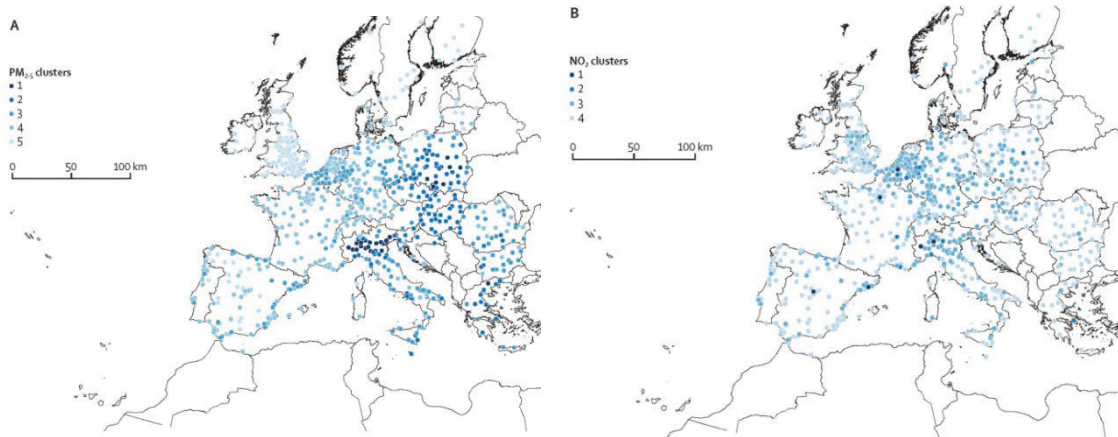


Diagrama 1. Clasificación de los contaminantes atmosféricos. Fuente: elaboración propia.

El **proyecto Ranking ISGI Global**, compuesto por un equipo de investigadores del Instituto de Salud Global de Barcelona, afirma que la contaminación del aire es uno de los principales factores de riesgo de enfermedades y muerte en todo el mundo. Tiene como objetivo estimar el impacto en la salud a causa de la planificación urbana y del transporte en algunas ciudades europeas. Se estimó la **mortalidad anual por contaminación del aire en mil ciudades europeas**, en enero de 2021 se publicó un ranking utilizando las recomendaciones actualizadas sobre la calidad del aire según la OMS. Los datos recogidos se dividieron en dos grupos, por un lado, las ciudades que con una mayor carga de **mortalidad atribuible a la contaminación por partículas finas (PM<sub>2.5</sub>)**. Siendo las ciudades Brescia (Italia), Bérgamo (Italia) y Karviná (República Checa) las más afectadas. Y por otro lado, las referidas a la carga de **mortalidad asociada al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**, Madrid (área metropolitana), Amberes (Bélgica) y Turín (Italia) (Infografía 2).

<sup>15</sup> Se emplea para hablar de una niebla contaminante que se produce en las grandes ciudades durante los largos períodos de altas presiones (anticiclones) que impiden que los contaminantes se disipen.





Infografía 2. Categorización de ciudades frente a la exposición de partículas de PM<sub>2.5</sub> (A) y NO<sub>2</sub> (B). Fuente: *The Lancet Planetary Health* 2021.

Los niveles de contaminación en las grandes ciudades, además de tener sus repercusiones en el medio ambiente con problemas como la deforestación, la contaminación del agua, la lluvia ácida o animales en peligro de extinción, también suponen un impacto negativo para la salud de las personas. Pero ¿qué sucede con la calidad del aire en los interiores de los edificios? al igual que el aire exterior, el **aire del interior** contiene una diversa mezcla de contaminantes, pudiendo estar hasta **cinco veces más contaminado que el aire exterior**. Un estudio realizado por la EPA (Environmental Protection Agency) estimó que las personas sufren el 72% de la exposición a químicos cuando están en interiores, por lo que pasar muchas horas en ambientes cargados y poco ventilados no es saludable, aumentando el riesgo de desarrollar enfermedades respiratorias y pulmonares. Como indican los expertos, la contaminación atmosférica es consecuencia directa de las emisiones de sustancias tóxicas de diversas fuentes, por ende, se estudiarán las sustancias nocivas y las consecuencias que suponen para los organismos.

Como ya se ha comentado, los contaminantes químicos tienen posibles efectos nocivos sobre la salud en el marco de la acción tóxica. En el NTP 108 (*Criterios toxicológicos generales para los contaminantes químicos*) se define “**acción tóxica**” a la **capacidad** relativa de un compuesto **para ocasionar daños**, significa que la exposición a los contaminantes supone un riesgo, el cual se refiere a la “**toxicidad**” refiriéndose a la probabilidad de que se produzcan efectos adversos, bajo unas circunstancias concretas de exposición, tras la interacción de la sustancia con el cuerpo. Este factor es el que determinará el riesgo de cada sustancia, también pudiendo responder a otros factores, como la intensidad y la duración de la exposición, la volatilidad del compuesto y el tamaño de las partículas.

La “salud” se puede considerar como la ausencia de enfermedades, e igual que hay personas que se enferman, también puede suceder con los edificios, esto se da cuando las condiciones repercuten negativamente en la salud de sus ocupantes. Son muchos los factores que pueden influir cuyo origen está en el edificio. Pero si se tiene en cuenta la salud y confort de los usuarios, disponiendo de una buena calidad ambiental, con unos niveles óptimos de temperatura, luminosidad, acústica y calidad del aire interior, se podrá considerar que el edificio es “sostenible”.

**Esta investigación se refiere a los ambientes no industriales (viviendas, oficinas, colegios, etc.), es decir, espacios en los que no se realizan actividades donde las fuentes y contaminantes tendrían una procedencia relacionada con dicha actividad.**

Respirar un aire sano contribuye a una buena salud, por ello es importante conocer el ambiente en el que se vive hoy en día, en este sentido suelen estar formados por sustancias nocivas procedentes de la contaminación atmosférica. Por lo general la contaminación del aire en ambientes interiores suele ser dada por la emisión de sustancias tóxicas, altamente sensibilizantes, derivadas de **compuestos inorgánicos** (metales pesados), y/o **compuestos orgánicos** (partículas sólidas y líquidas) de origen distinto, emitidas por acciones y materiales de construcción. Como es el caso de los **acabados interiores**, con los que se tiene contacto directo, como por ejemplo: pinturas, barnices, adhesivos, revestimientos, textiles, etc. Actividades de **limpieza y mantenimiento**, humos generados por fuentes de **combustión**, contaminantes generados por los **ocupantes**, etc.

## 1.2 Materiales y su toxicidad

El estilo de vida ha cambiado respecto años atrás y la industria de los materiales ha evolucionado, la producción de nuevos productos químicos ha traído consigo materiales con mejores propiedades. Sin embargo, muchos de ellos peligrosos, por estar compuestos por sustancias potencialmente perjudiciales.

Afortunadamente la Unión Europea ha puesto en marcha el sistema REACH<sup>16</sup>, obligando a las empresas que fabrican e importan sustancias y preparados químicos, recopilar, valorar riesgos y adoptar las medidas necesarias. A falta de evaluar miles de sustancias, ya se están utilizando y están siendo consumidas por la población, muchas de ellas en el sector de la construcción, y por ende su presencia en espacios habitables.

En el artículo publicado en 2020 por Autopromotores (“Toxicidad de los materiales de construcción”) se expone un listado de sustancias que suponen un perjuicio para la salud de las personas. Algunas de ellas son:

- **Policarbonato:** utilizado para tuberías de suministro de agua, contiene Bisfenol A (BPA).
- **Resina epoxi:** utilizada a modo de pavimento, contiene Bisfenol A (BPA).
- **PVC (policloruro de vinilo):** utilizado para tuberías de suministro y evacuación de agua, ventanas, contiene Ftalatos.
- **Lana de roca:** utilizado como aislante, contiene formaldehído (HCHO) e incluso pueden liberar fibras que pueden ser respiradas.
- **Poliestireno expandido (porexpan):** utilizado como aislante, contiene formaldehído (HCHO).
- **Espuma de poliuretano:** utilizado como aislante, presenta retardantes de llama disocianato de tolueno y halogenados.
- **Madera conglomerada o aglomerado de madera:** utilizado como revestimiento, contiene formaldehído (HCHO).
- **Barniz de urea-formol:** utilizado como protector para madera, contiene formaldehído (HCHO)”.

---

<sup>16</sup> REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals) es un Reglamento de la Unión Europea Reglamento (CE) nº 1907/2006, adoptado con el fin de mejorar la protección de la salud humana y el medio ambiente contra los riesgos que pueden presentar los productos químicos.

La peligrosidad de emplear algunos materiales viene dada por las **propiedades volátiles** que presentan algunas de sus **materias primas**. Son capaces de transferir al ambiente sustancias tóxicas y que posteriormente serán inhaladas por las personas.

A continuación, se van a tratar una serie de sustancias compuestas de carbono, con una alta capacidad de volatilidad, son los llamados **Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)** y otros compuestos químicos que resisten la degradación y pueden ser bioacumulativos, llamados **Contaminantes orgánicos persistentes (COP)**, como serían los metales pesados. A causa de su riesgo ya han sido regulados por el Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, *sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades*.

### 1.2.1 Compuestos orgánicos volátiles (COV)

Los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) son sustancias que se evaporan, o **volatilizan en condiciones normales de presión y temperatura** (20°C), por su composición en carbono y otros elementos químicos como el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, cloro, azufre, etc. y que a temperatura ambiente son gaseosos. Estos compuestos volátiles, que se encuentran en suspensión en el aire que se respira, pueden deberse a causas naturales, como por el metabolismo<sup>17</sup> de las personas, o ser artificiales y ser liberados como producto de la combustión o encontrarse en los materiales de construcción, mobiliario, decoración, productos de limpieza y conservación. Siendo este último grupo la causa de las principales emisiones de COV, que contaminan el aire interior.

El campo de sustancias consideradas COV es muy amplio, abarca disolventes como los formaldehidos, los hidrocarburos (metano, etano, etc.), los hidrocarburos aromáticos (benceno, xileno, tolueno, etc.) entre otros. El ANEXO XI del Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, recomienda la medición de las siguientes sustancias, consideradas COV, por su contribución a la contaminación atmosférica: *formaldehído, hidrocarburos totales no metálicos, buteno, isopreno, benceno, etilbenceno, etano, trans-2-buteno, n-hexano, m+p-xileno, etileno, cis-2-buteno, i-hexano, o-xileno, acetileno, 1,3-butadieno, n-heptano, 1,2,4-trimetilbenceno, 1,3,5-trimetilbenceno, propano, n-pentano, n-octano, 1,2,3-trimetilbenceno, tolueno, propeno, i-pentano, i-octano, i-butano, n-butano, 1-penteno, 2-penteno, etc.* Cada uno de estos compuestos tiene diferentes grados de toxicidad por ello, esta investigación se centrará en analizar aquellos que son considerados altamente nocivos para la salud y el medio ambiente<sup>18</sup>.

Una de las fuentes más común de contaminación del aire interior, son los materiales de construcción, en el mobiliario e incluso en la decoración (placas de yeso, paneles de techo, elementos de madera prensada, juntas de goma, impermeabilizantes, paneles de melanina, pinturas, adhesivos, papeles pintados, colas para empapelar, moquetas, suelos de madera,

<sup>17</sup> El metabolismo de la especie animal, incluidos los humanos, con sus emisiones corporales constituye una fuente de VOC que gradualmente va contaminando el aire interior de las estancias. Afortunadamente estos VOC no son nocivos para la salud.

<sup>18</sup> Los COV son uno de los principales causantes del cambio climático, incrementan la concentración de ozono troposférico mientras que contribuyen a la destrucción de su capa estratosférica. También se le atribuye la neblina de contaminación conocida como smog.

tapicerías, cortinajes, etc.) pudiendo llegar a alcanzar unas **concentraciones más elevadas a causa de una falta de ventilación** en los espacios.

El centro nacional de condiciones de trabajo (*NTP 521: Calidad de aire interior: Emisiones de materiales utilizados en la construcción, decoración y mantenimiento de edificios*) precisa que las **emisiones** de COV de los materiales **depende de sus características físicas** (Diagrama 2), agrupándolos de la siguiente manera:

- **Materiales húmedos** (pinturas, disolventes, barnices, adhesivos, masillas) cuyas emisiones se limitan, al tiempo necesario para su secado o curado, aunque a veces algunos pueden seguir emitiendo a bajos niveles durante meses o años.
- **Materiales secos** (maderas, textiles, recubrimientos para suelos y paredes...) cuya instalación no implica una transformación o cambio esencial de sus propiedades, suelen tener su pico de máxima emisión cuando se sacan de sus envoltorios. Sin embargo, no siempre es así, por ejemplo, en el caso de las maderas en los que se han usado resinas de formaldehído, pueden seguir emitiendo COV durante años y en otros casos como las moquetas cuya base es látex pueden tener inicialmente emisiones importantes que cesarán pasados unos meses.
- **Materiales captadores** (productos de madera, de papel, de textiles...) capaces de retener, en su superficie vapores y partículas presentes en el aire en unas condiciones y de remitirlos al variar éstas. Es la principal causa de la persistencia de olores como el tabaco o comida después de que haya tenido lugar la exposición. Cuando aumenta la temperatura y/o la ventilación tras haberse disminuido la adsorción<sup>19</sup> puede llegar a ser significativa.
- **Productos de mantenimiento** (sustancias para la limpieza y conservación) del mismo modo que los anteriores, también afectan a la CAI.

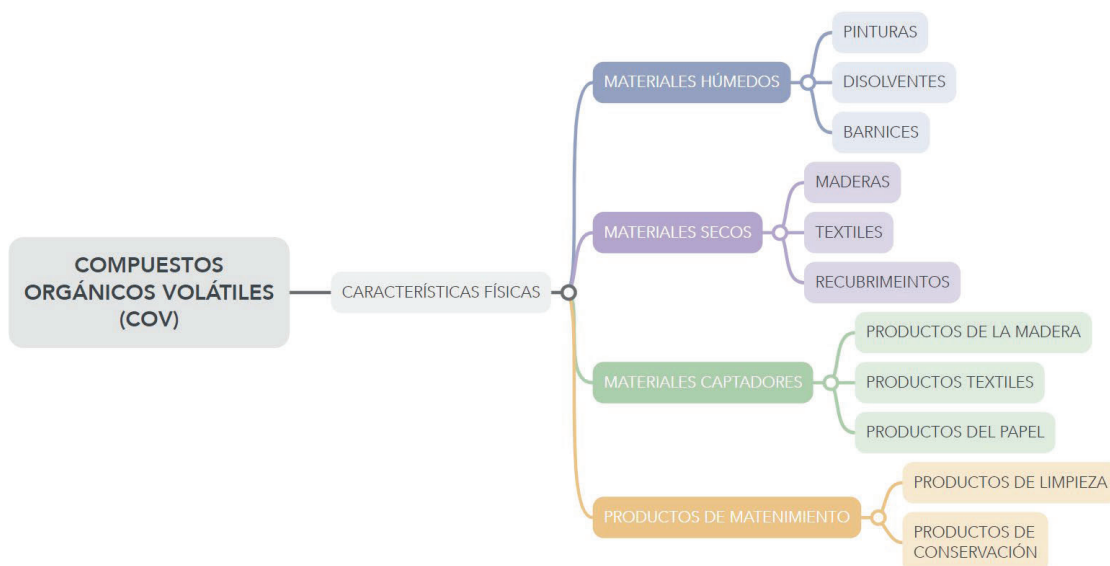


Diagrama 2. Clasificación de los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV). Elaboración propia

En las construcciones, por una cuestión económica, es común la utilización de **maderas** tratadas (tableros aglomerados o contrachapados) en vez de maderas naturales, en la fabricación de mobiliario como mesas, estanterías, armarios, particiones, sillas, etc. Estas

<sup>19</sup> Adsorber (tr). Dicho de un cuerpo: atraer y retener en su superficie moléculas o iones de otro cuerpo (RAE 2022).

maderas prensadas en ocasionan son irritantes para los usuarios, a causa de las resinas, adhesivos y colas empleadas. En su fabricación se emplean materiales que son potencialmente emisores de COV, nocivos para la salud, pero el más significativo es el formaldehído<sup>20</sup>, utilizado directamente o en disoluciones como en pinturas, tintes, barnices y resinas (Diagrama 3 y 4).

Existen otros materiales que también contribuyen a la presencia de COV en ambientes interiores, como los **textiles** utilizados en el tapizado de muebles, en cortinajes y/o moquetas. Son productos que a menudo están tratados químicamente, tanto los de fibras naturales como las sintéticas, con el objetivo de proporcionar unas determinadas características y propiedades (consistencia, arrugas, color, resistencia al fuego, repelencia al agua, etc.) (Diagrama 3).

Los **recubrimientos** de placas de yeso, los papeles pintados y los vinilos y linóleos, son potenciales emisores de COV en los periodos próximos a su instalación, con una composición a base de hidrocarburos, benceno<sup>21</sup> y resinas que contienen formaldehído. En los acabados de yeso de las paredes es común aplicarles otros materiales decorativos, como paneles de madera, materiales plásticos que pueden contener resinas de poliestireno y urea-formaldehído<sup>22</sup>, o baldosas vinílicas. Otros materiales que también pueden contribuir con el paso al aire de COV son los papeles pintados procedentes de las tintas, los disolventes de impresión, las resinas, las colas, etc. Y las baldosas o placas vinílicas empleadas para suelos suelen estar fabricadas a partir de cloruro de polivinilo (derivado del plástico).

Cada uno de los materiales mencionados, tiene la capacidad de liberar al ambiente interior diferentes sustancias perjudiciales para los usuarios (Diagrama 3 y 4).

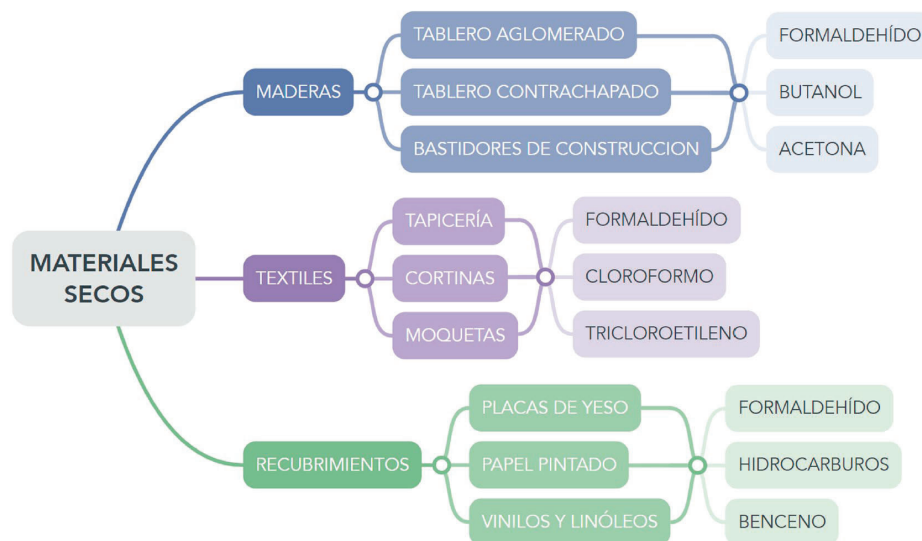


Diagrama 3. Compuestos químicos de materiales secos empleados en la construcción (COV). Elaboración propia

<sup>20</sup> El formaldehído se emplea extensamente en la fabricación de plásticos, especialmente en resinas. Una inadecuada formulación, un mal curado, así como la degradación del paso del tiempo, son las causas de su liberación al ambiente. Es una sustancia cancerígena.

<sup>21</sup> El benceno es un contaminante atmosférico potencialmente cancerígeno. Su inhalación durante un tiempo prolongado puede ocasionar graves efectos sobre la salud afectando directamente al sistema nervioso central y producción de células sanguíneas.

<sup>22</sup> Es un tipo de resina o adhesivo cuya principal propiedad es su endurecimiento, aunque se le aplique calor. Empleada en adhesivos, acabados, tableros de densidad media y objetos moldeados.

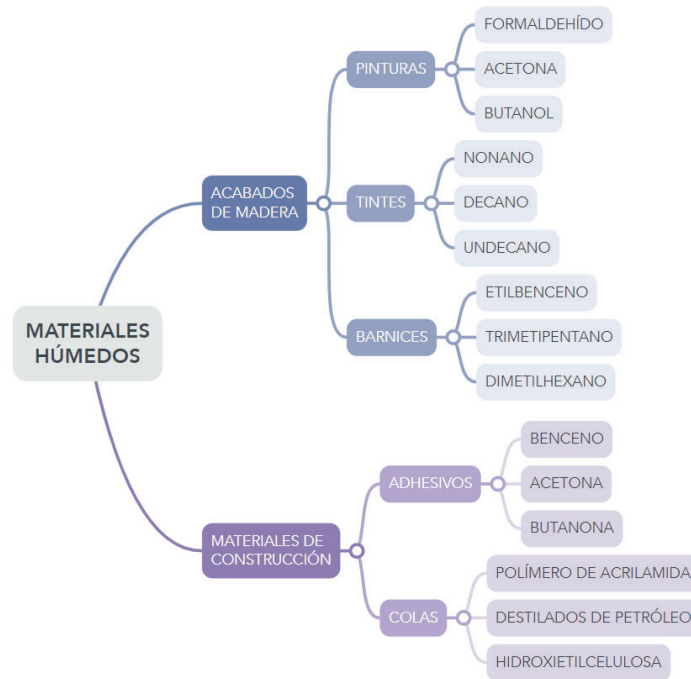


Diagrama 4. Compuestos químicos de materiales húmedos empleados en la construcción (COV). Elaboración propia

El compuesto que más destaca entre los materiales de construcción es el **formaldehído**, presumiblemente cancerígeno para las personas, su presencia en aire es una de las causas más habituales de una mala calidad del aire interior, sin olvidar sus potenciales efectos nocivos a largo plazo sobre la salud de las personas expuestas, aún a bajas concentraciones (NTP 466: *Calidad del aire: determinación ambiental de formaldehído y medición de su contenido en tableros*). Su presencia en el ambiente interior se debe en gran medida a la descomposición de las resinas empleadas para el apelmazamiento del polvo de madera, en el caso de los tableros aglomerados.

Por ser los tableros de partículas uno de los materiales donde el formaldehído tiene mayor presencia, con el fin de mantener un control, la norma UNE 56-724-86, los ha clasificado en cuatro categorías según su contenido en formaldehído (Tabla 1), según la norma UNE 56-723 aplicada a los 7 días de su fabricación. De manera general, y para mantener una adecuada calidad del aire interior y reducir al mínimo la probabilidad de aparición de efectos graves e irreversibles a largo plazo, en ambientes interiores se recomienda el uso de tableros de clase P1, por ser los que contienen adhesivos sin formaldehído, así lo indica la NTP 466.

Clases	Valor en mg de HCHO/100 g de tablero absolutamente seco
P1	≤10
P2	≤30
P3	≤45
P4*	≤100

\*P4 es la que más mayor concentración de formaldehído presenta.

Tabla 1. Criterios de elaboración de los tableros, según normas UNE 56.724.86. Fuente: NTP 466-Calidad del aire: *determinación ambiental de formaldehído y medición de su contenido en tableros*.

### 1.2.2 Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) son compuestos químicos, la mayoría sintéticos, que suponen una amenaza para la salud. En el ámbito internacional se han establecido un conjunto de características por las que una sustancia se reconoce como COP (*"Introducción al conocimiento y prevención de los Contaminantes Orgánicos Persistentes"* publicado por el Gobierno de España (2017)): disponer una alta capacidad de **resistencia a la degradación** biológica, fotolítica y química, haciéndolas muy **persistentes** en el medio ambiente y/o en el interior de los organismos sin metabolizarse o descomponerse, durante periodos largos de tiempo, pudiendo también transmitirse a la descendencia.

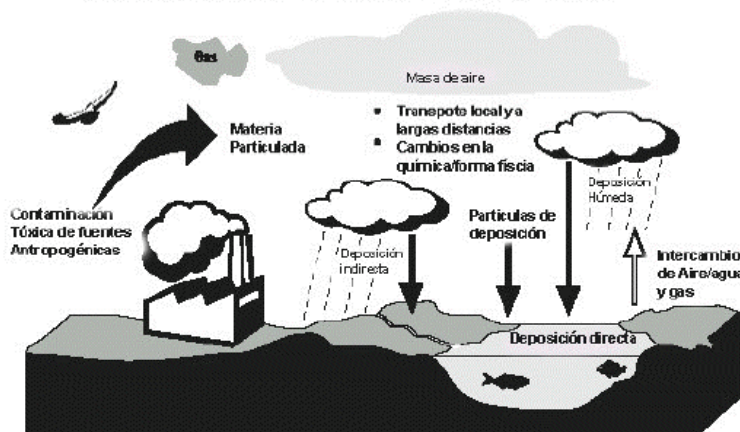
Y acumulación de las sustancias químicas en los tejidos adiposos de los organismos, lo que las convierte en **bioacumulables** (*Infografía 3*), esto quiere decir que la concentración en los organismos se va acumulando según se asciende en la cadena alimentaria.



Infografía 3. Efecto de los Bifenilos Policlorados (PCB, tipo de COP) en el medio ambiente. Fuente: Grupo Español de Carcinomatosis Peritoneal (GECOP)

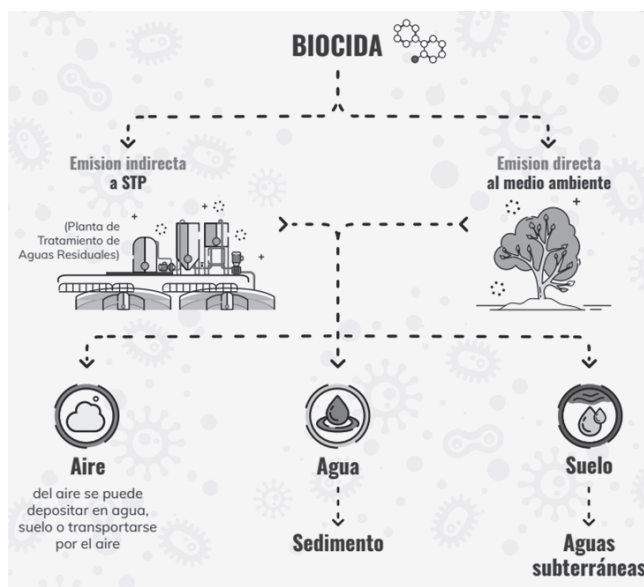
Como ya se estudió con los COV, las sustancias **tóxicas** repercuten negativamente sobre la salud y/o el medio ambiente. Tras varios estudios, se ha podido asociar la persistencia de COP con daños en el sistema nervioso central, endocrino o reproductivo, así como malformaciones fetales, trastornos del comportamiento, diabetes, reducción del período de lactancia y carcinogénesis. Además, su carácter semivolátil, permite su **propagación** fácilmente a largas distancias a través del aire, el agua o acumularse en el organismo de algunas especies migratorias antes de depositarse nuevamente (*Infografía 4*).

Los COPs pueden ser liberados al medio ambiente, transportados y redepositados en el agua y la tierra, lejos de sus fuentes.



Infografía 4. Flujo de los COPs. Fuente: Scientific Electronic Library Online.

Los COP han resultado ser muy eficientes en determinados usos y de ahí su producción y utilización en diversas aplicaciones. Por un lado, se encuentran los utilizados de manera **intencional** como en productos de uso fitosanitario y/o biocida, son sustancias o mezclas químicas compuestas por sustancias activas cuyo objetivo es combatir las plagas, comúnmente denominados plaguicidas o pesticidas. Los **fitosanitarios** suelen ser utilizados para proteger los vegetales de organismos nocivos y así obtener mayor productividad agrícola y asegurar la salubridad en los alimentos producidos. Los **biocidas** tienen como objetivo ejercer un control sobre cualquier organismo nocivo por medios químicos o biológicos, utilizados principalmente en desinfectantes, conservantes, insecticidas, repelentes, protectores para la madera, etc. (Infografía 5). En **productos de uso industrial** también pueden encontrarse sustancias COP, debido a las eficaces propiedades aislantes de los Bifenilos Policlorados (PCB) y los hidrocarburos clorados. Y por su resistencia al fuego, como los compuestos bromados (PBDE), utilizados generalmente en forma de fluidos refrigerantes o retardantes de llama en tapicerías y/o aparatos electrónicos.



Infografía 5. Riesgo de los biocidas para el medio ambiente y la salud. Fuente: Gobierno de España. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico.



Por otro lado, los COP generados y emitidos de forma **no intencional**, principalmente tiene lugar su emisión en el transcurso de procesos térmicos. Los más conocidos son las dioxinas, los furanos y los bifenilos policlorados (PCBs) <sup>23</sup> (Diagrama 5).

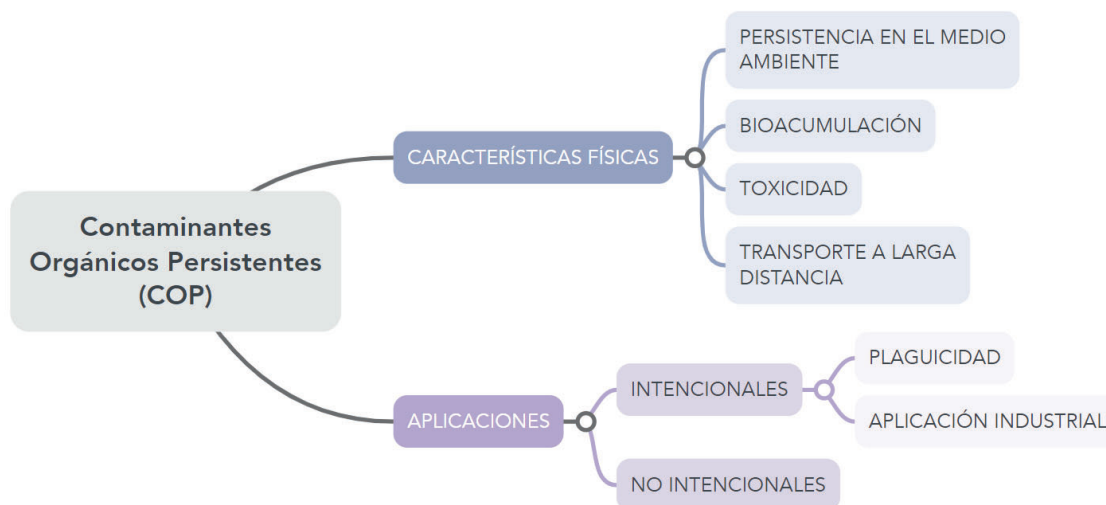


Diagrama 5. Clasificación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). Elaboración propia

Los COP generan efectos que pueden desencadenarse a bajas concentraciones y presentarse tras varios años de la exposición, hasta en generaciones siguientes. Esto hace que su diagnóstico sea difícil de realizar, dificultando la evaluación de los potenciales problemas medioambientales, aunque en los últimos años numerosos estudios científicos han atribuido la relación causa-efecto a sustancias COP específicas. Según su uso, el reglamento (CE) n° 850/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, considera las siguientes sustancias (Tabla 2):

- **Fitosanitario y/o biocida:** Aldrina, Clordano, Diclorodifeniltricloroetano (DDT), Endosulfán, Endrina, Hexaclorociclohexanos (HCH), Hexaclorobenceno (HCB), Heptacloro, Toxafeno, etc.
- **Industrial:** Bifenilos policlorados (PCB), Hexabromobifenilo (HBB), Ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS), Hexaclorobutadieno (HCBD), Naftalenos policlorados (PCN), etc.
- Emitidos de forma **no intencional:** Dioxinas (PCDD), Furanos (PCDF), Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), Pentaclorobenceno (PeCB), etc.

La presencia de estos contaminantes es contraproducente, ya que son interesantes para determinados usos como la agricultura, la construcción, el ámbito doméstico y el industrial, pero su liberación también supone un riesgo para los seres vivos y el medio ambiente. A pesar de estar declaradas como muy peligrosas, todavía se siguen emitiendo en España, como se puede observar en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes.

<sup>23</sup> “Las dioxinas, los furanos y los bifenilos policlorados (PCBs) son compuestos tóxicos que se encuentran en el medio ambiente y se acumulan principalmente en los alimentos de origen animal, transmitiéndose al ser humano a través del consumo de dichos alimentos con altas concentraciones de estos contaminantes” Así lo define la Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria (ELIKA).

SUSTANCIA	Nº CAS*	ORIGEN Y USO
Aldrina	309-00-2	fitosanitario y/o biocida
Clordano	57-74-9	
Diclorodifeniltricloroetano (DDT)	50-29-3	
Toxafeno	8001-35-2	
Endrina	72-20-8	
Heptacloro	76-44-8	
Hexaclorobenceno (HCB)	118-74-1	
Hexaclorociclohexanos (HCH)	608-73-1	
Endosulfán	115-29-7	
Bifenilos policlorados (PCB)	1336-36-3	Industrial
		No industrial
Hexabromobifenilo (HBB)	36355-01-8	Industrial
Ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS)	1763-23-1	Industrial
Hexaclorobutadieno (HCBd)	87-68-3	Fitosanitario y/o biocida
		Industrial
		No industrial
Naftalenos policlorados (PCN)	-	Industrial
Dioxinas (PCDD)	-	No intencional
Furanos (PCDF)	-	No intencional
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	-	No intencional
Pentaclorobenceno (PeCB)	608-93-5	Fitosanitario y/o biocida
		Industrial
		No intencional

\*Nº CAS. Código internacional de identificación de sustancias. Ciertos COP pueden agruparse en una familia de compuestos químicos similares con diversos Nº CAS además del expresado en la tabla.

Tabla 2. Origen y uso de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). Fuente: Documento: "Introducción al conocimiento y prevención de los Contaminantes Orgánicos Persistentes" del Gobierno de España. Elaboración propia.

Las sustancias COP que son de interés en esta investigación, por tener mayor presencia en el sector de la construcción, son las de **uso industrial** como:

- Los **bifenilos policlorados (PCB)** utilizado en aislantes, refrigeradores, pinturas plásticas, etc. por su resistencia al fuego, baja conductividad eléctrica y baja volatilidad a temperaturas normales. A su vez estas cualidades los convierten en un compuesto peligroso para el medio ambiente, principalmente por su acumulación progresiva en organismos vivos.
- El **hexabromobifenilo (HBB)** es un compuesto químico estable y de gran persistencia en el medio ambiente y con un alto potencial de bioacumulación. Su uso en Europa cesó hace tiempo, sin embargo, aún se podría encontrar en productos que aún no han llegado al final de su vida útil, como es el caso de los termoplásticos utilizados en la construcción, carcasas de maquinaria, productos industriales y aparatos eléctricos, así como en espumas de poliuretano para tapicerías. Cabe la posibilidad de que el HBB tenga carácter carcinógeno y además puede ser una sustancia capaz de perturbar el sistema endocrino.
- El **ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS)** presenta una pésima capacidad de descomposición haciendo que se pueda encontrar en el aire, la tierra y el agua, como resultado de su producción y uso. Principalmente ha tenido su aplicación en espumas contra incendio, protección de productos como alfombras y textiles, revestimientos y aditivos para revestimientos, también se ha utilizado, aunque en menor medida, como

capa protectora de materiales de empaquetado de papel y cartón, así como en ciertos productos de limpieza.

#### 1.2.2.1 Metales pesados

Los metales pesados son elementos metálicos presentes en la atmósfera con masas atómicas elevadas. El **plomo (Pb)**, el **arsénico (As)**, el **aluminio (Al)** y el **chromo (Cr)** son algunos de los metales pesados contaminantes, capaces de volatilizarse, y que en diferentes concentraciones suponen serios problemas para el medio ambiente y la salud de las personas. Se incluyen dentro de los COP porque una vez incorporados al organismo, no sufren procesos de metabolización ni desintegración y tienden a almacenarse en el organismo hasta su excreción.

El plomo (Pb) y el arsénico (As) tienen gran capacidad para incorporarse en el ser humano, por exposición laboral, exposición ambiental y alimentación, principalmente. El **plomo (Pb)** es uno de los más dañinos, hasta hace relativamente pocos años ha sido uno de los metales más utilizados en la fabricación de pigmentos, tuberías y conductos. Y aún hoy se sigue encontrando en materiales, como algunas pinturas, revestimientos, morteros de plomo, etc. La toxicocinética<sup>24</sup> de este material comprende su absorción entre un 35-50% por vía inhalatoria, distribución a través de la sangre y almacenamiento en los huesos.

El **arsénico (As)** es una de las 10 sustancias químicas que la OMS considera más preocupantes para la salud pública, su toxicidad depende de la forma química en la que se encuentre, siendo la inorgánica<sup>25</sup> la más tóxica. Desde el S.XIX era común su uso en pigmentos, pesticidas y papeles pintados, aunque su uso ha sido regulado, aún se sigue usando para preservar algunas maderas, como pigmentos, decolorante en la fabricación de vidrio, etc. Las especies solubles de arsénico inorgánico son absorbidas rápidamente en proporciones del 95% y se distribuye por el organismo acumulándose en órganos como el hígado, riñón y pulmón.

El **aluminio (Al)** es un metal de baja densidad, buen conductor del calor y la electricidad, su afinidad por el oxígeno hace que se recubra de óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ) impidiendo el ataque progresivo por el oxígeno. Se trata de un metal neurotóxico, su toxicidad depende de la solubilidad del compuesto de aluminio y de la ruta de exposición. Su uso es frecuente en aleaciones, para el pulido de metales, en el encolado de papeles, cerámicas, etc.

El **chromo (Cr)** es un metal usado frecuentemente en aleaciones, tratamiento de maderas y pinturas. Tras su inhalación, se une al grupo de sustancias que se transfiere a la sangre y circula por el torrente sanguíneo, pudiéndose acumular en el cerebro, hígado, riñones, dientes y huesos. Según la OMS, “no existe un nivel de exposición al plomo que pueda considerarse seguro”.

---

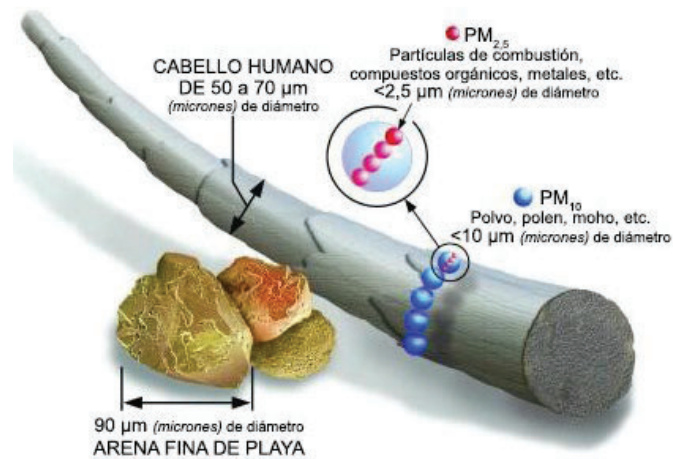
<sup>24</sup> La toxicocinética es el estudio de los procesos mediante los cuales se tratan las sustancias potencialmente tóxicas en el organismo. Implica comprender cómo funciona la absorción, la distribución, el metabolismo y la excreción de dichas sustancias.

<sup>25</sup> Se denomina sustancia inorgánica a toda sustancia que carece de enlaces entre átomos de Carbono y átomos de Hidrógeno.

### 1.3 Niveles admisibles de exposición

Existe una estrecha correlación entre la exposición a altas concentraciones de partículas, sólidas o líquidas, en suspensión ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y el aumento de la mortalidad a largo plazo, además de contribuir al riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y respiratorias, como cáncer de pulmón (artículo de la OMS: *Calidad del aire ambiente (exterior) y salud*, publicado el 22 de septiembre de 2021).

La materia particulada (PM), de sustancias contaminantes, con un diámetro de entre 10 y 2,5 micrones o menos ( $\leq\text{PM}_{10}$  y  $\leq\text{PM}_{2.5}$ ) (Infografía 6) pueden penetrar y alojarse profundamente en los pulmones, siendo las de menor tamaño las más dañinas ya que podrían atravesar la barrera pulmonar y entrar en el sistema sanguíneo. Las directrices de 2005 de la OMS establecen lograr las concentraciones más bajas posibles de materia particulada con una reducción gradual, desde concentraciones altas a otras más bajas, puesto que la exposición en concentraciones muy bajas también conlleva efectos sobre la salud. Por consiguiente, la OMS ha establecido unos valores límite de PM (ver tabla 3, 4 y 5), para alcanzar una reducción en los riesgos de padecer enfermedades agudas y crónicas derivadas de la contaminación del aire.



Infografía 6. Comparación de tamaño de las partículas de PM. Fuente: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA)

VALORES LÍMITE DE LAS PARTÍCULAS PM <sub>10</sub> EN CONDICIONES AMBIENTALES PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD				
	PERÍODO DE PROMEDIO	VALOR LÍMITE	MARGEN DE TOLERANCIA	FECHA DE CUMPLIMIENTO DEL VALOR LÍMITE
Valor límite diario	24 horas	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50% (1)	1 de enero de 2005 (2)
Valor límite anual	1 año civil	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20% (1)	1 de enero de 2005 (2)
(1) Aplicable solo mientras esté en vigor la exención de cumplimiento de los valores límite concedida de acuerdo con el artículo 23.				
(2) En las zonas en las que se haya concedido exención de cumplimiento, de acuerdo con el artículo 23, el 11 de junio de 2011.				

Tabla 3. Valores de límite de partículas PM<sub>10</sub> según el BOE sobre la calidad del aire. Fuente: Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

VALORES LÍMITE DE LAS PARTÍCULAS PM <sub>2,5</sub> EN CONDICIONES AMBIENTALES PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD				
	PERÍODO DE PROMEDIO	VALOR LÍMITE	MARGEN DE TOLERANCIA	FECHA DE CUMPLIMIENTO DEL VALOR LÍMITE
Valor límite anual (1)	1 año civil	25 µg/m <sup>3</sup>	-	1 de enero de 2010
Valor límite anual (1)	1 año civil	20 µg/m <sup>3</sup>	-	1 de enero de 2020
(1) Valor límite indicativo que deberá ratificarse como valor límite en 2013 a la luz de una mayor información acerca de los efectos sobre la salud y el medio ambiente, la viabilidad técnica y la experiencia obtenida con el valor objetivo en los Estados Miembros de la Unión Europea.				

Tabla 4. Valores de límite de partículas PM<sub>2,5</sub> según el BOE sobre la calidad del aire. Fuente: Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

UMBRALES SUPERIOR E INFERIOR DE EVALUACIÓN			
	MEDIA DIARIA PM <sub>10</sub>	MEDIA ANUAL PM <sub>10</sub>	MEDIA ANUAL PM <sub>2,5</sub> (1)
Umbral superior de evaluación de	70% del valor límite (35 µg/m <sup>3</sup> que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año civil)	70% del valor límite (28 µg/m <sup>3</sup> )	70% del valor límite (17 µg/m <sup>3</sup> ).
Umbral inferior de evaluación	50% del valor límite (25 µg/m <sup>3</sup> que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año civil)	50% del valor límite (20 µg/m <sup>3</sup> )	50% del valor límite (12 µg/m <sup>3</sup> ).
(1) El umbral superior de evaluación y el umbral inferior de evaluación para las PM <sub>2,5</sub> no se aplica a las mediciones para evaluar el cumplimiento del objetivo de reducción de la exposición a las PM <sub>2,5</sub> para la protección de la salud humana.			

Tabla 5. Umbral de partículas PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub> según el BOE sobre la calidad del aire. Fuente: Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire

Tras haber investigado, en apartados anteriores, los COV y los COP derivados de los materiales de construcción y de las actividades desarrolladas por los individuos en espacios interiores, se ha concluido una alta presencia de contaminantes en dichos ambientes y el aumento de algunas enfermedades. La incorporación de sustancias perjudiciales en el organismo del individuo se asocia al desarrollo de efectos biológicos adversos (a nivel celular en forma de algún cambio biológico), manifestándose una vez estos alcanzan un punto susceptible a su acción.

### 1.3.1 Evaluación de la exposición

Para poder evaluar el nivel de exposición a agentes químicos al que se enfrentan las personas de un recinto, ya sea en el hogar, en el trabajo o lugar de estudio, requiere de conocer previamente una serie de factores, como: el período de referencia, el nivel de exposición y los valores límite ambientales (VLA). El **período de tiempo de referencia**, establecido para el valor límite de un determinado agente químico son 8 horas (período de referencia de larga duración) o 15 min (corta duración). La **exposición** es la vía de entrada del tóxico al organismo, especialmente es a través de la vía respiratoria (exposición inhalatoria). Se cuantifica en términos de concentración de agente obtenida de las mediciones de exposición más el período de referencia usado para el **valor límite** aplicable.

Existen dos tipos de exposiciones a las que un trabajador podría estar expuesto, por un lado, la **Exposición Diaria (ED)**: correspondiente a la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida de forma ponderada con respecto al tiempo, para una jornada laboral estándar de 8 horas diarias; por otro lado, la **Exposición de Corta Duración (EC)**: correspondiente a la concentración media del agente químico en la zona de

respiración del trabajador, calculada para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral (Tabla 6).

Exposición Diaria (ED)	Exposición de Corta Duración (EC)
$ED = \frac{\sum ci \cdot ti}{8}$	$EC = \frac{\sum ci \cdot ti}{15}$
<p><i>Nota: la suma de los tiempos de exposición considerados será igual a la duración real de la jornada en cuestión, expresada en horas</i></p> <p>Siendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ci</b> la concentración</li> <li>- <b>ti</b> el tiempo de exposición, en horas asociado a cada valor ci</li> </ul>	<p><i>Nota: La suma de los tiempos de exposición que se han considerado en la fórmula anterior serán igual a 15 minutos.</i></p> <p>Siendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ci</b> la concentración dentro de cada periodo de 15 min</li> <li>- <b>ti</b> el tiempo de exposición, en minutos, asociado a cada valor ci</li> </ul>

Tabla 6. Cálculos de la exposición diaria (ED) y la exposición de corta duración (EC) frente a tóxicos. Fuente: Temario toxicología Universidad de La Laguna.

Los **Valores límite ambiental (VLA)** de exposición diaria (VLA-ED) o exposición corta (VLA-EC) son los valores de referencia para las concentraciones de agentes químicos en el aire, y las condiciones a las cuales se cree que las personas puedan estar expuestas (diariamente o en un corto periodo de tiempo) durante su estancia en un espacio cerrado sin efectos adversos. (Diagrama 6).



Diagrama 6. Clasificación en función de la exposición a químicos. Fuente: Temario toxicología Universidad de La Laguna.

### 1.3.2 Caso práctico

Para poner en valor lo investigado, se procede a evaluar la exposición diaria laboral debido a la inhalación de formaldehído (Tabla 7), siguiendo el procedimiento de cálculo presente en el INSST (2021) *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España, del Gobierno de España*. El objetivo final de esta evaluación es concluir acerca de la conformidad de la exposición al agente químico con el VLA, ya que esto determinará las decisiones sobre las acciones preventiva a desarrollar.

Para poder evaluar el nivel de exposición a ciertos agentes químicos existen múltiples factores que pueden intervenir en la exposición, como la diferencia en las tareas laborales, los hábitos higiénicos de cada individuo, factores personales (edad, peso, altura, estado fisiológico, etc.) y diferencias a nivel de absorción, distribución, metabolismo y excreción (toxicocinética). Sin embargo, para simplificar los cálculos se considerará que todos los individuos presentan las mismas características.

Nº CE	Nº CAS	AGENTE QUÍMICO	VALORES LÍMITE		NOTAS	INDICACIONES DE PELIGRO
			VLA-ED (ppm)	VLA-EC (ppm)		
200-001-8	50-00-0	Formaldehído (2018)	0,3	0,6	C1B <sup>(1)</sup> , Sen <sup>(2)</sup> , s <sup>(3)</sup>	350-341-301-311-331-314-317
(1) <b>C1B</b> : si se supone que es un carcinógeno para el hombre, en base a la existencia de pruebas en animales. (2) <b>Sen</b> : Sensibilizante (3) <b>s</b> : Es una sustancia que tiene prohibida total o parcialmente su comercialización y uso como fitosanitario y/o como biocida.						

Tabla 7. Valores límite ambientales (VLA) del formaldehído. Fuente: *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2021. Gobierno de España*.

La evaluación de la exposición laboral se basa en el muestreo del aire del lugar de trabajo, y se lleva a cabo comparando la concentración en el aire ponderada en el tiempo de un determinado contaminante, la obtenida a partir de mediciones representativas, con los VLA de exposición fijados para el agente en cuestión, tanto los definidos para exposiciones diarias (VLA-ED) como los aplicables a exposiciones de corta duración (VLA-EC).

El caso de estudio se trata de un puesto de trabajo formado por 5 trabajadores que realizan la misma tarea (GES<sup>26</sup>), con un horario de 7:00 a 15:00 (1h de descanso). Donde las fuentes de emisión son a causa de la madera, recubrimientos y pinturas, usados en pavimentos, mobiliario, paredes y techos. Esta evaluación requiere el desarrollo de las siguientes fases:

1. Una evaluación inicial del grupo de exposición similar (GES) debido a la inhalación del agente químico.
2. Una reevaluación periódica de esa exposición.

La evaluación inicial se realiza con ayuda del calculador del INSST, para la aplicación de la norma UNE-EN 689:2019. Se considera una exposición constante, por lo tanto, la duración del tiempo de muestreo (DTM) es superior a 2h o 480min (criterio UNE 689)

Se comienza estudiando 3 jornadas laborales, por ser lo mínimo a muestrear para una **prueba preliminar**, se introduce el VLA-ED (0,3ppm) del formaldehído y el tiempo de exposición

<sup>26</sup> GES: Grupo de trabajadores que tienen el mismo perfil general de exposición para el agente o agentes químicos objeto de estudio, debido a la similitud y frecuencia de las tareas desarrolladas, por los materiales y procesos con los cuales trabajan, y por la similitud de la forma con la que realizan las tareas. (Fuente: Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo (Insst))

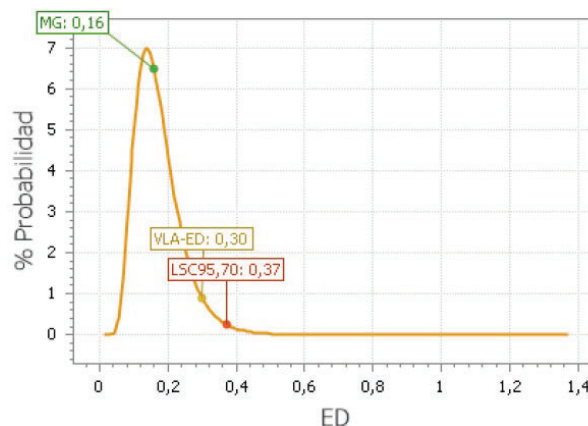
(480min), para posteriormente añadir las diferentes jornadas con sus respectivos tiempos de muestreo (> a 2 horas y  $\geq$  al 80% del tiempo de exposición) y sus concentraciones. Como resultado se obtiene que no se puede tomar una decisión acerca de la conformidad de la exposición con el VLA-ED, debido a que uno de los resultados tiene un VLA mayor que 0,1, según las condiciones de conformidad establecidas en esta prueba preliminar según la Norma UNE-EN 689:2019 (Anexo 2.1). Por lo que es necesario completar el estudio con 3 mediciones adicionales hasta un total de 6 jornadas (Tabla 8). Tras ello, se puede concluir que el nivel de exposición es **no aceptable**, por ser el VLA-ED obtenido superior al permitido para el formaldehído (0,37>0,30ppm), según las condiciones de conformidad establecidas en el **test estadístico** para la evaluación de la exposición a agentes químicos según la Norma UNE-EN 689:2019 (Infografía 7). Por lo que son necesarias **medidas de control** de la exposición (Anexo 2.2).

Algunas de las medidas preventivas aplicables por orden de prioridad, son (Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con agentes químicos presentes en los lugares de trabajo):

1. **Eliminación del riesgo:** Sustitución total del agente químico por otro menos peligroso.
2. **Reducción o control del riesgo:** Sustitución parcial del agente.
3. **Protección del trabajador:** EPI de protección respiratoria, dérmica u ocular (RD 773/1997)

JORNADAS	MUESTRAS	FECHAS	DURACIÓN (min)	CONCENTRACIÓN (ppm)
1	1	25/03/2022	160	0,1
	2	25/03/2022	250	0,4
2	3	27/03/2022	200	0,15
	4	27/03/2022	280	0,3
3	5	30/03/2022	180	0,2
	6	30/03/2022	150	0,1
	7	30/03/2022	150	0,05
4	8	1/04/2022	120	0,15
	9	1/04/2022	280	0,1
	10	1/04/2022	80	0,2
5	11	3/04/2022	280	0,2
	12	3/04/2022	200	0,05
6	13	4/04/2022	160	0,25
	14	4/04/2022	220	0,02
	15	4/04/2022	100	0,1

Tabla 8. Datos para evaluación tóxica en un espacio de trabajo, en un día. Fuente: Elaboración propia



Infografía 7. Resultados de cálculo de VLA-ED. Fuente: Calculador para la aplicación de la Norma UNE-EN 689:2019 a la evaluación de la exposición por inhalación de agentes. Vídeos y ponencias



## 1.4 Materiales de construcción tradicionales

A lo largo de la investigación se han nombrado materiales de construcción, no estructurales, como: los aislantes térmicos, las pinturas, las colas y adhesivos, los textiles, los revestimientos horizontales y verticales, productos de conservación, etc. Los cuales pueden contaminar el aire, debido a la **capacidad de volatilización de las sustancias químicas** que los componen.

En su mayoría, resuelven la última capa de la edificación, es decir, la que está en contacto directo con el aire que se respira. Por ello, se van a estudiar las principales características, propiedades y tipos de aislantes térmicos, pinturas, tratamientos de madera y revestimientos. Parte de la información aportada de cada uno de ellos se fundamenta en datos recogidos del libro "Materiales para la construcción (Vol. 1) de L. Addleson (1983)

### 1.4.1 Aislantes

Todos los materiales dejan pasar en mayor o menor medida el sonido, la humedad, el calor y/o el frío, por ello es común la colocación de diferentes tipos de aislantes en las edificaciones con el objetivo de que exista una protección. Los materiales que no dejan pasar el calor y/o frío reciben el nombre de aislantes térmicos, los que impiden el paso del agua son materiales impermeabilizantes y los que no dejan pasar el ruido son aislantes acústicos. Este apartado se centra en estudiar en mayor profundidad los primeros (aislantes térmicos).

La capacidad de aislante de un material se mide por su *coeficiente de conductividad térmica*, será una propiedad específica de cada material. Por ejemplo, los metales y aleaciones presentan una elevada conductividad térmica, por el contrario, la de la madera es baja. En el caso de la piedra, ladrillos, vidrio y otros sólidos es media. Entre los materiales aislantes térmicos destacados están:

- **Aglomerado de corcho:** El corcho es la corteza del alcornoque, es un material ligero, elástico, poco combustible y un buen aislante térmico. Presenta una estructura en pequeñas celdas vacías, conformando planchas de aglomerado, que se obtiene sometiendo gránulos de corcho a una cocción bajo presión, a la vez que el propio corcho libera resinas que unen los gránulos. También puede emplearse en pavimentos y como revestimiento de paredes.
- **Poliestireno y poliuretano:** Son dos compuestos plásticos que forman una espuma que, al solidificar, deja atrapado en su masa una gran cantidad de aire. Son ligeros y ofrecen un buen aislamiento térmico, se comercializan en planchas rígidas de 1-5cm de grosor, aunque también es habitual proyectar la espuma de poliuretano sobre la superficie que se pretende aislar (técnica poco recomendada ya que aumenta la exposición a agentes químicos nocivos).
- **Productos minerales expandidos:** Existen algunos compuestos que tienen la capacidad de expandirse formando gránulos, haciendo que su uso sea posible en seco o como componentes de mortero y hormigones ligeros y aislantes. Entre ellos están la perlita, la arcilla expandida, la vermiculita, etc.

### 1.4.2 Pinturas

Las pinturas son una mezcla viscosa o líquida, puede aplicarse por proyección, extensión o inmersión sobre un material u objeto, revistiéndolo, coloreándolo y protegiéndolo. Para que una pintura sea considerada de buena calidad debe de disponer de las siguientes cualidades: buena resistencia a la intemperie y a la corrosión, buena adherencia al objeto, ser neutro respecto al soporte, estabilidad de color, buen rendimiento, decorativa y dócil. Según su composición se pueden clasificar en dos grandes grupos (Tabla 9):

- **Componentes líquidos:** consta de un disolvente y un aglutinante.
- **Componentes sólidos:** como los pigmentos y las cargas. También pueden llevar secativos y aditivos.

COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS	TIPOS
<b>Aglutinantes</b>	Es el elemento que da cuerpo, dureza y durabilidad a la pintura y que protege a la base. Aunque pueden contener componentes volátiles)	<b>Minerales:</b> cal apagada, yeso y cemento. <b>Orgánicos:</b> ceras, insolubles en agua y alcoholes y solubles en éter, bencina y Trementina. <b>Grasos:</b> aceite de lino, soja nuez... <b>Resinosos:</b> Goma laca, copal, y betún de Judea.
<b>Disolventes</b>	Destinados a facilitar la extensión, a veces disolución, del aglutinante. Sirve para fluidificar y es generalmente volátil.	<b>Agua:</b> en pinturas llamadas al agua. <b>Alcohol:</b> disolvente de las resinas. <b>Aguarrás:</b> disolvente, plastificante y secante. <b>Acetona:</b> disuelve resinas, grasas, gomas... <b>Benceno:</b> disolvente para aceites y grasas. <b>White spirit:</b> Se obtiene por destilación de una fracción pequeña del petróleo.
<b>Pigmentos</b>	Son sustancias que sirven para dar a los objetos una tonalidad o matiz distinto al que tenían, normalmente son en forma de polvo e insolubles.	<b>P. de arsénico o cadmio:</b> verde <b>P. de carbono:</b> negro <b>P. de óxidos de hierro:</b> rojo <b>P. de cobalto:</b> Azul <b>P. de plomo:</b> blanco
<b>Cargas</b>	Son materiales neutros frente a los demás componentes. Su objeto es aumentar el volumen o viscosidad.	<b>Talco</b> <b>Caolín</b> <b>Calcita</b> <b>Cuarzo</b>
<b>Secantes</b>	Son materiales que se añaden para catalizar o acelerar la oxidación y polimeración de los aceites vegetales, disminuyendo el tiempo de secado.	<b>Litargiro</b> <b>Óxidos de Cobre y Hierro</b> <b>Orgánicos</b>

Tabla 9. Clasificación de las pinturas según sus componentes. Fuente: Elaboración propia. Datos extraídos del temario de la asignatura de construcción del Grado en Fundamentos de la Arquitectura, de la Universidad Europea de Canarias.

Debido al surgimiento de nuevos productos existe una gran variedad de pinturas, haciendo difícil su clasificación. Cada una tiene sus propiedades físicas y químicas, que deberán tenerse en cuenta a la hora de su elección, ya sea por el tipo de superficie sobre la que se aplicará, el carácter estético o las inclemencias a las que se someterá (Tabla 10).

CLASIFICACIÓN	TIPOS	CARACTERÍSTICAS
<b>Pinturas al agua</b>	Al temple	El agua funciona como disolvente, como aglutinante tienen colas celulósicas o amiláceas y como pigmento sulfato de calcio (yeso) o carbonato cálcico. Es porosa, permeable, de aspecto mate, económica. Se aplica en superficies interiores de yeso o cemento.
	Al cemento	Formada por cemento blanco y un pigmento resistente a la alcalinidad. Es mate, absorbente y resiste agentes atmosféricos. Se utiliza en exteriores, sobre superficies ásperas, rugosas y porosas.
	A la cal	Como aglutinante y pigmento tiene el hidróxido de calcio. Tienen un acabado mate, poroso, absorbente, endurece con el tiempo, además, presente buena adherencia sobre mortero, cal, piedra, ladrillo... Se emplea en interiores y exteriores.
	Al silicato	Tiene como aglutinante una disolución acuosa de silicato de potasio o sosa y como pigmento blanco de zinc u otros pigmentos minerales resistentes a la alcalinidad. Se aplica en exteriores sobre piedra, cemento y derivados, vidrios y ladrillo.
	Plástica	Como aglutinante tiene resinas plásticas o acrílicas y como pigmento cualquier tipo de pigmento que resista la alcalinidad. Se utiliza en interior y exterior sobre yeso, cementos, madera y metal.
<b>Pinturas al aceite</b>	Al aceite	Como conglomerante y aglutinante tienen aceites vegetales secantes, como disolvente aguarrás o white spirit y pigmentos. Se emplea en imprimaciones corrosivas sobre metales y en madera exterior.
	Esmalte graso	Compuesto por aceites secantes mezclados con resinas duras sintéticas o naturales. Como disolvente aguarrás o white spirit. Se utiliza en interiores como esmalte de acabado.
	Esmaltes sintéticos	Combinación química de resinas duras y aceites secantes. Como disolvente el aguarrás o white spirit. Se aplica sobre todo en decoración y protección de superficies de madera y/o metal, tanto en interiores como en exteriores.
<b>Pinturas de resinas</b>	Al cloro caucho	Se obtienen a base de un derivado clorado del caucho. Los disolventes generalmente aromáticos. Pueden llevar cargas, pigmentos de color y aditivos. Se utiliza sobre superficies de hormigón, acero, cemento...
	Epoxi	Se comercializa en dos envases, en uno la resina epoxi y en el otro un catalizador o endurecedor. También se pueden mezclar con alquitranes obteniendo impermeabilidad. Se utiliza sobre cemento, acero
	Poliuretano	Hay dos tipos: unas tienen un solo componente y otras dos (resina de poliéster que se mezcla con un catalizador o endurecedor). Buenos barnices para el parquet, suelos de madera, muebles...
	Ignífugas e intumescentes	Son pinturas que no arden con el fuego, por ello se usan para aislar el elemento de la acción del fuego por lo que retrasan su destrucción. También pueden ser intumescentes, es decir, se produce un esponjamiento celular debido al calor haciendo que la capa delgada de pintura se transforme en una costra esponjosa.

<b>Lacas o pinturas nitrocelulósicas</b>	-	Formadas por nitrocelulosa plastificada para darle más flexibilidad. Se utilizan como lacas transparentes, para barnizar maderas
<b>Pinturas bituminosas</b>	-	Se obtienen con soluciones de productos bituminosos (breas y alquitranes) y con disolventes normales (white spirit, aguarrás...) Algunas veces se incorporan resinas. Se aplican sobre metal y cualquier elemento de enfoscado, mortero, hormigón...
<b>Pinturas de aluminio</b>	-	Compuestas por una pasta de aluminio molido y un barniz graso. Resiste a la intemperie, ambientes marinos, para cerrar nudos de madera, como protección de superficies de hierro.
<b>Pinturas al martelé</b>	-	Pintura al aluminio. Como aglutinante, cloro caucho, epoxi, poliuretano... Se emplea en ascensores, puertas metálicas, armarios metálicos, instalaciones, aparatos eléctricos...
<b>Lacado</b>	-	Se utiliza como acabado por su tersura y su perfecta superficie en muebles, armarios, puertas...

Tabla 10. Variedad de pinturas según las propiedades que se busquen. Fuente: Elaboración propia. Datos extraídos del temario de la asignatura de construcción del Grado en Fundamentos de la Arquitectura, de la Universidad Europea de Canarias.

### 1.4.3 Tratamiento de madera

La madera que se conoce se obtiene del tronco, de las ramas y de las raíces principales de los árboles, obteniendo una sustancia fibrosa y celular. Si se realizara un corte transversal al tronco de un árbol, es posible distinguir las diferentes capas que lo componen, de fuera hacia dentro, las capas son: corteza, líber, cámbium, albura, duramen, leño y médula.

Las propiedades de la madera dependerán principalmente de la especie del árbol del cual proceda. Y es por ello por lo que a la hora de elegir un tipo de madera será necesario valorar otros factores, como la **densidad**, siendo menor que la del acero, hormigón, ladrillo o piedra. Se ha recurrido a las “guías CEAC de la Madera: Clases de Madera” (A. Jackson, & D. Day (1998)), donde se exponen las respectivas densidades, y se reflejan las variaciones entre especies: Abeto: 0,30-0,60; Castaño: 0,55-0,70; Cedro: 0,45-0,80; Chopo: 0,45-0,65; Pino tea: 0,70-0,90; Roble: 0,60-1,05. La **dureza** corresponde a la resistencia que ofrece la madera al corte y al desgaste. Haciendo posible su clasificación, muy duras: encima, ébano; duras: cerezo, olmo, roble; dureza media: nogal, haya, pino, castaño; blandas: abeto, sauce; y muy blandas: chopo, tilo. La **resistencia** a la tracción y a la compresión viene dada por la disposición de las fibras. Y por último el condicionante de la **humedad**, al tratarse de una sustancia viva, el contenido de agua es muy alto, por ello cuando aumenta la humedad, disminuye la resistencia de dicha madera. Esta será variante en función de la temperatura y la propia humedad del ambiente.

La madera se comercializa según sus prestaciones, en: **madera aserrada**, se obtienen piezas enterizas a partir del tronco del árbol aserrado, una vez seco y eliminada la corteza y la albura. Según su **sección**, de menor a mayor, destacan: larguero, listón, tabla, tablilla, viga y vigueta. Los **tableros derivados de la madera**, son piezas largas y anchas de poco espesor. Se obtienen por la unión de diferentes materias de madera, como es el caso del tablero común, tablero de contrachapado, tablero de partículas o de aglomerado y tablero de fibra. La **madera laminada** está formada por largas láminas de madera encolada entre ellas y posteriormente

prensadas, permitiendo curvarse con radios relativamente pequeños, convirtiéndola en la común para la construcción de estructuras.

Sean maderas naturales o artificiales, se suelen proteger con productos, por lo general tóxicos, para dotar al material de unas propiedades y características concretas. Por lo general se les suele aplicar productos que forman una capa impermeabilizante en la superficie, protegiéndolo de la humedad y otros agentes destructivos. Esa capa protectora se consigue con los **barnices** (productos químicos, generalmente transparentes, formando una capa impermeabilizante), las **pinturas**, consideradas como barnices con pigmentos que dan color e impiden el paso de la luz. Y las **imprimaciones**, usados cuando se quiere lograr una buena protección.

#### 1.4.4 Revestimientos

Se conoce como pavimento a la capa superior del suelo, gracias al cual se obtiene una superficie plana y resistente, además de ofrecer un acabado decorativo. Se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Puesta en obra:** revestimientos exteriores (terrazas, plazas, aceras, calzada...) e interiores (viviendas, pabellones, locales, naves...).
- **Estructura del material:** chapados continuos (cemento, hormigón, asfalto y tierra), piezas labradas (piedra y madera), moldeados prefabricados (mosaicos y baldosas) y láminas (flexibles-linóleo y rígidos-acero).
- **Agrupación:** pavimentos continuos (se resuelve de una sola pieza) (Tabla 11) y pavimentos discontinuos (formados por piedras rígidas, colocadas individualmente) (Tabla 12).

PAVIMENTOS CONTINUOS	
CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
<b>Chapa de cemento</b>	Sobre un lecho de hormigón, su acabado es muy resistente al desgaste. Su uso habitual es exteriores.
<b>Pavimento de hormigón</b>	Superficie más rugosa. Su uso más común es el de solera para recibir otros materiales, aunque también se utiliza en aparcamientos, calzadas...
<b>Terrazo continuo</b>	Posee las mismas características que las baldosas de terrazo, pero la diferencia es que se realiza en la obra.
<b>Linóleo y caucho</b>	Destaca la aplicación en láminas, baldosas o losetas. El linóleo es un compuesto vegetal a base de yute, recubierto con un aglomerado de corcho en polvo, aceite de linaza y colorantes.

Tabla 11. Clasificación de los pavimentos continuos. Fuente: Elaboración propia. Datos extraídos del temario de la asignatura de construcción del Grado en Fundamentos de la Arquitectura, de la Universidad Europea de Canarias.

PAVIMENTOS DISCONTINUOS		
CLASIFICACIÓN	TIPOS	CARACTERÍSTICAS
Piedra natural	Adoquines	Pavimento exterior de tamaño reducido, capaz de soportar grandes pesos, superficie antideslizante. Los más usados son de granito, aunque también los hay de hormigón, cerámica y terrazo.
	Losas y placas	Piezas planas in pulir, con grosor uniforme y menor que su longitud y anchura.
	Losetas de piedra	De menor tamaño que los adoquines. Usados en aceras, patios y zonas de paseo en jardines.
	Morrillos	Cantos rodados sobre lecho de arena u hormigón y uniformado con mortero.
	Guijos y guijarros	Cantos rodados de forma plana y de menor tamaño que los morrillos. Usados en patios y jardines.
	Piedra natural pulimentada	Piezas pulidas de mármol y granito de gran tamaño, aunque posteriormente son cortadas para obtener baldosas cuadradas de 20x20 - 50x50. Usadas como pavimentos interiores.
Piedra artificial	Baldosas de terrazo	Piezas de mortero de cemento, con una capa superior formada por trozos pétreos y aglomerados con un mortero coloreado (cemento blanco con polvo de mármol, trozos pétreos y aditivos), y la inferior con un mortero más pobre (cemento portland gris y arena). Se distinguen: terrazo aglomerado, terrazo encachado, terrazo industrial y terrazo lavado.
	Baldosas hidráulicas	Similar a las baldosas de terrazo, pero de grano muy fino. Formadas por una capa vista de arena fina de mármol aglomerado con cemento blanco (se le pueden añadir colorantes), una capa intermedia de mortero de arena y cemento portland, y la inferior de mortero de arena. Usadas en interiores, cocinas, baños, comercios...
	Moldeados de cemento	Material constituido por hormigones o morteros de cemento con áridos finos, moldeados y prensados, formando losetas, adoquines y bordillos.
Cerámicos	Barro cocido	Rasillas, baldosas, losas, ladrillos...
	Cerámica	Esmaltada (baldosas y azulejos)
	Gres	Baldosas
Madera	Roble, Haya, Pino...	Aplicada en forma de tarugos, tablones, tablas, tabletas, tablilla y piezas de tablillas.
Otros	Aglomerado de corcho	Usado en los parques de corcho
	Vidrio	En forma de baldosas, pavés, placas... para permitir el paso de la luz. El conocido hormigón traslúcido consiste en baldosas de vidrio unidas con hormigón.
	Metal	En forma de planchas y rejillas.

Tabla 12. Clasificación de los pavimentos discontinuos. Fuente: Elaboración propia. Datos extraídos del temario de la asignatura de construcción del Grado en Fundamentos de la Arquitectura, de la Universidad Europea de Canarias.

## Capítulo 2. CONTROL EN LA CALIDAD DEL AIRE

La calidad del aire de un espacio interior es entendida como el lugar donde el **organismo puede trabajar sin tener que equilibrarse** por presencia de factores que lo alteran. Su regulación tiene más fácil, viable y económica solución que la situación de calidad de aire en el exterior. Dependiendo del correcto diseño, calidad de los materiales, mantenimiento, higiene, y sistemas de ventilación.

### 2.1 Normativa de calidad ambiental en interiores

A nivel internacional, la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera la Calidad del aire interior como una de las preocupaciones emergentes en salud pública, y ha generado diversos documentos, como el *“Selected pollutants: WHO guideline for indoor air quality”*, donde se establecen valores guía para diferentes compuestos típicamente presentes en los espacios interiores. La OMS estima que más del 90% de la población vive en lugares donde no se respetan las directrices internacionales sobre la calidad del aire.

Afortunadamente se ha avanzado en la normalización de los diversos aspectos de calidad ambiental en interiores, y esto está teniendo un efecto positivo en cuanto a la llegada de acciones concretas, repercutiendo positivamente en la salud y el confort de los usuarios. Diferentes organizaciones internacionales como OMS y el CIBC (International Council of Building Research), privadas como la ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers), y algunos países como Suecia (The Swedish Council of Building Research), Canadá, Estados Unidos y Australia han desarrollado **guías y estándares de exposición**. Con el objetivo de reducir la exposición a contaminantes y proteger la salud de la población, se han desarrollado normativas.

En el marco nacional, España se ha convertido en pionera en Europa, por haber creado en 2004 en AENOR un comité de trabajo específico de **Calidad Ambiental en Interiores CT171**. En los últimos años el comité ha desarrollado una serie de normas, que tratan sobre todo de los **VLA y las operaciones de mantenimiento preventivo**. El *Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire* es la normativa vigente sobre calidad y evaluación del aire, cuyo origen está en la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de Protección del Ambiente Atmosférico y en la Directiva 96/62/CE (Directiva Marco de Calidad del Aire).

De manera análoga, el CTN171, de la normativa nacional, **UNE 171330-2 Calidad ambiental en interiores (2014)**, define como calidad ambiental en interiores *“a las condiciones ambientales de los espacios interiores, adecuadas al usuario y la actividad, definidas por los niveles de contaminación química, microbiológica y por los valores de los factores físicos”*. Esta norma tiene como objeto el de describir una metodología para la realización de una Inspección de Calidad Ambiental en Interiores. A continuación, quedan expuestos dichos objetivos de normalización:

- *Las definiciones, los requisitos y las directrices para la adecuada calidad ambiental en interiores, así como todos los aspectos relacionados con su auditoría.*
- *Normalización de los métodos de muestreo de los contaminantes en interiores y de los métodos de inspección y control, incluyendo la valorización de los niveles de los contaminantes en interiores.*
- *Normalización de las buenas prácticas, abarcando el mantenimiento, uso, limpieza e higienización de los sistemas en los diversos aspectos que condicionan la calidad ambiental en interiores.*

- *Normalización del diseño de edificios de nueva construcción y de su desmontaje, en lo concerniente a la calidad ambiental en interiores.*

Así mismo, el comité está constituido por varios **subcomités (SC)**: SC 1 Terminología; SC 2 Buenas prácticas, higienización y mantenimiento; SC 3 Análisis, valoración y auditorías; SC 4 Bioseguridad; GT 1 Medición de CO<sub>2</sub>.

El SC 2 se encarga de generar normas que establezcan el conjunto de acciones preventivas o correctivas para mantener una elevada calidad ambiental en interiores, o incluso evitar que las actividades realizadas en su interior tengan un impacto negativo. La norma de estado vigente redactada por este SC es la UNE 171210\_2008 *Calidad ambiental en interiores. Buenas prácticas en los planes de Desinsectación y Desratización*.

El SC 3 ha desarrollado las siguientes normas, también con estado vigente: UNE 171330-1:2008 *Calidad ambiental en interiores. Parte 1 Diagnóstico de calidad ambiental interior*: Esta primera parte de la norma ofrece una metodología específica que permite identificar la situación de partida de un edificio en cuanto a calidad ambiental en interiores. UNE 171330-2:2014 *Calidad ambiental en interiores. Parte 2: Procedimientos de inspección de calidad ambiental interior*: Describe las metodologías de ensayo de los diversos parámetros que se deben analizar en un edificio y además de los criterios de valoración aplicables; UNE 171330-3:2010 *Calidad ambiental en interiores. Parte 3: Sistema de gestión de los ambientes interiores*: Describe los requisitos exigibles para implantar un Sistema de Gestión de la Calidad Ambiental en Interiores; UNE 171340:2012 *Validación y cualificación de salas de ambiente controlado en hospitales*; UNE 171370-1:2014 *Amianto*.

Los países **pioneros** en el estudio y estandarización de la CAI fueron Estados Unidos y Reino Unido. En EE.UU. la Asociación de Ingenieros de Climatización (ASHRAE) ha publicado una serie de guías y normas que, sin ser legalmente de obligado cumplimiento, en la práctica son utilizadas por los técnicos y consideradas como referencia. En UK se hacen referencias a la Calidad del Aire en la normativa específica de eficiencia energética y la ventilación (Reglamento de Construcción). El reglamento está compuesto por varias partes: La Parte L da orientación sobre la estanqueidad de la envolvente, la parte F de la ventilación y la especificación de las normas de calidad del aire interior para un número limitado de sustancias, y la Parte C incluye el radón.



## 2.2 Incidencia en la salud por la exposición interior

En general los contaminantes presentes en el aire penetran en el organismo por inhalación y por tanto afectan principalmente al tracto respiratorio, pudiendo también ser absorbidos y acumulados en otros órganos. Asimismo, es importante conocer los efectos tóxicos provocados por las sustancias químicas, para poder concretar el riesgo que suponen en la salud y el nivel permisible del parámetro biológico.

Existen diferentes fases de intoxicación a causa de una sustancia, la primera es la **fase de exposición**, sucede cuando existe una disponibilidad química en el ambiente; tras ello, la **fase toxicocinética**, en este momento tiene lugar la absorción, distribución, biotransformación, bioacumulación y eliminación de la sustancia; y por último la **fase toxicodinámica**, que tiene lugar cuando se da una interacción tóxico-receptor, teniendo como resultado último el efecto tóxico (Diagrama 7).

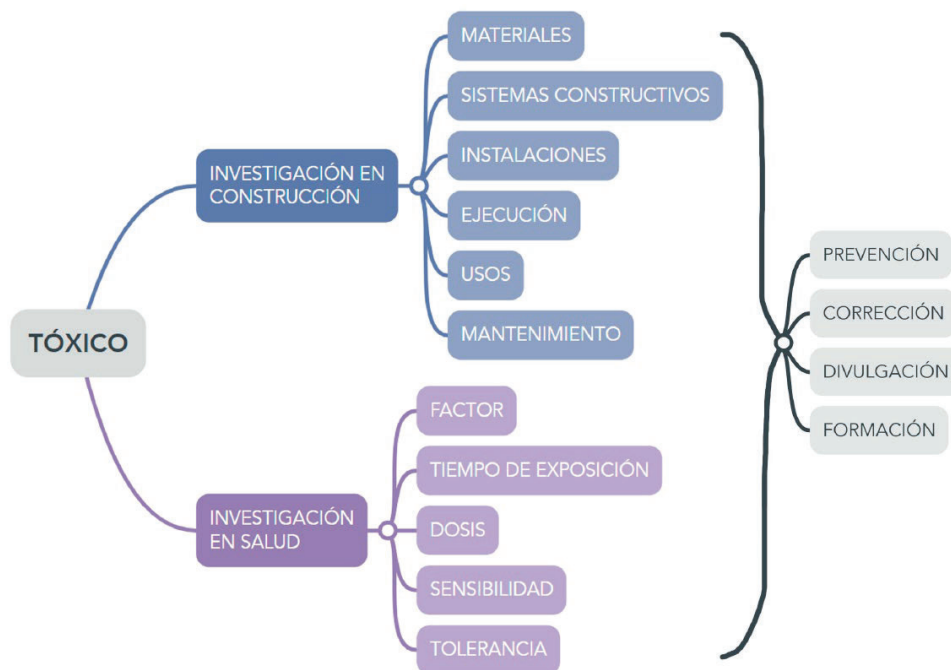


Diagrama 7. Esquema de abordaje del análisis de los factores ambientales en el entorno habitable. Fuente: Guía de calidad del aire interior. Comunidad de Madrid

Por lo que se refiere a la **medicina ambiental**, es un campo multidisciplinario que involucra la medicina, la ciencia ambiental y la química entre otros. También puede ser visto como una disciplina de la medicina, del campo más amplio de la salud ambiental, cuya labor es detectar y tratar las patologías que se desarrollan a causa de la presencia de tóxicos ambientales y que se encuentran en el entorno. Sobre todo, enfermedades crónicas, conocidas como las “enfermedades emergentes”, como: la sensibilidad química múltiple, el cansancio crónico, la fibromialgia, el síndrome de electrohipersensibilidad, etc. Pueden desarrollarse por causas múltiples, sin embargo, se reconoce su relación con los tóxicos del ambiente.

Lo que se conoce acerca de alguna de las patologías que desarrollan las personas cuando habitan espacios contaminados es su origen, derivado de productos químicos tóxicos y metales pesados presentes en los espacios interiores. Por ejemplo, el **síndrome del edificio enfermo (SEE)** responde al conjunto de síntomas que presentan los usuarios del edificio, por habitar espacios con unas cualidades de aire nocivas para la salud. Por lo general tiene lugar en aquellos

en los que no se da la renovación del aire interior, habitando espacios herméticos de baja calidad.

El **síndrome de sensibilidad química múltiple**, considerada por el estado español como la enfermedad profesional en el año 2014. Se trata de un trastorno en la respuesta fisiológica de determinados individuos, frente a ciertas sustancias que se encuentran en el medio ambiente. Aunque existan exposiciones muy bajas a contaminantes, por debajo de los valores límites, si es por tiempo prolongado es muy probable que se desencadene este tipo de hipersensibilidad (Sánchez de León, 2016. Apartado 5 de la Guía de calidad del aire interior).

También hay otras enfermedades como la morbilidad y/o mortalidad por infartos y enfermedades coronarias, cáncer de pulmón, enfermedades respiratorias crónicas y agudas, incluyendo el asma. Las cuales se relacionan con la contaminación del aire en espacios interiores a causa de una falta de renovación, además del tipo de sustancias utilizadas para la fabricación de algunos materiales, que se aplican en esos espacios.

En 2013 el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer de la OMS, realizó una evaluación y determinó que la contaminación del aire exterior es carcinógena para el ser humano, y que la materia particulada presente en el aire contaminado está estrechamente relacionada con la creciente incidencia de cáncer, en especial el cáncer de pulmón. Además de la contaminación del aire exterior, los ambientes interiores también lo están y representan un grave riesgo para la salud. Cerca de 3,8 millones (58%) de muertes prematuras ocurridas en 2016 eran atribuibles a la contaminación del aire en estos espacios, debidas a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares, mientras que el 18% de las muertes se debieron a enfermedades pulmonares obstructivas crónicas e infecciones respiratorias agudas, y el 6% de las muertes se debieron al cáncer de pulmón.

Como ya se mencionó en el apartado *Niveles admisibles de exposición*, existe una evidente relación cuantitativa entre la contaminación con materia particulada (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>) y sus efectos sobre la salud, además en el aumento de la mortalidad. Es por ello por lo que **no se puede identificar ningún umbral por debajo del cual no supongan daños para la salud**. Por consiguiente, las recomendaciones de las directrices de la OMS son las de lograr las concentraciones más bajas posibles de materia particulada, obteniendo como resultado una reducción en la contaminación del aire.

## 2.2 Medidas de renovación del aire interior

En lo que se refiere a la construcción de espacios sostenibles, han de tenerse en cuenta una serie de factores que contribuyen a que una construcción sea saludable. Como por ejemplo el correcto **emplazamiento** de la construcción, evitando zonas industriales de gran contaminación atmosférica y zonas muy ruidosas. El **estudio geobiológico** de un terreno, antes de iniciar la construcción; la **vegetación**, tanto en el exterior como en el interior. Está demostrado que permite disminuir los efectos de la contaminación atmosférica y ayuda al confort térmico y climático. Como por ejemplo el informe: NASA Clean Air Study, en el que se concluía cómo las plantas en el interior de los edificios son capaces de descontaminar el aire, eliminando en pocas horas, en más de un 80%, sustancias tan tóxicas como el benceno y el tricloroetileno. También es importante la correcta elección de los **materiales** de construcción, tratando de buscar los más naturales y ecológicos posible evitando los materiales más tóxicos. Los ladrillos cerámicos, la piedra, la madera, las fibras vegetales, el adobe de tierra y los morteros

con abundante cal, son preferibles al hormigón armado con hierro, al aluminio, al PVC, o al exceso de cemento y aditivos químico-sintéticos en las construcciones.

Así mismo, hay que tener en cuenta que existen materiales, conocidos como “**materiales captadores**”, tales como productos de madera, papel y textiles, capaces de retener en unas condiciones determinadas en su superficie vapores y partículas presentes en el aire, y de reemitirlos al variar éstas. Son responsables de la persistencia de olores después de que haya tenido lugar la exposición y también de la retención de productos utilizados en la limpieza y mantenimiento de los edificios (comida, tabaco, perfumes, etc.). La adsorción puede ser especialmente significativa cuando disminuye la temperatura y/o deja de existir ventilación, teniendo lugar la emisión al aumentar la temperatura y/o volver a ventilar.

Los compuestos químicos de los que se han hablado a lo largo de la investigación, que tienen la capacidad de volatilizarse y estar en suspensión en el aire que se respira (COV y COP), presentes en algunos de los materiales de construcción empleados en ambientes interiores. Según el marco jurídico y las guías de calidad del aire exterior de la OMS y el BOE, se recomienda mantener un control de las emisiones, a causa de su composición, toxicidad y problemas de salud que puede desencadenar su presencia. El objetivo de la UE a largo plazo es alcanzar niveles de calidad del aire que no generen efectos ni riesgos inaceptables para la salud humana y el medio ambiente, hasta lograr su eliminación.

Una vez conocidos los daños que puede causar la presencia de algunos COV y COP, se reconoce la importancia de **controlar las fuentes de contaminación** para reducir la exposición a la contaminación atmosférica. Una alternativa a corto plazo es la **reducción de las emisiones y fijar valores límites** de calidad del aire de forma segura y responsable. Sin embargo, la alternativa más interesante es la búsqueda de **materiales sostenibles**, o la implantación de medidas que permitan asegurar una calidad del aire óptima.

A causa de la presencia de sustancias dañinas en el ambiente, la **ventilación** se convierte en un importante factor para lograr una mejora en la calidad del aire de las estancias. Para ello hay que prestar atención en los volúmenes de aire, para que sean los suficientes, además de la adecuada disposición de los **puntos de ventilación**, un **correcto diseño** de los sistemas y un adecuado **mantenimiento de los sistemas de filtración**. Un óptimo sistema de ventilación en las construcciones puede dotar a los espacios interiores del aire necesario para diluir los contaminantes del aire por debajo de los niveles considerados perjudiciales para la salud, y además contribuir a crear las condiciones térmicas idóneas en cuanto a temperatura y humedad con el fin de crear el máximo confort térmico para sus ocupantes.

Cuando se habla de la calidad del aire interior, el formaldehído se convierte en uno de los contaminantes más relevantes a tener en cuenta, por ser un compuesto cancerígeno y su común aplicación en diversos productos, como muebles, barnices, pinturas, textiles, aislantes, etc. Hoy en día está regulado su uso en algunos de los productos mencionados, sin embargo, a pesar de su riesgo, se sigue encontrando en algunos edificios. Su valor óptimo en ambientes interiores sería de 0 ppm y cualquier valor por encima se declara que existe una fuente de emisión. Es por ello por lo que el Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo establece que el límite de exposición profesional (LEP) y el VLA, en exposiciones de corta duración (30min) esté por debajo de 0,3ppm (0,37mg/m<sup>3</sup>). No obstante, no existe legislación que regule las exposiciones en largos periodos de tiempo.

Dado que la salud de las personas depende en gran medida del ambiente en el que viven y en el que trabajan, el control de la calidad del aire interior se hace cada vez más necesario. En

un artículo publicado por Soler & Palau Sistemas de Ventilación (S&P) se tratan algunas de las medidas que podrían ayudar a mejorar el aire. Como son:

- **Sistemas de ventilación mecánica controlada:** este tipo de sistemas, recomendados por la normativa actual, permite optimizar la ventilación de las viviendas minimizando las pérdidas de energía y permitiendo un importante ahorro de sistemas auxiliares como aire acondicionado o calefacción.
- **Sistemas de filtración y purificación de aire:** en aquellos edificios que estén ubicados en zonas de elevada contaminación atmosférica, para evitar que los contaminantes exteriores se introduzcan en la vivienda a través de los sistemas de ventilación. También pueden ayudar a la eliminación posibles contaminantes existentes en el aire de determinadas zonas de la casa o del lugar de trabajo.
- **Control y medición los niveles de contaminación del aire** y factores como la temperatura y/o humedad relativa: existen hoy en día diversos sistemas para realizar un control sobre la calidad del aire interior como por ejemplo sensores de CO<sub>2</sub>, humedad, COV, etc. Incluso algunos están dotados de mecanismos capaces de activar los equipos de ventilación cuando los niveles de calidad del aire sobrepasen los valores seleccionados previamente.

**Materiales de construcción sostenibles:** la utilización de materiales, como madera, fibras de vidrio, adhesivos, sellantes o pinturas, pueden favorecer y liberar contaminantes como formaldehídos, COV y COP, butanol, acetona, hidrocarburos aromáticos, plomo, aluminio, etc. Por este motivo, es aconsejable utilizar materiales con certificados de sostenibilidad igual de eficaces, económicamente viables y con unas propiedades inalteradas, pero sobre todo que contribuyan a una adecuada calidad del aire interior y que proporcionen bienestar, salud y confort.

## Capítulo 3. ALTERNATIVAS DE MEJORA EN LA CALIDAD DEL AIRE

### 3.1 Minimizar el impacto

En lo que se refiere al sector de la construcción, es habitual la utilización de productos químicos que constituyen un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios, que serán los que estarán en continua exposición. Como ya se ha visto, esas sustancias pueden penetrar en el organismo, principalmente por vía respiratoria y tener efectos nocivos sobre la salud. En España el 49,1% de los trabajadores de la construcción están expuestos a sustancias tóxicas, así lo indica la Fundación Laboral de la Construcción. La máxima prioridad entre las opciones de gestión de sustancias tóxicas es la reducción desde la fuente, es decir, reducir al mínimo su toxicidad y otros peligros potenciales. Y para ello la responsabilidad debe ser compartida, entre productores, autoridades competentes y ciudadanía.

Por tanto, como primera aproximación, existen una serie de principios y planteamientos generales de gestión medioambiental que pueden servir como estrategia para minimizar el impacto ambiental y que pueden ser útiles en la lucha contra algunas de las sustancias tóxicas mencionadas. A través de un desarrollo y consumo sostenible **utilizar soluciones que disminuyan de manera equilibrada los efectos que los materiales producen sobre el medio ambiente**, como por ejemplo aquellos que sean rápidamente renovables, como corcho, bambú, chopo, pinos de rápido crecimiento, etc. y elegir pinturas, imprimaciones, moquetas, adhesivos y aislantes sin compuestos capaces de volatilizarse y que afecten a la salud de los usuarios.

Para que una construcción sea saludable no se trata solamente de utilizar materiales nobles, sino también hay que tener en cuenta que los tratamientos que se apliquen también lo sean. Para ello se han seleccionado varios productos y así conocer cuáles son realmente una buena alternativa, centrando la investigación en los mencionados anteriormente: aislamientos, pinturas, tratamientos de la madera y revestimientos.

#### 3.1.1 Aislamiento

Muchos de los aislamientos usados hoy en día pueden dar problemas de emisión de sustancias perjudiciales, pero sobre los que hay que prestar especial interés son los del tipo **poliestireno expandido o los de espuma de urea-formol**, ya que pueden desprender en algunos casos un compuesto volátil como es el **formaldehído**. Lo mismo puede pasar con los de lana de roca que además pueden soltar fibras.

Existen productos para aislar, tanto térmico como acústico, sin sustancias tóxicas, una buena opción son los compuestos por **corcho natural, fibra de celulosa o madera, paja, cañiza**, etc. Aun así, en el caso de usar corcho, hay que cerciorarse de que no esté revestido de plásticos y en su lugar se hayan aplicado **barnices y adhesivos naturales**, como la cola de lignina u otros semejantes como el barro, el bio-cemento, la arcilla expandida, etc. A continuación, se pueden observar varios tipos de aislantes de corcho saludables (*Tabla 13*).

MATERIAL	DEFINICIÓN	ÁREAS DE APLICACIÓN
<b>Corcho natural aglomerado</b> ( <i>Cortipan 25-50 mm</i> )	Corcho natural aglomerado en planchas de diferentes grosores, 25-30-50mm (Ligante: Biocol Bo 415 – Biocompatible) Aislamiento térmico y acústico, sostenible, renovable y no genera residuo. No se debe usar como acabado final, transpirable, gran resistencia a la humedad, evita condensaciones y hongos, excelente comportamiento al fuego (no propaga llama ni emite gases tóxicos).	Aislamiento en suelos (entre rastreles de madera), acondicionamiento acústico, aislamiento térmico en zapatas y pilares. Sus cualidades anti vibratorias lo recomiendan para lugares donde haya maquinaria de funcionamiento constante.
<b>Corcho natural aglomerado</b> ( <i>Traditerm, Grupo Puma 20-150 mm</i> )	Panel de aglomerado de corcho 100% natural expandido, en planchas de diferentes grosores, 20-30-40-50-60-80-100-120-140-150mm. Aislamiento térmico que gracias a su composición (corcho natural) lo convierte en un material ligero y manejable. Con una conductividad térmica de 0,040W/mK.	Sistema de aislamiento térmico exterior (SATE/ETICS)
<b>Panel de fibras de madera</b> ( <i>Steicotherm 40-200 mm</i> )	Aislamiento térmico de alta densidad, formado por fibras de madera, ofrece alta resistencia a compresión ( $\sigma_m=50kPa$ ) y una buena capacidad de regulación higrométrica. Con una conductividad térmica de 0,038W/mK.	Paneles rígidos para paredes, cubiertas y suelos
<b>Corcho natural triturado</b> ( $\varnothing$ 2 a 5mm)	Asociado a cal o cemento y arena da lugar a un hormigón ligero con propiedades térmicas y acústicas de elevadas prestaciones, además, con un alto grado de impermeabilidad y resistencia al fuego.	Aislamiento de soleras, relleno de cámaras de aire, en viviendas ya construidas y relleno entre forjados.
<b>Cáñamo en rollo</b> (40 mm)	Aislamiento térmico y acústico, formado por 85% fibra de cáñamo y 15% fibra termofusión (poliéster textil reciclado), ofrece una buena capacidad de regulación higrométrica sin pérdida de las cualidades aislantes, permeable al agua.	Aislamiento de tejados, de paredes o tabiques y de los forjados. Ideal para el interior de paneles de fibra-yeso. Recomendable su instalación con una lámina reguladora del vapor.
<b>Mortero cola</b> ( <i>ecoglue 221</i> )	Adhesivo ecológico, compuesto por caolín, silicato de potasio y cal aérea natural. Libre de sustancias nocivas, anti-moho, con permeabilidad al vapor de agua.	Utilizado para la colocación de aislamiento en fachadas o una capa delgada de cerámica y piso de piedra natural.

Tabla 13. Aislantes naturales. Fuente: Elaboración propia, con información de diferentes fichas técnicas

### 3.1.2 Pinturas

Una de las preocupaciones más evidentes en relación con el uso de pinturas es la alta emisión de compuestos volátiles, por su **alto contenido en disolventes** altamente perjudiciales y las grandes superficies que suelen cubrir. Convirtiéndolas en un material muy importante a tener en cuenta a la hora de hablar de la exposición a sustancias químicas tóxicas.

Como ya se ha visto en apartados anteriores, las sustancias tóxicas habitualmente presentes en este material son el plomo y los policlorobifenilos (PCBs), es por ello por lo que, debido a los daños sanitarios y ambiental que producen, se han llegado a limitar el uso de esas sustancias en algunos países. Por ejemplo, en el caso de España, la Nota Técnica de Prevención (NTP 521) advierte de algunas otras sustancias perjudiciales que también pueden emitir las pinturas de látex y las de base acuosa: benceno, decano, etanol, éteres de glicol, metanol, policlorobifenilo, tolueno, octano, undecano, xileno, etc.

Todas las pinturas tienen unas etiquetas de información donde se informa acerca de las sustancias que contienen, además de una serie de indicaciones sobre que puede causar que se inhale esas sustancias que las componen. No obstante, las indicaciones dadas suelen atender a los posibles efectos de una exposición química intensa desde superficies recién pintadas y no sobre los posibles efectos a largo plazo.

Poco a poco el sector de las pinturas ha ido reduciendo la presencia de los COV en sus productos, otorgando a algunas, sellos como la **Eco-etiqueta europea** o AENOR. Pero ello no significa que algunas no puedan portar algún elemento problemático, aunque sin ser comparable a lo que sucede con ciertas pinturas no ecológicas basadas, por ejemplo, en disolventes tóxicos. Sin embargo, la **falta de regulación** está permitiendo que se denominen como “ecológicas” algunas pinturas que no lo son. También la falta de compromiso hace que las pinturas realmente ecológicas en España no hayan alcanzado las dimensiones suficientes, únicamente siendo posible encontrarlas en tiendas con un compromiso especial con los productos realmente ecológicos. Algunas marcas comprometidas son: PNZ, Livos, Naturhaus, Biofusta, Biofa, Ecoquimia, etc.

En las pinturas ecológicas, en lugar de disolventes convencionales, aditivos y materias plásticas frecuentemente problemáticos, se suelen usar **aceites vegetales como el de linaza o el de ricino**, y **resinas naturales como la colofonia o con base mineral, como el silicato potásico**, mezcladas con **pigmentos inorgánicos**. Existe también una variedad de gama de colores con pigmentos naturales que se pueden utilizar como aditivos a estas pinturas. Además, en algunos casos concretos puede recurrirse a **revestir con cal apagada, tierra o yeso** tal y como se ha hecho tradicionalmente.

A continuación, se pueden observar una clasificación de pinturas saludables en función de su composición (vegetales, a la cal y de silicato) (*Tabla 14*)

MATERIAL		COMPOSICIÓN	ÁREAS DE APLICACIÓN
Pinturas vegetales	<b>Pintura natural de dispersión (Dubron)</b>	Agua, greda, dióxido de titanio, resinas naturales, talco, caolín, proteínas, aceite de naranja, metilcelulosa y cloruro de plata. Contenido en diluyentes < 3% en peso.	En interiores, sobre superficies de yeso, hormigón, ladrillo, revoque, yeso encartonado, tableros OSB, papeles rugosos. No apta sobre papeles textiles ni vinílicos.
	<b>Pintura mural natural (Albion)</b>	Agua, greda, talco, resinas naturales, blanco de titanio, metilcelulosa, jabón de cera de abejas, aceite de cáñamo, aceite de cártamo, aceite de naranja, cloruro de plata, bórax, ácido bórico, proteínas e isoilifáticos. Contenido en disolventes <2% en peso.	
	<b>Pasta colorante (Ura)</b>	Agua, pigmentos térreos y minerales, jabón de cera de abejas, aceite de linaza cocido, dammar, éster de resina natural, aceite de naranja, isoilifáticos, etanol, ácido silícico, metilcelulosa, bórax y ácido bórico.	En interior para colorear pinturas murales LIVOS.
Pinturas a la cal	<b>Pintura de exterior (Colorlime)</b>	Agua, talcos, carbonatos cálcicos, calcitas, dolomías, goma de xantano, hidróxido cálcico en pasta, cola vegetal, aceites esenciales de manzana, ligante orgánico < 3-5% sobre el extracto seco.	Pintura natural para todo tipo de superficies exteriores.
	<b>Pintura de interior (Colornatur)</b>	Agua, talcos, carbonatos cálcicos, dióxido de titanio, cola vegetal, aceite esencial de romero, ligante orgánico <3-5% sobre el extracto seco.	Pintura natural para todo tipo de superficies exteriores.
	<b>Colorantes naturales para pinturas (Supermineral Colorea)</b>	Pigmentos minerales, emulsión (jabón) de cera natural, goma guar (polisacárido), ácido silícico.	Coloración y teñido de morteros de cal, cementos puzolánicos, al silicato potásico, lasures, ceras...
Pinturas de silicato	<b>Pintura para interior y exterior (Colormin)</b>	Goma de xantano, carbonato cálcico, dióxido de titanio, estabilizantes y dispersantes apropiados, silicato potásico soluble y ligante orgánico < 3-5% sobre el extracto seco.	Pintura mineral, transpirable, apta para exteriores e interiores.
	<b>Pintura para interior (Ecoclay Paint)</b>	Agua, arcilla, silicato de potasio y <5% de componentes orgánicos (acrilato estirenado, estabilizantes, espesantes y dispersantes).	Pintura de arcilla, libre de COVs y otras emisiones dañinas. Para paredes y techos interiores.
<b>Imprimación (Colorprimer)</b>		Agua, talcos, carbonatos cálcicos, pigmentos blancos naturales, cola vegetal, aceites esenciales de manzana, ligantes orgánico <5-3% sobre el extracto seco.	Puente natural como imprimación.
<b>Masilla Ecológica (Plasternatur)</b>		Agua, talcos, carbonatos cálcicos, dióxido de titanio, cola vegetal, dimetilcelulosa, aceite esencial de romero, ligante orgánico <5-3% sobre el extracto seco.	Para todo tipo de superficies interiores

Tabla 14. Pinturas naturales. Fuente: Elaboración propia, con datos de La Isla Sostenible (Tienda de materiales para bioconstrucción) y la web Pinturas Ecológicas by colorea



### 3.1.3 Tratamiento de protección de la madera

Vinculado al uso de pinturas están los productos como los **barnices** empleados en muebles y maderas, que también pueden emitir compuestos no deseables. Es posible que la mayoría de las maderas más empleadas hayan recibido una serie de tratamientos altamente tóxicos a fin de que se conserven. Hasta hace no mucho era frecuente que pudieran contener plomo, hoy es menos probable, sin embargo, contienen disolventes agresivos como, por ejemplo, el arsénico, la creosota<sup>27</sup>, el pentaclorofenol, etc.

Por un lado, los tratamientos más comunes aplicados sobre la madera, los cuales emiten diversas sustancias perjudiciales, son los **tintes** para madera, compuestos por sustancias como: decano, undecano, trimetilbenceno, etc. Y los **barnices** que contienen sustancias como: etilbenceno, trimetilhexano, trimetilheptano, etc.

Por otro lado, los **adhesivos** empleados en las maderas de conglomerado, aglomerado y contrachapado. Sus partículas o láminas son unidas frecuentemente con colas que contienen y liberan, una sustancia muy problemática: el formaldehído. No obstante, como se indicó al final del apartado *Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)* en la tabla 1 del presente documento, existen diferentes categorías de conglomerados, en función de su concentración de formaldehído (así lo establece la norma, la UNE 56-724-86). Como alternativa a los tableros de madera conglomerada unida con colas con formaldehído, hay algunas empresas que venden tableros en los que se han usado colas con base vegetal o de magnesita.

A consecuencia de lo mencionado, en el caso de que sea realmente necesario aplicar algún tipo de tratamiento a la madera, existe la posibilidad de usar materiales naturales no tóxicos. Gracias al sector ecológico que proporciona productos como **lasuras**<sup>28</sup>, **aceites naturales** sin tóxicos para endurecer la madera de los parquet haciendo innecesario recurrir a cubrirlas con películas plásticas. También protectores anticarcinoma, **barnices de aceite de linaza**, **bórax**, **aceites de cedro y arce para conservar la madera**, **aceite bangkirai**, **aceite de cera**, decapantes y disolventes menos problemáticos, entre otras cosas. (Tabla 15)

MATERIAL		COMPOSICIÓN	ÁREAS DE APLICACIÓN
Imprimaciones y lasuras	<b>Aceite de fondo nº261 (Dubno)</b>	Aceite de linaza, isoalifáticos, aceite de naranja, secantes sin plomo y aceite de romero.	En interior, para maderas con poco desgaste (techos de madera). Como imprimación antes de un embellecimiento posterior con lasuras, ceras o esmaltes LIVOS.
	<b>Lasura decorativa para madera nº270 (Kaldet)</b>	Aceite de linaza cocido y resina natural, pigmentos minerales y óxidos de hierro, cera micronizada, aceite de naranja, isoalifáticos, tierra arcillosa, secantes sin plomo.	En interiores para contrachapados, madera maciza, tableros OSB y multiplex
	<b>Lasura para muebles nº297 (Darix)</b>	Aceite de linaza, éster de aceite de linaza cocido y resina natural, greda, pigmentos	En interiores, para superficies de madera

<sup>27</sup> La creosota es un hidrocarburo aromático policíclico extraído del alquitrán y sirve, entre otros usos, para preservar de la putrefacción las maderas. Se le han asociado diversos escándalos sanitarios.

<sup>28</sup> Lasura es un recubrimiento de acción impregnante que deja un acabado "a poro abierto" y que no crea capa de modo que permite a la madera respirar para regular la humedad y facilitar su salida.

		térreos y minerales, aceite de naranja, isoalifáticos, etanol, ácido silícico, lecitina de soja y secantes sin plomo.	maciza y contrachapadas sin tratar.
Aceites, ceras y esmaltes	<b>Aceite para madera nº266 (Ardvos)</b>	Aceite de linaza cocido, resina natural, éster de glicerina y resina natural, aceite de naranja, isoalifáticos, ácido silícico, cera micronizada aminoazúcar deshidratado y secantes sin plomo.	En interiores, para maderas duras y coníferas (muebles y suelos).
	<b>Cera líquida nº315 (Gleivo)</b>	Cera de abejas, cera micronizada, cera de carnauba, aceite de pino, aceite de linaza, aceite de naranja, isoalifáticos, tierra arcillosa, aceite de romero y secantes sin plomo.	En interior para madera después de un tratamiento Previo.
	<b>Esmalte al aceite nº629 (Vindo)</b>	Ester de aceite de linaza cocido y resina natural, pigmentos minerales, isoalifáticos, aceite de naranja, greda, aceite cocido de ricino, dióxido de titanio, ácido silícico, aceite de naranja, caolín, bentonitas, aceite de pino, aceite de limón, lecitina de soja, aminoazúcar deshidratado, etanol y secantes sin plomo. No contiene biocidas.	En interior y exterior. Para metal y madera, después de una preparación del soporte
<b>Aceite de mantenimiento (Osmo)</b>		Aceites y ceras vegetales (aceites de girasol soja y cardo; ceras de carnauba y candelilla), parafina, pigmento blanco dióxido de titanio, agentes desecantes y aditivos hidro-repelentes. Disolvente sin benceno.	Para el cuidado y mantenimiento básico de suelos de madera acabados en Aceite-cera. Tarima maciza, multicapa, parquet, adoquín, tablero OSB y suelo de corcho.
<b>Jabón fluido especial (Osmo)</b>		Basado en aceites vegetales; 5-15% jabones vegetales (tensioactivos aniónicos); <5% tensioactivos no- iónicos; componentes protectores. No lleva tintes ni aromas, es biodegradable, libre de disolventes y compuestos volátiles.	Limpiador soluble en agua para limpieza y mantenimiento diario, especialmente diseñado para suelos acabados al aceite o cera.

Tabla 15. Tratamiento natural para las maderas. Fuente: Elaboración propia con datos de La Isla Sostenible (Tienda de materiales para bioconstrucción)

### 3.1.4 Revestimientos

Diferentes investigaciones han mostrado que algunos materiales que se utilizan en los revestimientos pueden contener sustancias nocivas, y que son liberadas al ambiente que se respira. Contribuyen a dicha intoxicación los productos que se utilizan para rellenar los espacios entre baldosas, compuestos como las **resinas epoxi** (famosas por la presencia en ellas del bisfenol A), las **siliconas**, las **baldosas vinílicas**, etc. En relación con estas últimas, la NTP 521 del INSHT trata algunas sustancias que pueden emitir, como: formaldehído, tolueno, heptano, fenol, cetonas, 2,2,4-trimetil-1,3-pentanodioldiisobutirato, fibras de amianto, etc. Además de las emitidas por los adhesivos para baldosas como: tolueno, benceno, acetato de etilo, etilbenceno, estireno, etc.

Algunas marcas proponen alternativas de productos ecológicos, para minimizar las sustancias tóxicas, son los **pavimentos continuos** obtenidos de materias primas y aditivos naturales y que no tienen consecuencias dañinas sobre la salud, como son los pavimentos de **cal, yeso natural, arcilla o linóleo**. También existen **pavimentos discontinuos** como son las **baldosas de barro cocido, baldosas hidráulicas, madera, piedra natural, corcho**, etc.

Incluso dando solución también a los techos, las placas de virutas de madera aglomeradas con magnesita y libres de tóxicos aportan unos techos absorbentes acústicos de calidad. Cada material tiene sus propiedades por lo que, según las necesidades de la construcción en cuestión, la estética que se quiera conseguir y el confort de los usuarios, se estudiará la solución más adecuada (Tabla 16).

MATERIAL		DEFINICIÓN	ÁREAS DE APLICACIÓN
Revestimientos continuos	<b>Cal aérea (Naturclay)</b>	Posibilidad de ejecutar soleras de cal, evitando el hormigón, y dando un acabado final con marmorina de cal y aceites naturales. Es de fácil aplicación, con una elevada resistencia, de aspecto liso, además de impermeable, transpirable y termo regulador. Acabados de mortero de cal: Cal Bonit, Marmorino y el Estuco	Paredes exteriores y zonas húmedas de la edificación (baños y cocinas)
	<b>Mortero de Arcilla acabado (Ecoclay)</b>	Su aplicación puede ser directa, debidamente mezclada con agua y arenas de diferentes granulometrías (no es necesario añadir colorantes ni aditivos) se garantizan acabados pulidos y resistentes, con un alto poder higroscópico y capacidad termorreguladora. Es estable a infiltraciones de agua, con baja dilatación térmica y alta transpirabilidad. Morteros decorativos de arcilla: Arcibonit, Marmorino de arcilla y el Estuco de arcilla	Paredes y suelos interiores, en las zonas secas.
	<b>Tadelakt (Tierrafino)</b>	Es un revoque de cal resistente al agua, adecuado para habitaciones húmedas y secas. Para enlucir con un espesor de 5-6 mm sobre superficies minerales estables y rugosas, como yesos de cal-	Para paredes, suelos y techos, en interior y exterior.

		cemento, yesos de cemento y yeso de arcilla base. Compuesto por cal (hidróxido de calcio) y pigmentos de tierra, pigmento de óxido de metal (Dover White y Ayers Rock)	
	<b>Linóleo (Armstrong)</b>	Se basa en la mezcla de aceite de lino con harina de madera o polvo de corcho, colocado sobre una lona o tela. Proporciona un acabado uniforme y puede pigmentarse. Al tratarse de un suelo continuo se evitan juntas indeseables.	Paredes y suelos interiores.
	<b>Yeso natural</b>	Dispone de alta resistencia, una baja dilatación térmica, de aspecto liso y brillante, además de impermeable y transpirable.	Paredes y suelos interiores.
<b>Revestimientos discontinuos</b>	<b>Baldosa de barro cocido (Ticsa)</b>	Ofrecen un buen aislamiento y una baja radiactividad, así como buena higroscopicidad, buena inercia térmica y contribuye a regular la humedad en espacios interiores, en torno a un 55%. Su composición es arcilla y agua, aunque posteriormente se le pueden aplicar tratamientos superficiales en la cara vista como aceite de linaza para aportar impermeabilidad.	Paredes y suelos interiores y exteriores.
	<b>Madera</b>	Maderas macizas naturales tratadas con aceite de linaza o cera, siempre que no lleven una base de contralaminado, ya que ésta podría contener adhesivos tóxicos. Por lo que se evitarán las maderas laminadas ya que tienen un alto contenido de cola. Otra opción es el parquet de madera, con una parte formada por tablero de fibra, en ese caso se tendrá en cuenta el tipo de colas empleadas.	
	<b>Piedra natural</b>	Para este tipo de pavimento es aconsejable evitar los granitos, en el caso de utilizarlo se debe de comprobar que no emita gas Radón el cual tiene efectos altamente cancerígenos. Son una buena opción los mármoles.	
	<b>Corcho</b>	Presenta un buen comportamiento acústico, resistencia al impacto, a la humedad y a la rayadura haciendo posible colocarlo en espacios públicos.	
<b>Construcción en seco</b>	<b>Placa de arcilla (EcoclayPLAC)</b>	Regula la humedad relativa de la estancia, alta permeabilidad al vapor de agua, baja conductividad, alta inercia térmica y absorbente del sonido	Construcción en seco de tabiques y trasdosados en interiores.
	<b>Placa de arcilla aligerada (EcoclayPLACork)</b>		Construcción de falsos techos en interiores.

Tabla 16. Revestimientos naturales. Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de varias fuentes.

Bien es cierto que en los últimos años **se han tomado medidas para reducir compuestos problemáticos**, pero como se ha podido observar todavía una buena parte de los materiales de construcción contienen sustancias preocupantes. Todos ellos pueden emitir compuestos que afecten a la CAI por lo que deben **elegirse cuidadosamente, y estudiar alternativas más naturales y saludables** que los materiales convencionales. Por consiguiente, hay que prestar atención al tipo de producto a utilizar, si se opta por una de las opciones comerciales de materiales ecológicos, es importante fijarse en los certificados de calidad ambiental interior y calidad medioambiental que tiene el producto.

En conclusión, no todos los materiales considerados como saludables son nuevos, pero en un mundo repleto de tóxicos, es importante ser consciente y conocer peligros que tienen los materiales empleados, para intentar vivir en un entorno lo más sano posible. La población debe de **aprender a elegir entre una larga lista de productos**, es por ello por lo que el etiquetado es un instrumento eficaz en la identificación de los productos. Para no caer en el engaño de las etiquetas donde pone “natural”, es conveniente leer siempre toda la composición del producto en cuestión. El acceso a la información tanto ambiental como de la composición química de los materiales, ayuda al consumidor en la toma de decisiones a la hora de elegir los materiales.

## Capítulo 4. ARQUITECTURA SALUDABLE EN SANTIAGO DEL TEIDE

En los capítulos anteriores de forma exhaustiva se analiza y explora una serie de documentos que consideran distintas perspectivas y evidencias del problema objeto de la investigación. En base al contexto actual, la necesidad de mejora de los ambientes y la calidad constructiva con un argumento sólido eco-sostenible, delimitó el tema del trabajo, presentando un argumento sólido y desarrollando un estudio acerca de diferentes productos empleados en construcción y su repercusión en la calidad del aire de los espacios habitables. Por ello, con el fin de precisar la correcta interacción de los productos con los usuarios y el medio ambiente, en este capítulo 4, se precisa su aplicación y los retos arquitectónicos, exponiendo sus posibilidades reales en un proyecto tipo de “pabellón experimental en la costa de Santiago del Teide (Canarias, España).”

El pabellón de pequeña dimensión (170m<sup>2</sup> construidos) está ubicado en el borde marítimo de Puerto de Santiago, se trata de un proyecto que fue pensado desde el análisis del soporte físico, sirviendo de condicionante y a su vez de activador del programa. En el que se recurrió a la memoria del lugar, proyectando así una construcción que respeta el lugar y valora la experiencia de las personas cuando visitan el municipio.

La edificación consta de dos plantas, y tiene como uso principal el de residencia vacacional, para grupos pequeños de jóvenes, aunque también ofrece espacios compartidos para realizar talleres, convirtiéndose en “activador urbano” como lugar de intercambio, tipo “Summer School”. El edificio cumple con el siguiente programa: En la planta baja un lounge-recepción, zona expositiva, aseo de cortesía, zona de almacenamiento y acceso a planta superior. En la planta superior un office de cocina, aseos con duchas y zonas de literas (*Planimetría 1 y anexo 1*).

La calidad de vida que una construcción ofrece a sus usuarios depende en gran parte de los materiales con los que se construya. Por ello este capítulo tiene como base la puesta en valor de algunos de los materiales investigados, para garantizar la óptima calidad y compromiso ambiental se han seleccionado los siguientes (*Tabla 17*):

- Placa de arcilla (*EcoclayPlac*)
- Placa de arcilla aligerada (*EcoclayPLACork*)
- Mortero de arcilla (*Mahal Ecoclay acabado*)
- Tadelakt (*Delphi blanco Tierrafino Stone*)
- Pintura mineral de silicato (*Colormin*)
- Panel de aglomerado de corcho natural expandido (*Traditerm*)
- Madera de Roble maciza (*Roble Ricard*)
- Linóleo (*Decaf: T3537*)

El grado de implicación que se pretende alcanzar en el pabellón en relación con la investigación realizada, es de un 85%.



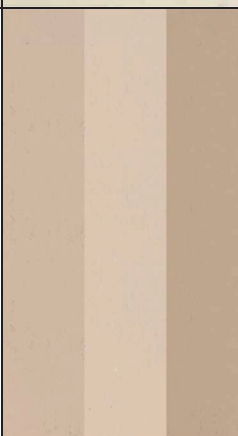
El pabellón está construido sobre una estructura de matriz de hormigón, la envolvente opaca, del cerramiento vertical, está formada por un muro de **hormigón armado** de 40cm de ancho, con áridos reciclados. El revestimiento interior es un **estuco** decorativo a base de cal natural (*Tadelakt*); seguido de un **mortero** de arcilla fino, sin aditivos; **trasdosado** autoportante formado por placas compuestas por mortero de arcilla con fibras vegetales y malla de yute,

sujetas a una **estructura autoportante** de acero galvanizado. La fachada con **revestimiento exterior** de fino mineral de aspecto mate (pintura mineral), **imprimación** para homogeneizar la absorción del soporte, una **mall**a de fibra de vidrio tejida, **fijaciones** mecánicas para la sujeción del **aislamiento térmico** (SATE) formado por placas de corcho natural y mortero de cal hidráulica natural para adherir los paneles al muro de hormigón armado (*Detalle 1*).

El elemento estructural que conforma la cubierta es una **losa maciza de hormigón armado**, inclinada, de 30cm de ancho, con áridos reciclados. Da soporte al **solado de baldosas cerámicas** de gres rústico, recibidas con adhesivo cementoso y lámina **impermeabilizante**, protegida por ambas caras con una **manta orgánica de yute**. Con el objetivo de reducir la transmisión de calor a través de la estructura se coloca aislamiento térmico de placas de corcho natural sujetas con adhesivo ecológico, natural libre de emisiones nocivas. Por su cara interior, a través de fijaciones mecánicas, se le da sujeción al **falso techo** continuo de doble placa, compuesta por mortero de arcilla aligerado con gránulos de corcho natural y malla de yute por ambas caras, con tratamiento de silicato en la parte interior de la placa (*Detalle 2*).

El nivel de suelo terminado de la construcción está revestimiento con un **pavimento laminado de madera de Roble** maciza, con un acabado mate, de alta resistencia a la humedad y a los arañazos. Sin embargo, en las zonas húmedas (aseos, baños y cocina) se coloca un pavimento de **linóleo**, sin presencia de PVC, ni sustancias químicas perjudiciales. (*Detalle 3*)

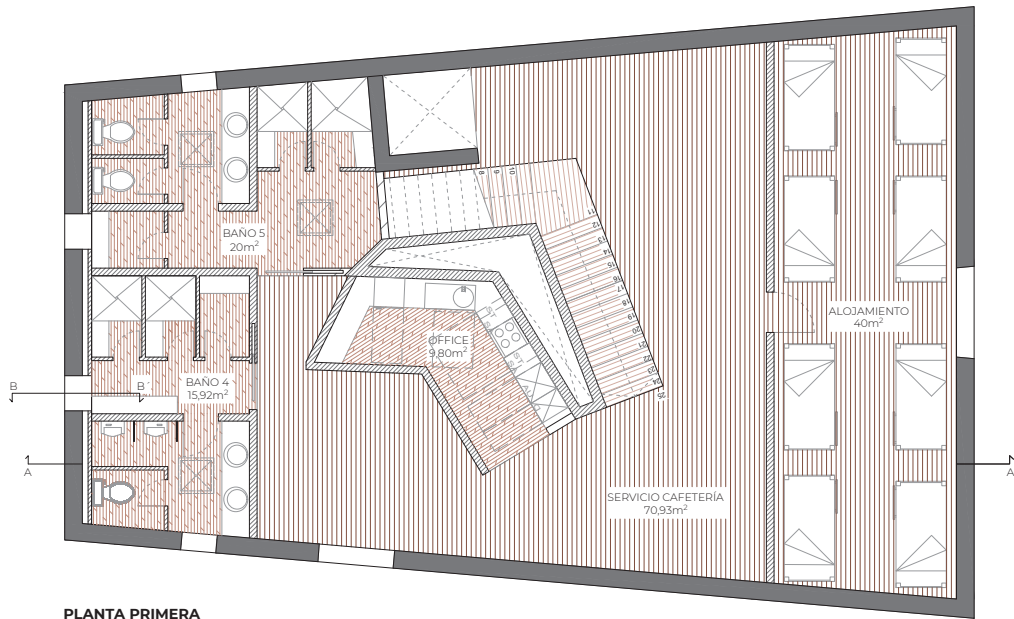
Por último, para mantener un **control de las concentraciones y variaciones reales del aire** en el interior, se prevé la instalación de una Unidad Wireless con el fin de monitorizar la calidad del aire interior (PPM technologies Ltd). La instalación de este sistema tiene por objetivo dar una representación visual de la calidad del aire interior en el pabellón, como parte de los estándares de gestión de edificios. La instalación de una unidad, de este sistema de monitorización, en cada una de las estancias, permite mostrar los cambios en la concentración de parámetros de calidad a lo largo del tiempo. Monitorizando índices como, por ejemplo, la temperatura a raíz de la elección de la envolvente y otras calidades higrotérmicas del interior como; la humedad relativa (HR), el CO<sub>2</sub>, el formaldehído entre otros COV y COP.

MATERIAL	COMERCIANTE	ESPECIFICACIONES	COMPOSICIÓN	ASPECTO
<b>Placa de arcilla</b> <i>(EcoclayPlac)</i>	<b>Ecoclay</b>	Solución natural en la construcción en seco de tabiques, trasdosados y falsos techos en interiores. Entre sus propiedades destaca regulación de la humedad relativa de la estancia, su permeabilidad al vapor de agua, su baja conductividad y alta inercia térmica para conseguir el máximo confort con un menor coste energético. Además, es absorbente acústico. Reúnen todas las ventajas de la arcilla natural sin aditivos.	<b>Mortero de arcilla</b> <b>Fibras vegetales</b> <b>Malla de yute</b> <b>Silicato</b>	
<b>Placa de arcilla aligerada</b> <i>(EcoclayPLACork)</i>	<b>Ecoclay</b>		<b>Mortero de arcilla</b> <b>Gránulos de corcho natural</b> <b>Malla de yute</b> <b>Silicato</b>	
<b>Mortero de arcilla</b> <i>(Mahal Ecoclay acabado)</i>	<b>Ecoclay</b>	Mortero de arcilla fino para revocos de acabado hasta 3mm, para allanar la superficie No contiene ningún aditivo químico y con una alta resistencia mecánica. Entre sus propiedades destacan la regulación de la humedad relativa de la estancia, su permeabilidad al vapor de agua, su baja conductividad y alta inercia térmica para conseguir el máximo confort con un menor coste energético.	<b>Arcilla fina</b> <b>Agua</b>	
<b>Tadelakt</b> <i>(Delphi blanco Tierrafino Stone)</i>	<b>Tierrafino</b>	Estuco decorativo, con un espesor de 5-6 mm sobre superficies minerales, como: yesos de cal-cemento, yesos de cemento y yeso de arcilla base. Entre sus propiedades destacan la resistencia al agua, haciéndolo adecuado para habitaciones húmedas y secas (interior-exterior) con alta resistencia a impactos. El acabado final "Stone" (mármol) se obtiene al pulir el estuco con una piedra.	<b>Cal</b> <b>Pigmentos de tierra</b> <b>Pigmento de óxido de metal</b>	
<b>Pintura mineral de silicato</b> <i>(Colormin)</i>	<b>Pinturas ecológicas by Colorea</b>	Revestimiento fino mineral, transpirable, con un aspecto mate mineral. Apta para exteriores e interiores. Entre sus propiedades destacan la capacidad de transpirar, el poder de cubrición, la resistencia de la intemperie y rayos UV.	<b>Goma de xantano</b> <b>Carbonato cálcico</b> <b>Dióxido de titanio</b> <b>Estabilizantes</b> <b>Silicato potásico</b> <b>Ligante orgánico</b> <i>(silicato potásico)</i>	

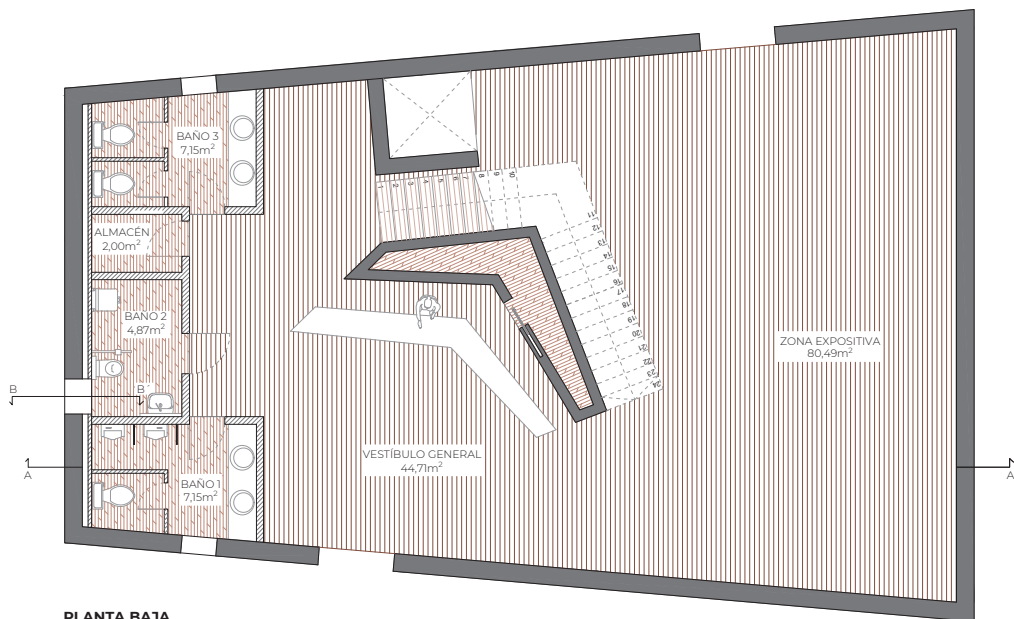


<p><b>Panel de aglomerado de corcho natural expandido (Traditem)</b></p>	<p><b>Grupo Puma</b></p>	<p>Aislamiento térmico exterior (0,040 W/mk) (SATE/ETICS). Entre sus propiedades destacan su estructura alveolar, que lo hace resistente a las lluvias y a las altas temperaturas, la buena capacidad de regulación higrométrica sin pérdida de las cualidades aislantes y su permeabilidad al agua.</p>	<p><b>Corcho natural</b> (procedente del alcornoque)</p>	
<p><b>Madera de Roble maciza (Roble Ricard)</b></p>	<p><b>Pergo</b></p>	<p>Revestimiento de pavimento discontinuo laminado mate, con una alta resistencia a la humedad y a los arañazos.</p>	<p><b>Tablero de fibra (HDF)</b> <b>Papel Resina</b> <b>Coridón (&lt;1%)</b></p>	
<p><b>Linóleo (Decaf: T3537)</b></p>	<p><b>Armstrong Flooring</b></p>	<p>Revestimiento de pavimento continuo que proporciona un acabado uniforme evitando juntas indeseables. Posee una alta resistencia al desgaste y tiene un mantenimiento sencillo y económico. Adaptable a cualquier proyecto, pudiéndose colocar en paredes y suelos interiores.</p>	<p><b>Aceite de lino</b> <b>Harina de madera</b> <b>Resina poliéster biológica</b> <b>Tela</b></p>	

Tabla 17. Materiales saludables que componen el Pabellón "Summer School" de Puerto Santiago. Fuente: Elaboración propia. Datos extraídos de los diferentes comerciantes.



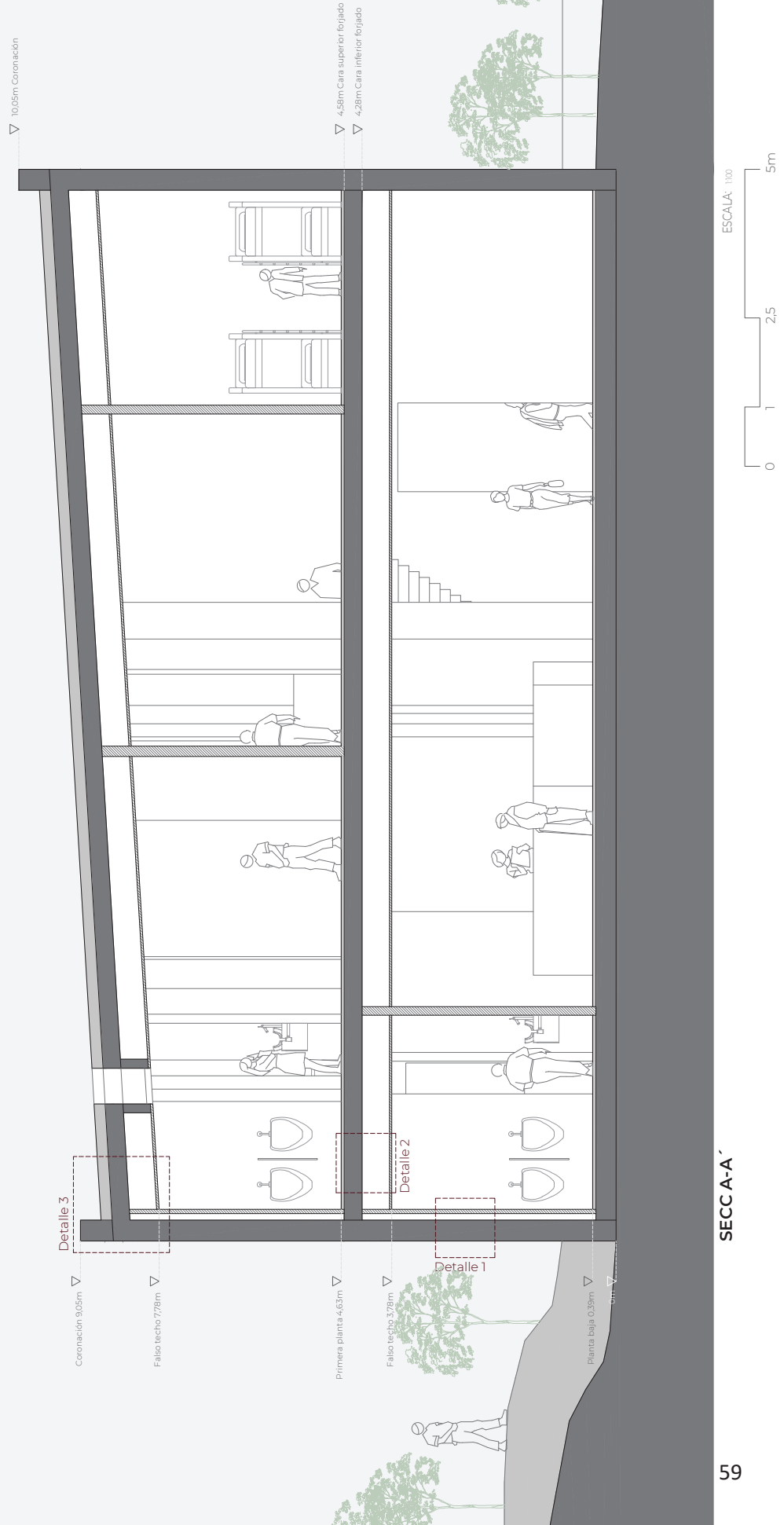
PLANTA PRIMERA



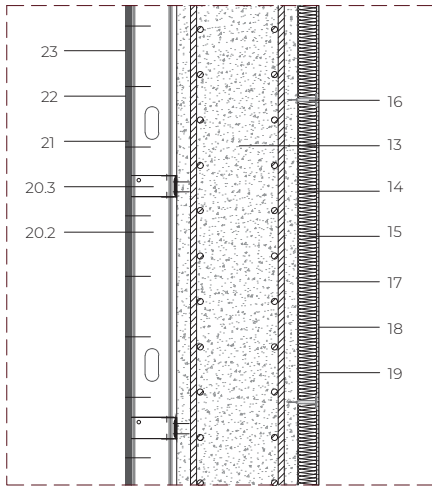
PLANTA BAJA



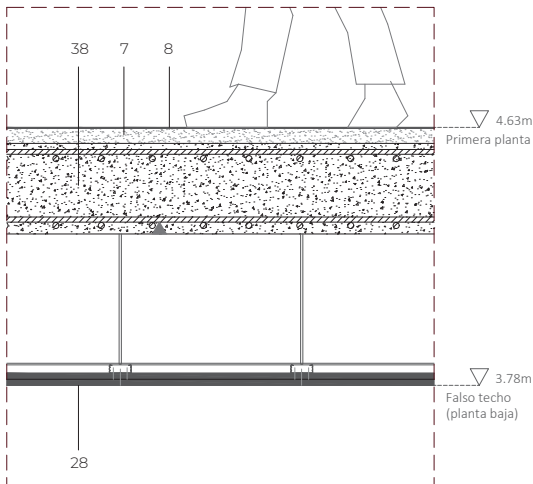
Planimetría 1. Planta primera y planta baja de distribución. Proyecto: Pabellón en Santiago del Teide



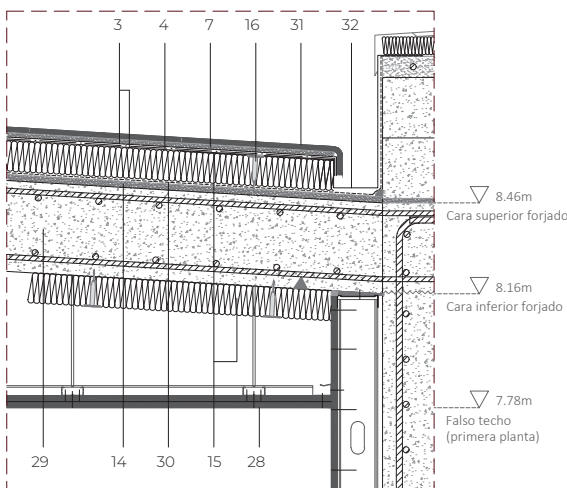
Planimetría 2. Sección A-A'. Proyecto: Pabellón en Santiago del Teide



Detalle 1 E:1/25. Cerramiento del Pabellón



Detalle 2 E:1/25. Forjado Planta primera



Detalle 3. E:1/25. Cubierta

ESCALA: 1:25



3. Manta orgánica *Fijavert c700* con red de yute (geotextil), de fibras 100% coco con dos mallas de red de yute y una red de polipropileno en ambas caras. Protección frente a riesgos de erosión. Gramaje de las fibras  $\sim 600 \text{ g/m}^2$ ; Abertura de malla red de yute  $11 \times 12 \text{ mm}$ ; resistencia a la tracción ASTM 1682 4 kN/m; Peso red de yute 55 g/m<sup>2</sup>; medida de los rollos (LxA): 30X2,4 m (o equivalente).
4. Lámina impermeabilizante autoadhesiva y barrera antigases como metano y radón (Coef. difusión  $1,6 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ ). Consiste en un mástico elastómero(SBS), con una armadura de film de polietileno(PE) de alta densidad adherido a una hoja de aluminio de 50 micras en su cara superior, y un acabado de film siliconado fácilmente extraíble en la cara inferior. *Texself GS* de espesor 1,5mm y 1x20m (*Soprema* o equivalente). Conforme a la norma UNE-EN 13970:2005 y UNE-EN 13969:2005/A1:2007
7. Mortero autonivelante de fraguado normal para la preparación de suelos interiores, para tráfico peatonal. Espesores entre 1-6cm. Recreido autonivelante CT C25 F6 B2 (*Paviland* o equivalente). Granulometría <3mm, resistencia a compresión (28 días)(EN:13892-2) >25 N/mm<sup>2</sup>, reacción frente al fuego: clase A1 (UNE-EN:13813).
8. Pavimento de linóleo, de 3,2mm de espesor, sin presencia de PVC, ni plastificantes, ni ortoftalatos, ni halógenos, ni sustancias químicas perjudiciales. Hecho con materiales de origen vegetal. Clasificación UPEC: U4 P3 E1 C2; clasificación al uso, según UNE-EN ISO 10874: clase34 para uso comercial, reducción del ruido de impactos 6dB (UNE-EN:10140); resistencia al fuego Cfl-s1 (UNE-EN:13501-1). *Armstrong Bio-Flooring (Mocha:T3619) 305x610x3,2mm* (o equivalente)
13. Muro de hormigón armado arquitectónico 2C, de entre 3 y 6 m de altura, de 40 cm de espesor medio, superficie plana, realizado con hormigón HA-30/F/20/XS1 fabricado en central, con cemento MR, y áridos reciclados, con aditivo hidrófugo, y vertido con bomba, y acero (UNE-EN 10080) B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>; montaje y desmontaje de sistema de encofrado con acabado visto con textura lisa.
14. Adhesivo ecológico para la colocación de aislamiento en fachada, natural y libre de emisiones nocivas, de disolventes y de formaldehído. Absorbe CO<sub>2</sub> ambiental, alta permeabilidad al vapor de agua, baja conductividad térmica, espesor mínimo 1mm. *Ecoglu* 221 o equivalente.
15. Aislamiento térmico por el exterior para sistema SATE, formado por placas de aislamiento de corcho natural de 60cm de espesor, de 1000x500mm, conductividad térmica 0,040W/mK, (UNE-EN:12667/12939), factor de resistencia a la difusión del vapor de agua 20 (UNE-EN:12086), Euroclase E de reacción al fuego (UNE-EN: 13501-1) (*Traditerm panel de corcho del Grupo Puma* o equivalente).
16. Fijaciones mecánicas con espigas de fijación de polipropileno H3-095 (*Weber* o equivalente) para aislamiento de 60mm. Diámetro de anclaje 8mm, diámetro de cabezal 60mm, profundidad de anclaje ( $h_{ef} \geq$ ) 25mm y de taladro 35mm.
17. Malla de fibra de vidrio tejida, con impregnación de PVC, de 10x10 mm de luz de malla, antiálcalis, de 115 a 125 g/m<sup>2</sup> y 500  $\mu\text{m}$  de espesor, para armar revocos tradicionales, enfoscados y morteros. *Webertherm malla 160* de 3,5x3x0,9mm y un peso de 131 g/m<sup>2</sup> (o equivalente).
18. Imprimación para homogeneizar la absorción del soporte, *Webertene primer silicato*, a base de silicato potásico y aditivos especiales, impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua (o equivalente).
19. Revestimiento fino mineral (pintura mineral) transpirable, de acabado mate mineral, resistentes a los rayos UV, según norma DIN18363. Densidad 0,05g/cm<sup>3</sup> (UNE 48098) (*Colormin by colorea* o equivalente).
20. Estructura autoportante de acero galvanizado (tipo de acero: DX51D y recubrimiento de zinc) formada por canales horizontales sólidamente fijados al suelo y al techo y montantes verticales:
  - 20.1 Canal de perfil de acero galvanizado de 150mm de anchura (UNE-EN:14195:2015).
  - 20.2 Montante de acero galvanizado en forma de C de 150mm de anchura. Presenta perforaciones para el paso de las instalaciones con forma oval (UNE-EN:14195:2015).
  - 20.3 Arriostramiento canal
21. Trasdosado autoportante arriostrado, formado por placas compuestas por mortero de arcilla con fibras vegetales y malla de yute por ambas caras, con tratamiento de silicato en la parte interior de la placa, atornillada a una estructura autoportante de acero galvanizado con disposición "N", montados sobre canales y fijados al paramento vertical. Tabiquería en seco *EcoclayPlac 130x60x2cm* (o equivalente).
22. Mortero de arcilla fino sin aditivos, compuesto por áridos seleccionados con granulometría de hasta 3 mm de diámetro densidad 1800 kg/m<sup>3</sup>, resistencia a compresión 1,9 N/mm<sup>2</sup>, suministrado en sacos, para regularización de superficies. (*Mahal-Ecoclay* o equivalente).
23. Estuco decorativo a base de cal natural (Tadelakt), granulometría <1,4mm, espesor >2mm, conductividad térmica 0,67W/mK (EN:1745:2002), resistencia al fuego A1 (UNE-EN:459-1:2016) (*Tierrafino* o equivalente)
28. Falso techo continuo adosado (130x60x1,2), absorción acústica 0,49 y resistencia al fuego A2-s1,d0. Constituido por doble capa de placas compuestas por mortero de arcilla aligerado con gránulos de corcho natural y malla de yute por ambas caras con tratamiento de silicato en la parte interior de la placa (*ecoclayPLACork*), fijadas mecánicamente mediante tornillos y rejuntado con pasta para el tratamiento de juntas. Sujetas por una estructura metálica de acero galvanizado de maestras primarias 80x15x50 mm con una modulación de 500 mm y fijadas a la losa de hormigón armado con anclajes directos cada 600 mm. Perfil en forma de U de acero galvanizado, acero DX51D, espesor 0,55mm para su fijación en el muro (*Canal de clip Pladur*) y perfil metálico en U, de acero galvanizado, de 45mm como elemento portante de la placa de arcilla, (*Perfil T-45 Pladur*) varilla roscada para el cuelgue de las placas (o equivalente).
24. Losa maciza de hormigón armado (REI-30), inclinada, con altura libre de planta de entre 3,70 y 4,75m, canto 30 cm, realizada con hormigón HA-30/B/20/XS1 fabricado en central, con cemento MR, y áridos reciclados, con aditivo hidrófugo, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 21 kg/m<sup>2</sup>. Malla inferior electrosoldada ME 20x20  $\varnothing$  10-10 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 y malla inferior electrosoldada ME 20x20  $\varnothing$  10-10 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir.
25. Barrera de vapor con estanqueidad al aire, de polietileno, *Barrier 150 Rothblaas*, 0,20mm de espesor y 188 g/m<sup>2</sup>, permeabilidad al aire 0,03 m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup> a 50 Pa, Euroclase E de reacción al fuego (UNE-EN 13501-1); cola *Membrane Glue Rothblaas* para el sellado de encuentros, grapas L *Rothblaas* y cinta autoadhesiva *Flexi Band Rothblaas* para sellado de juntas (o equivalente)
26. Solado de baldosas cerámicas de gres rústico, de 45x45 cm, capacidad de absorción de agua 3% $\leq$ E<6%, grupo AII, resistencia al deslizamiento Rd>45, clase 3, para exteriores, recibidas con adhesivo cementoso C2 TE S2 (UNE-EN 12004), altamente deformable, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado (*Pegoland Flex Record* o equivalente) y rejuntado con mortero de juntas cementoso, juntas de 2 a 15 mm.
27. Canalón cuadrado de PVC con óxido de titanio, de 140x111 mm, color gris claro, según UN-EN:638727/743 (*Dakota G-125* o equivalente)
38. Losa maciza de hormigón armado, horizontal, con altura libre de planta de 3,97 m, canto 30 cm, realizada con hormigón HA-30/F/20/XS1 fabricado en central, con cemento MR, y áridos reciclados, con aditivo hidrófugo, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 21 kg/m<sup>2</sup>; malla superior electrosoldada ME 20x20  $\varnothing$  10-10 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 y malla inferior electrosoldada ME 20x20  $\varnothing$  10-10 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir.

## Capítulo 5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

### 5.1 Conclusiones

Conforme a lo estudiado en los apartados anteriores, la **calidad del aire repercute directamente sobre la salud** de las personas y el medio ambiente, y a pesar de ello, no se le da la importancia que merece. La emisión de sustancias tóxicas tiene consecuencia directa en la contaminación atmosférica, convirtiéndose en una de las principales causas del deterioro en la calidad de vida. Según la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) alrededor del 85% de la población urbana europea está expuesta a unos niveles de contaminación que la OMS califica como perjudiciales para la salud.

En las últimas décadas se han pautado **normas de calidad** que promueven una mejora en la calidad del aire y una reducción de las emisiones de agentes químicos. Por ejemplo, las políticas europeas, nacionales y locales tienen por objetivo alcanzar unos niveles de calidad del aire que no generen efectos ni riesgos inaceptables para la salud humana y el medio ambiente, al mismo tiempo que se fomenta el desarrollo sostenible. Sin embargo, la “Indoor Generation” también debe sumarse a la causa, por pasar gran parte de su tiempo en espacios interiores, tomando conciencia sobre la calidad de su entorno, y promoviendo habitar espacios lo más saludable y confortable posible.

Se ha estimado que las personas sufren el 72% de la exposición a químicos cuando están en interiores (estudio realizado por la EPA), por ello se considera que el estilo de vida de la “Indoor Generation” es poco salubre. En unas determinadas condiciones, la presencia de contaminantes ha sido y sigue siendo capaz de causar graves problemas de salud.

Existe una evidente relación cuantitativa entre la contaminación con **materia particulada** a determinadas concentraciones y sus **efectos sobre la salud y el medio ambiente**. En ocasiones, la presencia de sustancias contaminantes a unos niveles bajos de concentración, no producen efectos adversos en las personas, sin embargo, se convierten en peligrosas si se absorben en grandes cantidades o durante largos períodos de tiempo. Es por ello por lo que se han establecido valores límite para ciertos compuestos y sustancias químicas, haciendo de su presencia algo menos perjudicial.

Ninguna sustancia es totalmente tóxica, del mismo modo, se puede decir que ninguna sustancia es totalmente “atóxica”. Dicha **toxicidad viene dada por la dosis o cantidad ingerida** por el organismo, a través de las distintas vías de entrada, por contacto con la piel, por ingestión o la más frecuente en este contexto por vía respiratoria, con la **inhalación de contaminantes**, que penetran directamente en la sangre sin atravesar ningún filtro. Así pues, la materia particulada presente en el aire contaminado está estrechamente relacionada con la creciente incidencia de enfermedades como cáncer, sensibilidad química múltiple, el cansancio crónico, la fibromialgia, etc.

Otro punto a destacar es cómo determinar si un **ambiente está contaminado y a qué nivel**, para ello es esencial medir la calidad del aire, del que dependen factores que pueden acarrear riesgos físicos químicos y biológicos evitables. Se ha observado cómo los riesgos químicos a los que se enfrentan los usuarios son mayores en ambientes cerrados, afirmando que la toxicidad está ligada principalmente a la composición de los materiales que revisten los espacios. En su mayoría en presencia de sustancias como metales pesados, disolventes y adhesivos con una alta capacidad de volatilidad (COV) y otras resistentes a la degradación y

bioacumulación (COP). Por ello, la **medición** debe de convertirse en una materia de conocimiento generalizado en la sociedad, por ejemplo, medir los niveles de COV y COP presentes en el ambiente, provenientes de las fuentes de emisiones ayudaría a poder evaluar la calidad del aire que se respira en esos espacios interiores y así saber qué medidas adoptar. Es una acción clave, que recae sobre algunos de los agentes implicados en la construcción (arquitecto, productores, usuarios, etc.), para poder luchar contra la disminución de las emisiones de aquellos agentes contaminantes más perjudiciales y alcanzar resultados óptimos en la reducción de contaminación global a todas las escalas.

Muchos de los **materiales** empleados en la arquitectura presentan **sustancias químicas** propensas a alterar la salud y el medio ambiente. Con el paso de los años, a causa del desarrollo, se ha dejado de lado el empleo de sustancias naturales, cuyo origen es mineral, vegetal o animal, por otros de naturaleza sintética, incluso derivados del petróleo, para la elaboración de resinas y pigmentos sintéticos que durante las últimas décadas han adquirido una gran importancia.

Para tratar de reducir este tipo de contaminación se necesita que haya cierta concienciación social acerca de los riesgos que ello supone. Hoy en día, el término ecológico ha adquirido gran relevancia prácticamente en todos los ámbitos, y se empieza a convertir en un criterio observable para el desarrollo y elaboración de un buen número de productos, entre ellos los relacionados con la arquitectura. Algunos de los materiales como: los **tratamientos para la madera, las fibras de vidrio, los adhesivos, los sellantes o las pinturas**, que por sus características específicas (contacto directo con los usuarios), se han contemplado como candidatos para ser abordados desde la perspectiva de controlar la calidad del aire en espacios cerrados. Ya que favorecen la **liberación de COV y COP**, en presencia de contaminantes como: formaldehídos, butanol, acetona, hidrocarburos aromáticos, plomo, aluminio, etc. Por este motivo, se aconseja el empleo de materiales alternativos con certificados que garanticen el empleo de productos seguros, y que contribuyan a una adecuada CAI y que proporcionen bienestar, salud y confort.

Para vivir en un ambiente interior biótico y favorable, y poder gozar de un óptimo estado de salud prolongado en el tiempo, se han estudiado **algunas medidas para lograr una mejora en las condiciones del aire**, así como las condiciones ambientales y los niveles de concentración de contaminantes presentes en el ambiente, tales como: gases, partículas, residuos biológicos, etc. los cuales son potencialmente peligrosos para la salud. Algunas de ellas son:

- El control de la existencia de compuestos químicos perjudiciales para la salud y el medio ambiente, ya que a la larga sensibilizan los organismos.
- Fijar valores límites de calidad del aire de forma segura y responsable.
- La ventilación e intercambio de aire también son consideradas. Desde sistemas de ventilación mecánica controlada, sistemas de filtración y purificación del aire.
- Control y medición de los niveles de contaminación del aire y factores como la temperatura y/o humedad relativa.
- La alternativa más interesante es la búsqueda de materiales de construcción saludables, que aseguran una calidad del aire óptima.

La creciente preocupación frente a la salud y el medio ambiente ha llevado poco a poco a muchos fabricantes a ir más lejos en sus investigaciones para desarrollar productos bajo un nuevo concepto el ecológico, es decir, productos de una menor agresividad hacia el medio ambiente y a la salud de las personas. Ampliando el abanico de productos y materiales del

mercado, y es que entre las distintas posibilidades que ofrecen los fabricantes, la responsabilidad de elección de unos frente a otros recae en los consumidores.

Por último, tras haber estudiado la posibilidad de existir concentraciones, de sustancias contaminantes perjudiciales para la salud, por encima de los permitido se ha realizado una aproximación real a lo que sería un modelo de construcción saludable en lo que se refiere a calidad de aire interior. De esta manera se afirma la posibilidad de proyectar espacios libres de compuestos tóxicos, sustituyendo aquellos materiales que producen variaciones en la calidad del ambiente interior y que alteran el organismo de los usuarios, por otros respetuosos con la salud de los habitantes.

En un mundo repleto de tóxicos, es importante ser consciente y conocer los riesgos que supone para la salud de las personas y la calidad del aire del ambiente, la elección de unos materiales frente a otros. Construir con materiales naturales será bueno para las personas y, por ende, lo será para el planeta.

## 5.2 Perspectivas de trabajo futuro

En lo que se corresponde a las líneas de investigación futuras que enmarca esta investigación, se consideran interesantes los siguientes temas.

Una nueva línea para la ampliación del presente trabajo será realizar **nuevos ensayos** en diferentes espacios domésticos, desde un centro de estudio (pública concurrencia) a una vivienda (residencial urbano), tomando un mayor número de muestras e incluyendo diferentes sustancias perjudiciales para la salud, con la finalidad de obtener más datos y poder compararlos entre sí.

Otra línea muy interesante será investigar acerca de otros **materiales** del mercado, su origen, composición y aplicación. Además, de las medidas a adoptar para regular la emisión de contaminantes.

Así mismo, es interesante estudiar la **renovación del aire** en interiores y su repercusión en la CAI de esos espacios, junto a las técnicas de medición y control del aire en dicho ambiente.

Por último, cualquier trabajo futuro que se realice en este campo ha de seguir con la ampliación del marco teórico y la actualización del panorama normativo, pues es un campo en continua investigación.



## GLOSARIOS

### A

**Adsorber** (tr): Se dice de un cuerpo cuando es capaz de atraer y retener en su superficie moléculas o iones pertenecientes a otro cuerpo.

### B

**Biótico** (adj): Es el medio donde existe vida y, por lo tanto, organismos vivos. Los organismos que lo conforman deben de sobrevivir y reproducirse en un ambiente con otros organismos.

**Biocida** (adj): Son sustancias o mezclas que están compuestas, por lo general, de una o más sustancias (incluidos los microorganismos). Tienen por objetivo destruir, neutralizar, contrarrestar, ejercer un control diferente o impedir la acción sobre cualquier organismo nocivo.

**Bifenilos policlorados (PCBs)**: Son un compuesto químico formado por carbón, cloro, e hidrógeno. Pertenecen a la categoría de contaminantes orgánicos persistentes (COPs).

### C

**Ciclos biogeoquímicos**: Son procesos de transporte, producción y descomposición de los elementos químicos, entre el ambiente que los rodea y los seres vivos, también denominados circuitos de intercambio.

**Creosota** (f): Líquido cáustico y viscoso, de color pardo amarillento. Se solía extraer del alquitrán y servía para preservar de la putrefacción las carnes y las maderas, entre otros usos.

### E

**Epigenética** (adj): Es el estudio de los cambios en la función de los genes que son hereditarias y que no se pueden atribuir a alteraciones de la secuencia de ADN.

### F

**Fitosanitario** (adj): son mezclas químicas que contienen una o varias sustancias activas cuyo objetivo es proteger los vegetales y sus productos de organismos nocivos. Gracias a estos ha incrementado la productividad agrícola y se estima que sin ellos disminuiría la producción de alimentos al menos en un 30%. Sin embargo, por su naturaleza pueden ser peligrosos para la salud y el medio ambiente.

**Formaldehído** (m): La urea-formaldehído, es un tipo de resina o adhesivo cuya principal propiedad es que, una vez moldeada, no se ablanda con el calor, sino que se endurece debido a su estructura interna. Esta resina se utiliza en adhesivos, acabados, tableros de densidad media y objetos moldeados.

## G

**GES:** Se dice de un grupo de trabajadores con el mismo perfil de exposición frente a un agente o agentes químicos objeto de estudio, debido a la similitud y frecuencia de las tareas desarrolladas, procesos de trabajo, por los materiales.

## H

**Hexabromobifenilo:** Es un producto químico perteneciente a los contaminantes orgánicos persistentes, y se ha venido utilizando principalmente como pirorretardante en plásticos y fibras sintéticas.

## L

**Lasur (m):** Es un recubrimiento de acción impregnante que deja un acabado “a poro abierto” permitiendo a la madera respirar para regular la humedad y facilitar su salida.

## P

**Principio de precaución:** El principio de precaución es un enfoque de la gestión del riesgo, según el cual, en caso de que una determinada política o acción pudiera causar daños a las personas o al medio ambiente y no existiera consenso científico, la política o acción en cuestión debería abandonarse.

**Perfluoroalquilos:** Son un grupo de sustancias químicas que no se encuentran de forma natural en el medioambiente, es decir, son fabricadas por el hombre. Se pueden encontrar en el aire, la tierra y el agua, como resultado de su producción y uso. No se descomponen en el medioambiente muy fácilmente, y pueden filtrarse a través de la tierra hasta llegar al agua subterránea.

## S

**Sustancia inorgánica:** Es toda aquella sustancia que carece de enlaces entre átomos de Carbono y átomos de Hidrógeno (hidrocarburos). Como por ejemplo el ácido sulfúrico o el cloruro sódico.

**Sensibilidad química múltiple (SQM):** Se trata de un trastorno en la respuesta fisiológica de determinados individuos, frente a ciertas sustancias que se encuentran en el medio ambiente.

## T

**Threshold limit values (TLVs):** Son la concentración máxima promedio en el aire de un material peligroso al que pueden estar expuestos los trabajadores adultos sanos durante una semana laboral de cuarenta horas y una jornada laboral de ocho horas.

**Toxicocinética:** Es el estudio de los procesos mediante los cuales se tratan las sustancias potencialmente tóxicas en el organismo. Supone entender cómo funciona la absorción, distribución, metabolismo y excreción de dichas sustancias.

## BIBLIOGRAFÍA

### ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN

1. AA.VV. (2020, diciembre 30). El proyecto. ISGlobal Ranking Of Cities. Recuperado 29 de marzo de 2022, de <https://isglobalranking.org/es/el-proyecto/>
2. AA.VV. (S.f.). Introducción al conocimiento y prevención de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) Gob.es. Recuperado el 25 de marzo de 2022, de [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/COPs\\_tcm30-185064.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/COPs_tcm30-185064.pdf)
3. Ramírez. (2002). La construcción sostenible, 1-4. Física y sociedad, 13, 30-33. Recuperado el 6 de abril de 2022, de [https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13\\_30-33.pdf](https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13_30-33.pdf)
4. Bartual Sánchez, J. (1984). Criterios toxicológicos generales para los contaminantes químicos (NTP 108). CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA-Barcelona. [https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp\\_108.pdf/85c93b7e-b2e9-4e55-8bd6-f40fffbbc005?version=1.0&t=1617977282821](https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_108.pdf/85c93b7e-b2e9-4e55-8bd6-f40fffbbc005?version=1.0&t=1617977282821)
5. E. Sánchez (s.f.). El 68% de los españoles desconoce que el aire del interior podría estar hasta 5 veces más contaminado que el del exterior. Informadores de la salud. (Anis). Recuperado el 3 de marzo de 2022, de <https://anisalud.com/actualidad/notas-de-prensa-anis/3150-el-68-de-los-espanoles-desconoce-que-el-aire-del-interior-podria-estar-hasta-5-veces-mas-contaminado-que-el-del-exterior>
6. E.Silvestre, P.Maroto, L.J.Sánchez de León Linares. Guía de Calidad del Aire Interior (2016). Recuperado el 1 de abril de 2022, de <https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2016/11/Guia-de-Calidad-del-Aire-Interior-fenercom-2016.pdf>
7. L. Ruiz & M<sup>a</sup>. Peñahora. (2008). Calidad del ambiente interior. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. [https://www.insst.es/documents/94886/509319/CalidadambinteriorDTECAI.pdf/6f7cf a1c-215d-4f56-9e39-2869a23d8892#:~:text=La%20norma%20UNE%20171330%3A2008,valores%20de%20os%20factores%20f%C3%ADsicos.](https://www.insst.es/documents/94886/509319/CalidadambinteriorDTECAI.pdf/6f7cf a1c-215d-4f56-9e39-2869a23d8892#:~:text=La%20norma%20UNE%20171330%3A2008,valores%20de%20os%20factores%20f%C3%ADsicos)
8. M<sup>a</sup>. Berenguer Subils (1999). NTP 521: Calidad de aire interior: emisiones de materiales utilizados en la construcción, decoración y mantenimiento de edificios. Redactora. Insst.es. Recuperado el 1 de abril de 2022, de [https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp\\_521.pdf/974832e1-d26f-41b6-9913-8e50baf8b9d0](https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_521.pdf/974832e1-d26f-41b6-9913-8e50baf8b9d0)
9. *National Geographic* (2019). Las civilizaciones antiguas ya arruinaban el planeta hace miles de años. [online] Available at: <[https://www.nationalgeographic.com/es/ciencia/civilizaciones-antiguas-ya-estaban-arruinando-planeta\\_14636](https://www.nationalgeographic.com/es/ciencia/civilizaciones-antiguas-ya-estaban-arruinando-planeta_14636)> [Accessed 13 February 2022].
10. OMS. (2021, 22 septiembre). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. Organización Mundial de la Salud. Recuperado 29 de marzo de 2022, de [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
11. S. (2018, 5 marzo) Causas de la contaminación del aire interior; medidas de control [Blog]. Soler & Palau Sistemas de Ventilación (S&P). Recuperado el 6 de marzo de 2022. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/causas-contaminacion-aire-interior/#:~:text=De%20hecho%2C%20se%20estima%20que,quando%20est%C3%A1n%20en%20espacios%20interiores>

12. S. Rodríguez, S. Sánchez, C. Roman. (2015). Evaluation of Ventilation and IAQ Parameters Measured in Social Housing in Madrid. 10.13140/RG.2.2.27367.85927. [https://www.researchgate.net/publication/304156497\\_Evaluation\\_of\\_Ventilation\\_and\\_IAQ\\_Parameters\\_Measured\\_in\\_Social\\_Housing\\_in\\_Madrid](https://www.researchgate.net/publication/304156497_Evaluation_of_Ventilation_and_IAQ_Parameters_Measured_in_Social_Housing_in_Madrid)

## GLOSARIO

13. Adsorber (s.f.). Rae.es. Recuperado el 24 de marzo de 2022, de <https://dle.rae.es/adsorber?m=form>
14. Biótico. (s. f.). En Significados. Recuperado 23 de marzo de 2022, de <https://www.significados.com/biotico/>
15. Biocidas. (s.f.). Gob.es. Recuperado el 23 de marzo de 2022, de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/biocidas/>
16. Bifenilos policlorados (PCB) GECOP. (s.f.). Gecop.cl. Recuperado el 23 de marzo de 2022, de <https://www.gecop.cl/que-es-el-pcb/>
17. Ciclos Biogeoquímicos - Concepto, importancia, tipos y ejemplos. (s.f.). Concepto. Recuperado el 15 de marzo de 2022, de <https://concepto.de/ciclos-biogeoquimicos/>
18. Creosota. (2021). RAE. Recuperado 4 de mayo de 2022, de <https://dle.rae.es/creosota>
19. Dioxinas, Furanos y PCBs. (2020, febrero 18). ELIKA Seguridad Alimentaria. Recuperado el 23 de marzo de 2022, de <https://seguridadalimentaria.elika.eus/fichas-de-peligros/dioxinas-furanos-y-pcb/>
20. Epigenética (s. f.). En National Human Genome Research Institute. Laura Elnitski, Ph.D. Recuperado 24 de febrero de 2022, de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Epigenetica>
21. Fitosanitarios. (s.f.). Portal INSST. Recuperado el 23 de marzo de 2022, de <https://www.insst.es/materias/riesgos/agentes-quimicos/fitosanitarios>
22. Fitosanitarios. (s/f). Gob.es. Recuperado el 23 de marzo de 2022, de <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/fitosanitarios/>
23. Formaldehído - Global Composites. (s.f.). Especialistas en materiales compuestos. Recuperado el 24 de marzo de 2022, de <https://www.globalcomposites.es/glossary/resina-de-urea-formaldehido-urea-formaldehyde-resin/>
24. Hexabromobifenilo (HBB) Naciones Unidas (s.f.). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Recuperado el 14 de marzo de 2022, de [http://chm.pops.int/Portals/0/docs/from\\_old\\_website/documents/meetings/poprc/c hem\\_review/HBB/HBB\\_Proposal\\_s.pdf](http://chm.pops.int/Portals/0/docs/from_old_website/documents/meetings/poprc/c hem_review/HBB/HBB_Proposal_s.pdf)
25. Lasur. (2017, 30 enero). Maderea. Recuperado 3 de mayo de 2022, de <https://www.maderea.es/que-es-un-lasur/>
26. Principio de precaución. (s. f.). En Glosario de las síntesis. EUR-lex. Recuperado 27 de febrero de 2022, de [https://eur-lex.europa.eu/summary/glossary/precautionary\\_principle.html?locale=es](https://eur-lex.europa.eu/summary/glossary/precautionary_principle.html?locale=es)
27. Perfluoroalquilos (PFOS) (2021, octubre 15). Cdc.gov. Recuperado el 14 de marzo de 2022, de [https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts200.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts200.html)
28. Sustancia inorgánica. (s.f.). Quimica.es. Recuperado el 24 de marzo de 2022, de [https://www.quimica.es/enciclopedia/Sustancia\\_inorg%C3%A1nica.html](https://www.quimica.es/enciclopedia/Sustancia_inorg%C3%A1nica.html)

29. Threshold limit values (TLVs) (s. f.). Noaa.Gov. Recuperado el 25 de marzo de 2022, de <https://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/chemical-spills/threshold-limit-values-tlvs>
30. Toxicocinética. (s.f.). European Food Safety Authority. Recuperado el 29 de marzo de 2022, de <https://www.efsa.europa.eu/es/glossary/toxicokinetics>

## MATERIALES

### Revestimiento de suelos:

31. Pavimento discontinuo de madera maciza (Roble Ricard) [https://pro.pergo.es/es-es/laminados/drammen-pro/l0248-05017\\_roble-ricard#documents](https://pro.pergo.es/es-es/laminados/drammen-pro/l0248-05017_roble-ricard#documents)
32. Pavimento continuo de linóleo para baños y office (Mushroom Beige: T3509, Armstrong Flooring) <https://www.armstrongflooring.com/commercial/en-us/products/bio-flooring/migrations-bbt/item/T3537.html>

### Revestimiento de paredes:

33. Trasdoso de placas de arcilla (EcoclayPLAC) <https://ecoclay.es/productos/ecoclayplac-2/ecoclayplac/#1606932184722-28073a80-20b8>
34. Falso techo de placas de arcilla aligerada (EcoclayPLACork) <https://ecoclay.es/productos/ecoclayplac-2/ecoclayplacork/>
35. Mortero de Arcilla para allanar superficie (Ecoclay) <https://ecoclay.es/productos/ecoclay-plaster/ecoclay-acabado/#1606932182186-7fad285-332a>
36. Mortero (TADELAKT) de acabado final en baños y office (Tierrafino) <http://www.tierrafino.es/tadelakt>
37. Aislamiento térmico para sistema SATE, panel de aglomerado de corcho natural expandido (Traditerm) <https://www.grupopuma.com/es-ES/productos/ver/traditerm-panel-corcho-es-es>
38. Pintura para exterior (Coloreco - Colormin) <https://www.pinturasecologicas.com/tienda/pinturas-colorea/pintura-ecologica-de-silicato-para-exterior-e-interior-colormin-15-l/>

## NORMATIVA

39. AA.VV. (2004). Plan de acción de medio ambiente y salud (2004-2010). Eur-lex. Recuperado el 8 de abril de 2022, de <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128145>
40. BOE. (2003, 7 febrero) Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre la limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades. Gobierno de España. Recuperado el 20 de abril de 2022, de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2003/BOE-A-2003-2515-consolidado.pdf>
41. BOE. (2011, 28 enero) Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. Gobierno de España. Recuperado el 12 de febrero de 2022, de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-1645-consolidado.pdf>
42. INSST. (2021) Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. Recuperado el 5 de abril de 2022, de

- <https://www.insst.es/documents/94886/1637405/LEP+2021.pdf/3e65c9ac-0708-f262-4808-2562cc9e0134>
43. INSHT. (2013) Guía Técnica: para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en los lugares de trabajo. Recuperado el 14 de junio de 2022, de <https://www.insst.es/documents/94886/789467/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+agentes+qu%C3%ADmicos.pdf/423a7e16-6bcc-4b10-a59e-7d9d40f99fed?t=1605800484784>
  44. M<sup>a</sup>, J. Berenguer Subils. (1991). NTP 289: Síndrome del edificio enfermo: factores de riesgo. Insst.es. Recuperado el 1 de marzo de 2022, de [https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp\\_289.pdf/7299d03d-aba7-4b06-8adb-5d5732fb5eb9](https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_289.pdf/7299d03d-aba7-4b06-8adb-5d5732fb5eb9)
  45. Parlamento Europeo. Textos aprobados, revisión intermedia del Plan de Acción Europeo sobre Medio Ambiente y Salud 2004-2010. (2008, 4 septiembre). Europa.eu. Recuperado el 15 de marzo de 2022, de [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-6-2008-0410\\_ES.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-6-2008-0410_ES.html)
  46. P.Pastor. Guía de Calidad del Aire Interior. (s/f). Recuperado el 5 de abril de 2022, de <https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2016/11/Guia-de-Calidad-del-Aire-Interior-fenercom-2016.pdf>
  47. Une.org. (2016) Comité CTN 171 Calidad ambiental en interiores. Recuperado el 22 de marzo de 2022, de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/comites-tecnicos-de-normalizacion/comite?c=CTN%20171>
  48. X. Guardino Solá (1991). NTP 466: Calidad del aire: determinación ambiental de formaldehído y medición de su contenido en tableros. Insst.es. Recuperado el 8 de marzo de 2022, de [https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp\\_466.pdf/de96c84f-4aa6-4d9e-adac-c36b25d51c20](https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_466.pdf/de96c84f-4aa6-4d9e-adac-c36b25d51c20)

## PÁGINA WEB

49. Aktiengesellschaft, F. (s. f.). STEICO - El sistema constructivo por naturaleza | Aislantes de madera. Steico. Recuperado 8 de junio de 2022, de <https://web.steico.com/es/productos/aislantes-de-madera/>
50. Aldea Canaria. (s. f.-b). La Isla sostenible - Bioconstrucción y sostenibilidad en Canarias. La Isla Sostenible. Recuperado 27 de abril de 2022, de <https://www.laislasostenible.com/>
51. Armstrong Flooring Inc. (s. f.). Armstrong Flooring | Inspiring Great Spaces. Recuperado 30 de abril de 2022, de <https://www.armstrongflooring.com/>
52. ATSDR (2019, abril 29). Módulo II - Rutas de exposición.Cdc.gov. Recuperado 16 de febrero de 2022, de [https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology\\_curriculum/modules/2/es\\_lecturenotes.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/training/toxicology_curriculum/modules/2/es_lecturenotes.html)
53. AA.VV. (2017, 12 enero). Un hogar sin tóxicos. Arquitectura Bio. Recuperado 16 de febrero de 2022, de <https://arquitectura.bio/hogar-sin-toxicos/>
54. AA.VV. (2020, 3 septiembre). Toxicidad de los materiales de construcción. Autopromotores. Recuperado 2 de marzo de 2022, de <https://www.autopromotores.com/toxicos-materiales-construccion/>

55. AA.VV. (s. f.). <https://www.crehabitat.net/>. Crehabitat. Recuperado 19 de abril de 2022, de <https://www.crehabitat.net/alternativas-a-un-hogar-sin-toxicos/>
56. Biosalud, hospital de día. (2021, 16 junio). Tratamientos de medicina ambiental. Biosalud. Recuperado 23 de febrero de 2022, de <https://biosalud.org/tratamientos-biomedicina/tratamientos-medicina-ambiental/>
57. Ecoclay. (s. f.). Ecoclay | Inicio ecoclay. Recuperado 1 de mayo de 2022, de <https://ecoclay.es/>
58. Equipo Slow Fashion Next. (2020, 1 noviembre). ¿Qué es el Informe Brundtland? SlowFashionNext. Recuperado 20 de febrero de 2022, de <https://www.slowfashionnext.com/blog/que-es-el-informe-brundtland/>
59. Fundación Vivo Sano. (s. f.). Podemos desintoxicar el hogar. HogarSinTóxicos. Recuperado 19 de abril de 2022, de <https://www.hogarsintoxicos.org/es/soluciones/podemos-desintoxicar-hogar>
60. Insst. (s. f.). Agentes químicos - Evaluación de exposición. Gobierno de España, Ministerio de trabajo y economía social. Recuperado 24 de abril de 2022, de <https://www.insst.es/evaluacion-exposicion-agentes-quimicos/Agentes-qu%C3%ADmicos-Evaluaci%C3%B3n-de-la-exposici%C3%B3n/Selecci%C3%B3n-de-c%C3%A1culo>
61. Naturclay. (s. f.). Materiales naturales para construcción a base de arcilla y cal. Recuperado 4 de mayo de 2022, de <https://naturclay.com/>
62. Redverde. (s. f.). Pinturas ecológicas. Pinturas ecológicas by Colorea. Recuperado 26 de abril de 2022, de <https://www.pinturasecologicas.com/>

#### PERIÓDICO/REVISTA

63. Aguirregomez corta, M. (2019, 3 agosto). Un estudio arqueológico muestra cómo el hombre ha transformado la Tierra en los últimos diez mil años. NIUS. [https://www.niusdiario.es/sociedad/estudio-arqueologico-transformacion-tierra-mano-hombre\\_18\\_2811120084.html](https://www.niusdiario.es/sociedad/estudio-arqueologico-transformacion-tierra-mano-hombre_18_2811120084.html)
64. Cano, M. (2020, 20 abril). Cuerpamente. CUERPOMENTE. Recuperado 15 de febrero de 2022, de [https://www.cuerpamente.com/ecologia/entrevista/elisabet-silvestre\\_1665/amp](https://www.cuerpamente.com/ecologia/entrevista/elisabet-silvestre_1665/amp)
65. El País. (2018, 16 mayo). Qué es la 'Indoor Generation' y por qué deberías dejar de formar parte de ella. El País. [https://elpais.com/elpais/2018/05/16/gente/1526464930\\_489979.html](https://elpais.com/elpais/2018/05/16/gente/1526464930_489979.html)
66. Olcina, M. (2011, 1 septiembre). Entrevista a Annie Leonard, la autora de La historia de las cosas. Ecologistas en Acción. <https://www.ecologistasenaccion.org/16811/entrevista-a-annie-leonard-la-autora-de-la-historia-de-las-cosas/>

#### TESIS / DOCTORADO / TEMARIO EDUCATIVO

67. Jackson, & D. Day (1998). Guías ceac de la Madera: clases de Madera. Barcelona: Ediciones CEAC. Recuperado 28 de abril de 2022, de <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/2431>
68. Jimeno (2015). Análisis de contaminantes orgánicos en muestras biológicas humanas con técnicas cromatográficas. [Tesis de doctorado publicada]. Universidad Nacional de

- Educación a Distancia. [http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:Ciencias-Mbartolome/BARTOLOME\\_JIMENO\\_Monica\\_Tesis\\_pdf.pdf](http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:Ciencias-Mbartolome/BARTOLOME_JIMENO_Monica_Tesis_pdf.pdf)
69. Dr<sup>a</sup> S. Paz Montelongo (s.f.). Evaluación de la exposición laboral a agentes químicos, fijación de los umbrales, evaluación de contaminantes en el ambiente de trabajo y valores límite. Área de toxicología de la Universidad de La Laguna. Recuperado 1 de marzo de 2022. (no publicado)
70. J. Griñán (1960). La madera en la construcción. Ceac. Recuperado 28 de abril de 2022
71. L. Addleson (1983). Materiales para la construcción. (Vol. 1). Reverté. Recuperado 28 de abril de 2022, de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gPsElo-1DIMC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Materiales+para+la+construcci%C3%B3n+1983&ots=2DOKBqjaci&sig=gJ3yHvSLamAeT\\_x\\_XiozTewRVtQ#v=onepage&q=Materiales%20para%20la%20construcci%C3%B3n%201983&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gPsElo-1DIMC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Materiales+para+la+construcci%C3%B3n+1983&ots=2DOKBqjaci&sig=gJ3yHvSLamAeT_x_XiozTewRVtQ#v=onepage&q=Materiales%20para%20la%20construcci%C3%B3n%201983&f=false)

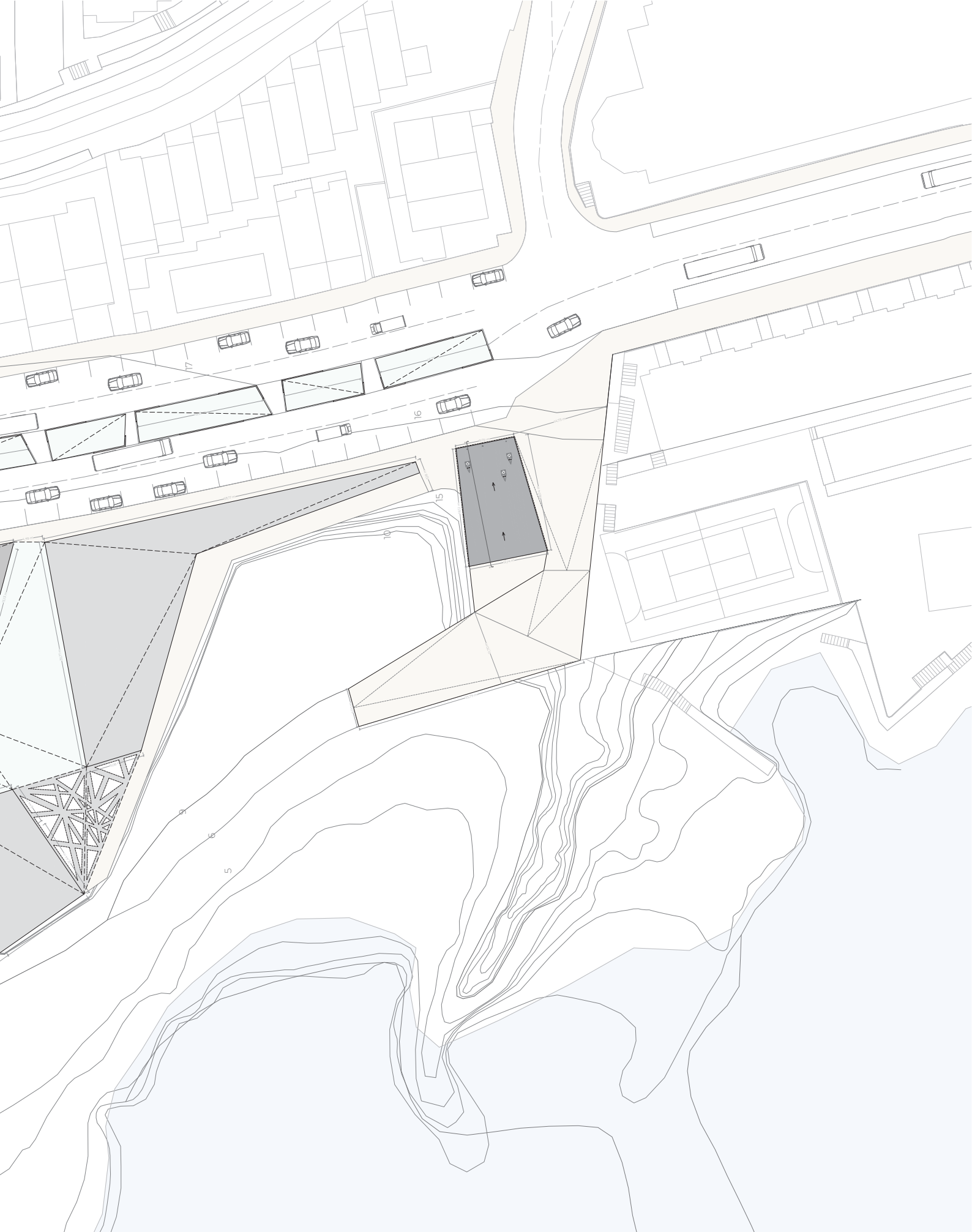
## ILUSTRACIONES

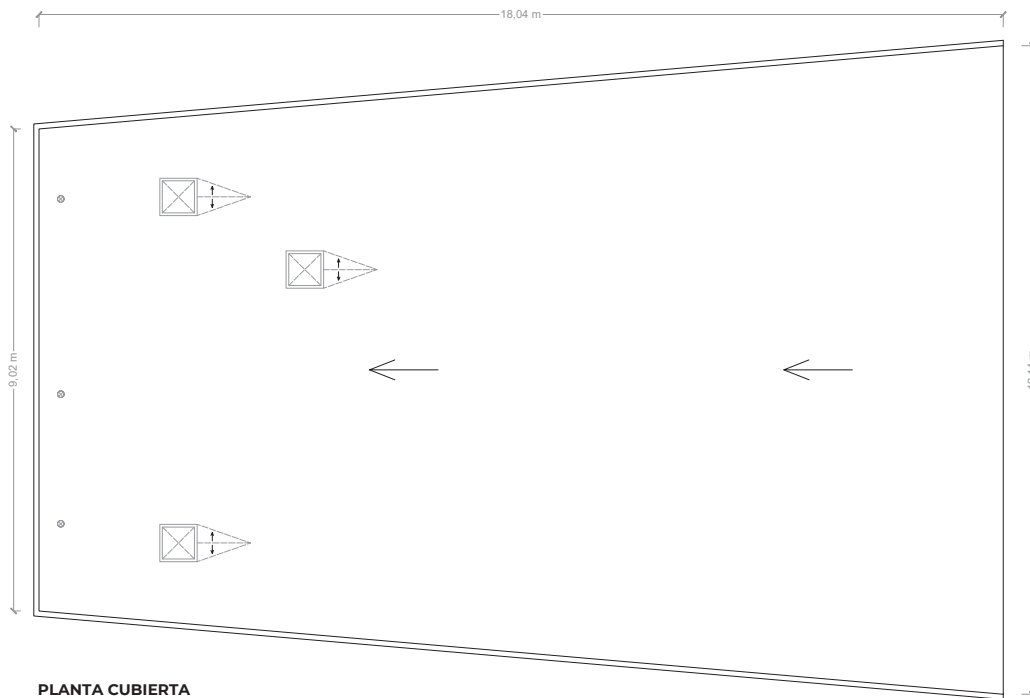
72. Khomenko, S., Cirach, M., Pereira Barboza, E., & Mueller, N. (2021, 19 enero). Categorización de ciudades frente a la exposición de partículas de PM<sub>2.5</sub> y NO<sub>2</sub> [Infografía 2] [Pag 16]. The Lancet. Planetary Health. [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(20\)30272-2/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(20)30272-2/fulltext)
73. Efecto del PCB en el medio ambiente. (s. f.). [Infografía 3][Pag 22]. GECOP. <https://www.gecop.cl/medio-ambiente/>
74. Hugo Estellano, V., Franken, M., & Zaballa Romero, M. (2006, junio). Diagrama del flujo de los COPs [Infografía 4][Pag 23]. Scientific Electronic Library Online. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892006000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892006000100003&script=sci_arttext)
75. Riesgo de los biocidas para el medio ambiente y la salud. (s. f.). [Infografía 5][Pag 24]. Gobierno de España. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/biocidas/>
76. Comparación de tamaño de las partículas de PM (s. f.). [Infografía 6][Pag 28]. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>
77. Resultados de cálculo de VLA-ED (2022, 5 junio). Calculador para la aplicación de la Norma UNE-EN 689:2019 a la evaluación de la exposición por inhalación de agentes. [Infografía 7][Pag 32]. Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo (INSST) <https://www.insst.es/evaluacion-exposicion-agentes-quimicos/Agentes-qu%C3%ADmicos-Evaluaci%C3%B3n-de-la-exposici%C3%B3n/Selecci%C3%B3n-de-c%C3%A1lculo>



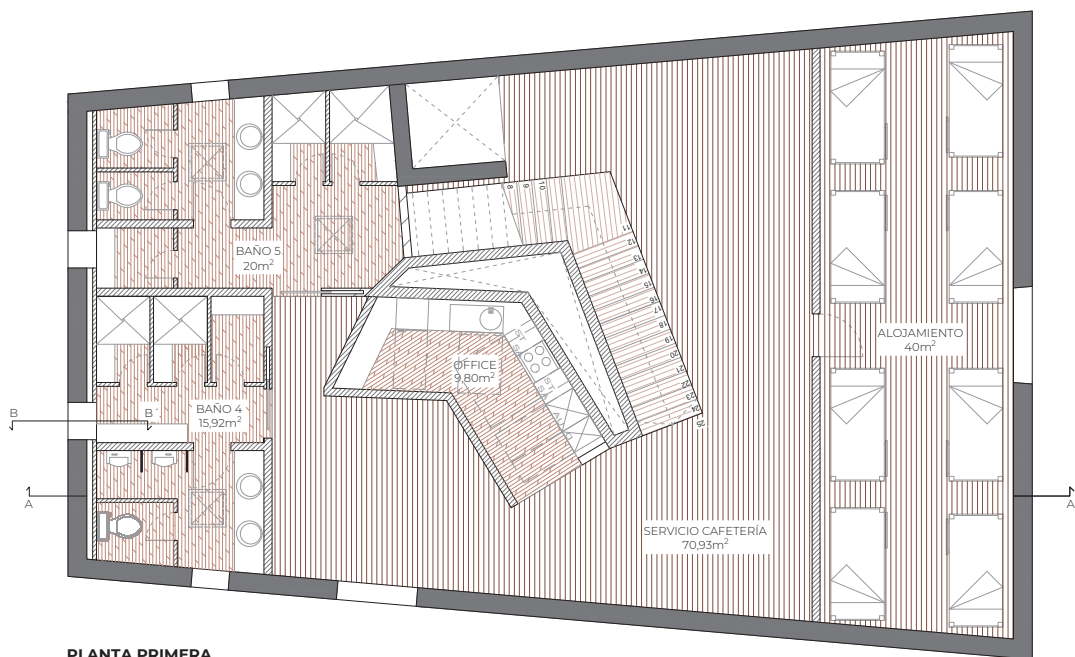
## ANEXOS

### Anexo 1. Planimetría del proyecto





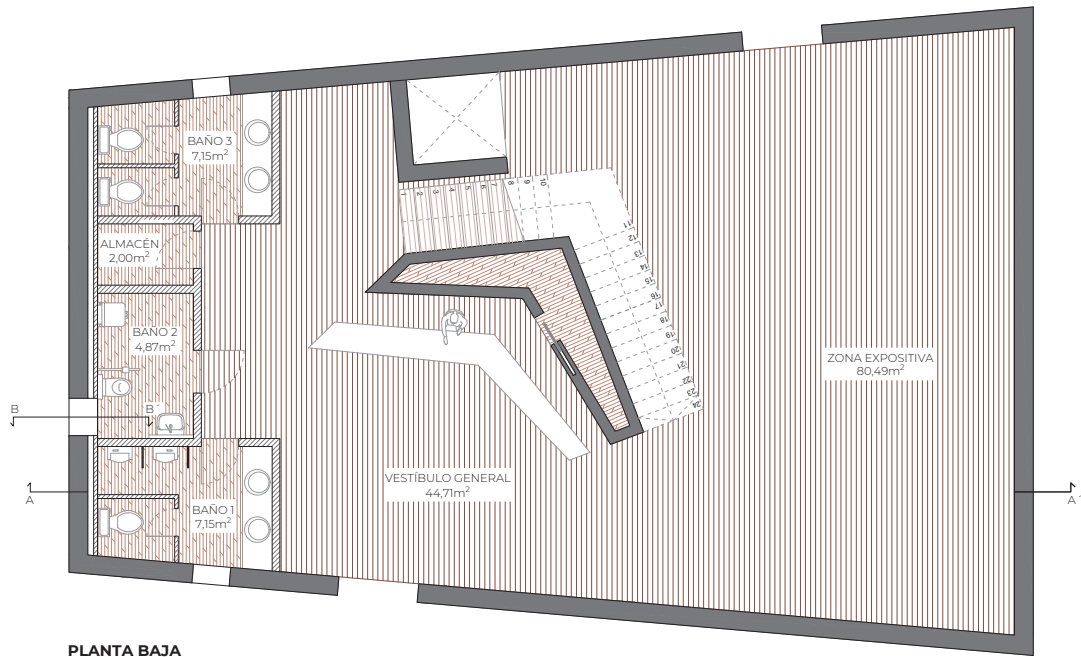
**PLANTA CUBIERTA**



**PLANTA PRIMERA**

- PAVIMENTOS**
- MADERA MACIZA (ROBLE)
  - LINOLEO

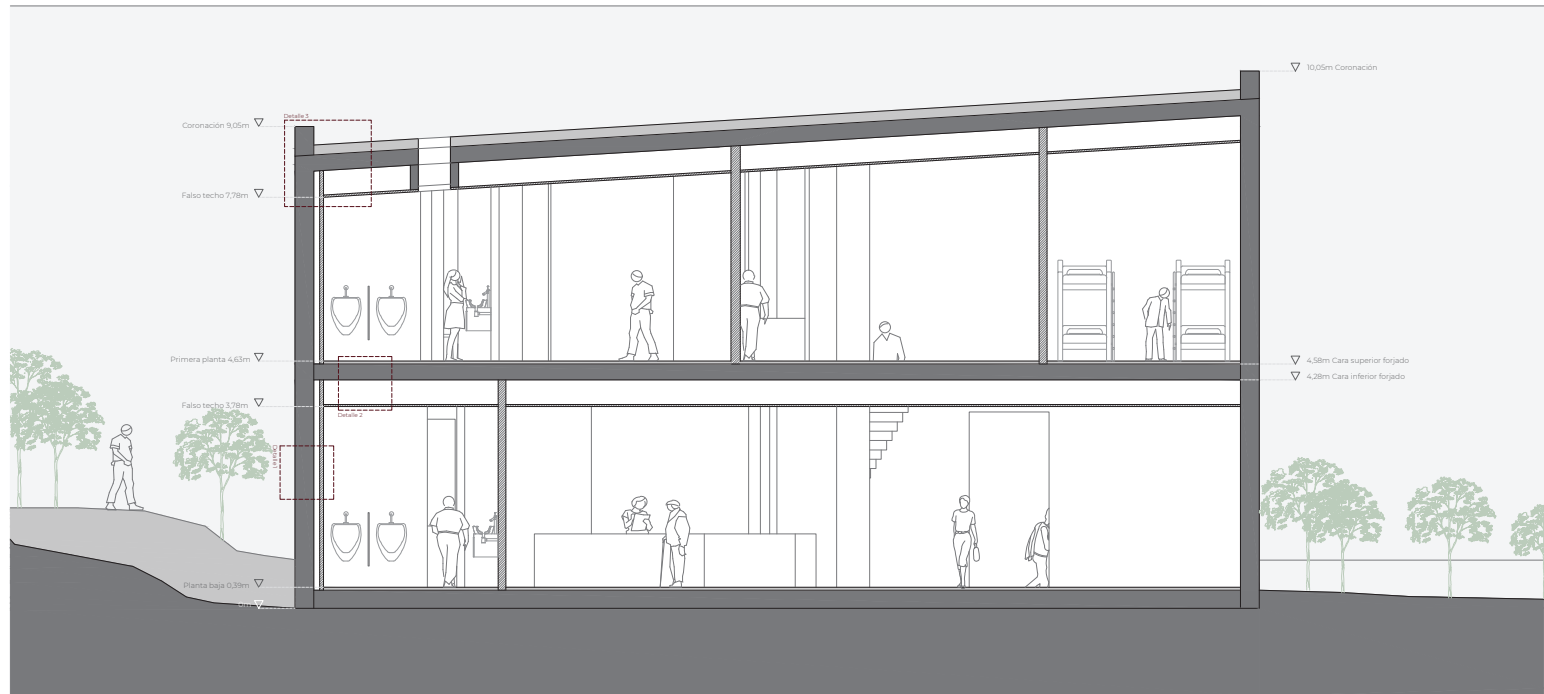
	<b>CONTENIDO:</b> DISTRIBUCIÓN DEL PABELLÓN	<b>GRADO:</b> FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA	<b>FECHA:</b> 20/06/2022	<b>ESCALA:</b> 1:100 	<b>Nº PLANO:</b> 2
	<b>ASIGNATURA:</b> TRABAJO DE FIN DE GRADO	<b>ALUMNA:</b> ANDREA BENEDICTO ALONSO	<b>CONVOCATORIA:</b> ORDINARIA		
<b>PROYECTO:</b> CALIDAD DEL AIRE EN ESPACIOS INTERIORES	<b>TUTOR:</b> FERNANDO MARTÍNEZ SOTO				



**PLANTA BAJA**

**PAVIMENTOS**

- MADERA MACIZA (ROBLE)
- LINOLEO



**SECC A-A'**

	<b>CONTENIDO:</b> DISTRIBUCIÓN DEL PABELLÓN	<b>GRADO:</b> FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA	<b>FECHA:</b> 20/06/2022	<b>ESCALA:</b> 1:100 	<b>Nº PLANO:</b> 3
	<b>ASIGNATURA:</b> TRABAJO DE FIN DE GRADO	<b>ALUMNA:</b> ANDREA BENEDICTO ALONSO	<b>TUTOR:</b> FERNANDO MARTÍNEZ SOTO		
<b>PROYECTO:</b> CALIDAD DEL AIRE EN ESPACIOS INTERIORES					



## Anexo 2. Informe del caso estudio. Nivel de exposición al formaldehído



Inicio

Sobre la aplicación

Calculadora

Recursos adicionales

INSST

## Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Resultado:

Atrás

Nuevo cálculo

Imprimir

### Datos identificativos de la evaluación de la exposición:

Empresa y dirección: Universidad Europea de Canarias

Actividad y/o tarea: Trabajo de Fin de Grado

Localización: La Orotava

Trabajador/GES: Estudiante

Técnico responsable: Andrea Benedicto Alonso

Fecha de inicio: 05/06/2022 0:00:00 Fecha de finalización:

Otros:

RESULTADO

### Nivel de exposición

**NO DECISION**

No se puede tomar una decisión acerca de la conformidad de la exposición con el VLA-ED, según las condiciones de conformidad establecidas en la PRUEBA PREELIMINAR para la evaluación de la exposición a agentes químicos en la Norma UNE-EN 689:2019.

Es necesario completar con 3 mediciones adicionales hasta un total de 6 jornadas y aplicar el test estadístico.

Código de recuperación de datos: **6598668**

### Datos de partida:

#### Jornada 1

**Folmaldehído** ( VLAED: 0,3 ppm , Tiempo de exposición: 480 min )

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Muestra 1	160 min	0,1 ppm
Muestra 2	250 min	0,4 ppm
<b>Tiempo total de muestreo:</b>	<b>Exposición Diaria ED</b>	<b>Índice de exposición</b>
410 min	0,28293 ppm	0,94309

#### Jornada 2

**Folmaldehído** ( VLAED: 0,3 ppm , Tiempo de exposición: 480 min )

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Muestra 3	200 min	0,15 ppm
Muestra 2	280 min	0,3 ppm
<b>Tiempo total de muestreo:</b>	<b>Exposición Diaria ED</b>	<b>Índice de exposición</b>
480 min	0,23750 ppm	0,79167

#### Jornada 3

**Folmaldehído** ( VLAED: 0,3 ppm , Tiempo de exposición: 480 min )



Inicio

Sobre la aplicación

Calculadora

Recursos adicionales

INSST

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Muestra 5	180 min	0,2 ppm
Muestra 6	150 min	0,1 ppm
Muestra 7	150 min	0,05 ppm

Tiempo total de muestreo:	Exposición Diaria ED	Índice de exposición
480 min	0,12188 ppm	0,40625

Atrás

Nuevo cálculo

Imprimir





- Inicio
- Sobre la aplicación
- Calculadora
- Recursos adicionales
- INSST

## Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

**Resultado:**

[Atrás](#) [Nuevo cálculo](#) [Imprimir](#)

**Datos identificativos de la evaluación de la exposición:**

Empresa y dirección: Universidad Europea de Canarias  
 Actividad y/o tarea: Trabajo de Fin de Grado  
 Localización: La Orotava  
 Trabajador/GES: Estudiante  
 Técnico responsable: Andrea Benedicto Alonso  
 Fecha de inicio: 05/06/2022 0:00:00 Fecha de finalización:  
 Otros:

RESULTADO

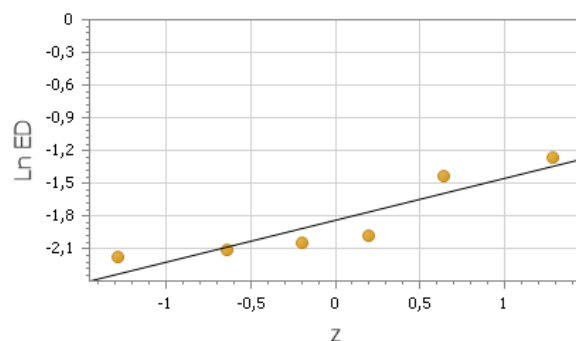
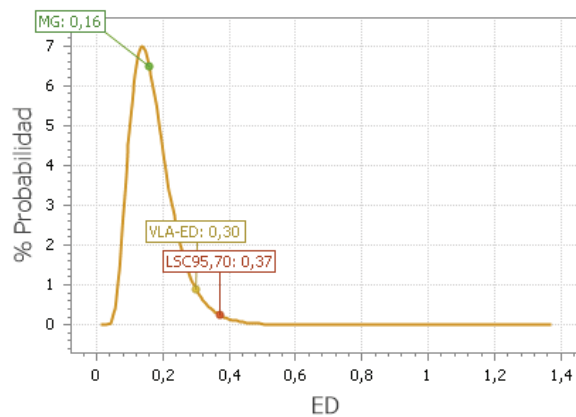
### Nivel de exposición **NO ACEPTABLE**

La exposición al agente químico es superior al VLA-ED, según las condiciones de conformidad establecidas en el TEST ESTADÍSTICO para la evaluación de la exposición a agentes químicos en la Norma UNE-EN 689:2019.

DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL	ESTADÍSTICOS	PRUEBA ESTADÍSTICA
<b>W (Shapiro-Wilk) = 0,821</b> <b>W<sub>crítico</sub> = 0,788</b>	<b>MG = 0,1595</b> <b>DSG = 1,470</b>	<b>LSC<sub>95,70</sub> = 0,37</b> <b>U<sub>R</sub> = 1,64</b> <b>U<sub>T</sub> = 2,187</b>

**SON NECESARIAS MEDIDAS DE CONTROL DE LA EXPOSICIÓN**

Código de recuperación de datos: **5691436**



$Ln ED = -1,83552 + 0,38566z$   
 $R^2 = 0,83631$



Inicio

Sobre la aplicación

Calculadora

Recursos adicionales

INSST

Jornada 1

**Folmaldehído** ( VLAED: 0,3 ppm , Tiempo de exposición: 480 min )

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Muestra 1	160 min	0,1 ppm
Muestra 2	250 min	0,4 ppm
<b>Tiempo total de muestreo:</b>	<b>Exposición Diaria ED</b>	<b>Índice de exposición</b>
410 min	0,28293 ppm	0,94309

Jornada 2

**Folmaldehído** ( VLAED: 0,3 ppm , Tiempo de exposición: 480 min )

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Muestra 3	200 min	0,15 ppm
Muestra 2	280 min	0,3 ppm
<b>Tiempo total de muestreo:</b>	<b>Exposición Diaria ED</b>	<b>Índice de exposición</b>
480 min	0,23750 ppm	0,79167

Jornada 3

**Folmaldehído** ( VLAED: 0,3 ppm , Tiempo de exposición: 480 min )

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Muestra 5	180 min	0,2 ppm
Muestra 6	150 min	0,1 ppm
Muestra 7	150 min	0,05 ppm
<b>Tiempo total de muestreo:</b>	<b>Exposición Diaria ED</b>	<b>Índice de exposición</b>
480 min	0,12188 ppm	0,40625

Jornada 4

**Folmaldehído** ( VLAED: 0,3 ppm , Tiempo de exposición: 480 min )

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Muestra 8	120 min	0,15 ppm
Muestra 9	280 min	0,1 ppm
Muestra 10	80 min	0,2 ppm
<b>Tiempo total de muestreo:</b>	<b>Exposición Diaria ED</b>	<b>Índice de exposición</b>
480 min	0,12917 ppm	0,43056

Jornada 5



Inicio

Sobre la aplicación

Calculadora

Recursos adicionales

INSST

**Folmaldehído** ( VLAED: 0,3 ppm , Tiempo de exposición: 480 min )

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Muestra 11	280 min	0,2 ppm
Muestra 12	200 min	0,05 ppm

Tiempo total de muestreo:	Exposición Diaria ED	Índice de exposición
480 min	0,13750 ppm	0,45833

**Jornada 6**

**Folmaldehído** ( VLAED: 0,3 ppm , Tiempo de exposición: 480 min )

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Muestra 13	160 min	0,25 ppm
Muestra 14	220 min	0,02 ppm
Muestra 15	100 min	0,1 ppm

Tiempo total de muestreo:	Exposición Diaria ED	Índice de exposición
480 min	0,11333 ppm	0,37778

Atrás

Nuevo cálculo

Imprimir

### Anexo 3. Fichas técnicas de los materiales empleados en el Pabellón

### Product Information

**Construction** - Biobased Tile Non-PVC

**International Specifications** - ASTM F2982, Polyester composition floor tile, Through Pattern

**Overall Thickness** - 1/8 in. (3.2 mm)

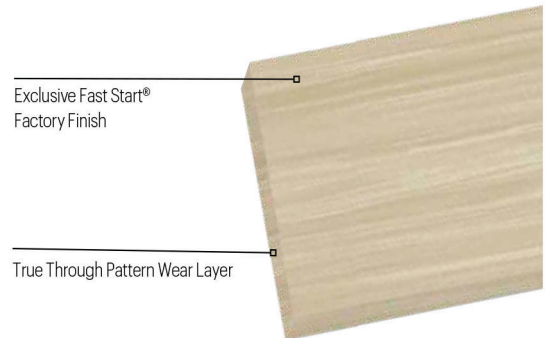
**Wear Layer Thickness** - 1/8 in. (3.2 mm)

**Factory Finish** - Fast Start®

**Installation** - Adhesives: S-525, S-1000

**Maintenance Options\*** - Polish

\* See Maintenance recommendations to help determine the right option for your project.



### Packaging

#### Tile Sizes

Striations BBT  
12 in. x 24 in. (305 mm X 610 mm)

Migrations BBT  
12 in. x 12 in. (305 mm X 305 mm)

#### Tiles per Carton/Coverage

12 in. x 24 in. - 22 (44 sq. ft.)

12 in. x 12 in. - 45 (45 sq. ft.)

#### Shipping Weight per Carton

12 in. x 24 in. -  
61 lbs. (27.7 kg)

12 in. x 12 in. -  
63 lbs. (28.5 kg)

### Testing

ASTM F2982			
Performance	Test Method	Requirement	Performance vs. Requirement
Thickness	ASTM F386	Nominal ± 0.005 in.	Meets
Size	ASTM F2421   F2055	± 0.016 in. per linear foot	Meets
Squareness	ASTM F2421   F2055	0.010 in. maximum	Meets
Indentation – One Minute	ASTM F1914	≤ 0.012 in.	Meets
Indentation – Ten Minutes	ASTM F1914	≤ 0.015 in.	Meets
Impact	ASTM F1265	No cracks beyond limit after 12 drops	Meets
Deflection	ASTM F1304	1.0 in. minimum	Meets
Dimensional Stability	ASTM F2199	≤ 0.028 in. per linear foot max.	Meets
Chemical Resistance	ASTM F925	No more than slight change in surface dulling, attack or staining	Meets
Resistance to Heat	ASTM F1514	ΔE < 8.0	Meets
Resistance Light	ASTM F1515	ΔE < 8.0	Meets
Static Load Resistance @ 250 psi	ASTM F970	< 0.005 in.	Meets
Additional Testing			
Static Load Resistance	ASTM F970*	< 0.005 in.	2000 psi
Fire Test Data – Flame Spread	ASTM E648	0.45 W/cm <sup>2</sup> or more Class I	Meets
Fire Test Data – Smoke Evolution	ASTM E662	450 or less	Meets
Fire Test Data – Canada	CAN/ULC S-102.2	Use dependent	Flame Spread - 0 Smoke Developed - 25
ADA Standards for Accessible Design	Chapter 3, Section 302.1	Floor surfaces shall be stable, firm and slip resistant	Meets
Static Coefficient of Friction**	ASTM D2047/UL 410	≥ 0.5	Meets
Acoustics	ASTM E492 (IIC) ASTM E90 (STC) ASTM E2179 (DELTA IIC)	International Building Code (IIC ≥ 50) International Building Code (STC ≥ 50) Sound Transmission Reduction	Meets - 6 in. concrete, with ceiling - IIC - 50 Exceeds - 6 in. concrete, with ceiling - STC 63 Δ IIC - 6

### Sustainability

#### WELL v1 Feature

WELL v1 Feature	BBT	Contribution
<b>Air</b>		
Feature 04 - VOC Reduction	✓	Tested and third party certified by FloorScore® as complying with CDPH v1.2
Feature 11 - Fundamental Material Safety	✓	Product is free of asbestos and added lead (Part 1)
Feature 25 - Toxic Material Reduction	✓	Free of flame retardants (Part 2) and phthalates (Part 3)
<b>Mind</b>		
Feature 88 (Part 2) Biophilia I - Qualitative	✓	Products available that incorporate nature patterns
Feature 99 - Beauty and Design II	✓	Patterns and colors to aid in wayfinding and spatial familiarity (Part 3)

#### WELL v2 Feature

WELL v2 Feature	BBT	Contribution
<b>Materials</b>		
Feature X01.1 Material Restrictions	✓	Product is free of asbestos
Feature X05.1 Enhanced Material Restrictions	✓	Free of flame retardants (Part 2) and phthalates (Part 3)
Feature X06.1 VOC Restrictions	✓	Adhesives associated with product are tested and third party certified by FloorScore as complying with CDPH v1.2
Feature X06.2 VOC Restrictions	✓	Flooring is tested and third party certified by FloorScore as complying with CDPH v1.2
Feature X07.1 Material Transparency	✓	Readily available Health Product Declaration® (HPD) to 1000 ppm
<b>Mind</b>		
Feature M02.1 Nature and Place	✓	Products available that incorporate nature patterns
<b>Community</b>		
Feature C13 (Part 2) Accessibility and Universal Design	✓	Patterns and colors to aid in wayfinding and spatial familiarity

#### LEED™ v4.1

LEED™ v4.1	BBT
BPDO - EPD	Third Party Certified Product Specific
BPDO - Material Ingredient	HPD & Red List Free Declare Label
BPDO - Sourcing	40% pre-consumer recycled content
Location of Manufacturer	EPR - On&On™ Recycling Program
Low Emitting Flooring	USA
Low Emitting Adhesives	Tested and third party certified by FloorScore as complying with CDPH v1.2
SCAQMD #1168 Compliant.	Tested and compliant to CDPH v1.2; Methylene Chloride and Perchloroethylene not intentionally added; FloorScore Certified
Adhesives meet <50 g/L requirement	S-525 - 16 g/L
	S-1000 - 0.1 g/L

#### Carbon Footprint

Carbon Footprint	BBT
Global Warming Potential, including Biogenic Carbon Raw Materials (A1) through Production (A3)	0.27 Kg CO <sup>2</sup> eq. / square foot (2.94 Kg CO <sup>2</sup> eq. / square meter)

### Limited Warranty

10-year Commercial Warranty when installed in strict accordance with the detailed instructions.

### Visit ArmstrongFlooring.com

for complete Product, Technical, Adhesives, Installation & Maintenance recommendations.

#### F9772-522

Printed in USA. | Armstrong and the Armstrong logo are under license from AWI Licensing LLC. | All other trademarks are owned by AFI Licensing LLC. | ©2022 AFI Licensing LLC. FloorScore® is a registered trademark of the Resilient Floor Covering Institute. | LEED® is a registered trademark of the United States Green Building Council. The Health Product Declaration® logo is a registered trademark of HPD Collaborative.

\* Testing at loads above 250 psi is outside the scope of the test method. Since testing is conducted on uninstalled flooring, results do not consider the performance of the adhesive, underlayment, or subfloor. These test results are not an indicator of the installed flooring system performance. \*\*Using the James Machine as described in D2047 and as directed in UL 410 for floor covering materials (FCM) using a leather foot under dry conditions. The application of site-applied floor sealers, polishes and other types of finishes routinely used to maintain resilient flooring materials will change the walking surface and consequently the SCOF value.



## TRADITERM® PANEL CORCHO

Panel de aglomerado de corcho natural expandido



### DESCRIPCIÓN

Panel de aglomerado de corcho natural expandido, utilizado como aislamiento termoacústico en el Sistema Traditerm Nature (SATE/ETICS), tanto en obra nueva como en rehabilitación. Este producto apto para su uso en sistemas de aislamiento térmico exterior proporciona un aislamiento 100% natural. Es muy transpirable y su gama de espesores proporciona diferentes niveles de aislamiento. Su composición lo convierte en un material ligero, manejable y fácil de cortar.

### COMPOSICIÓN

Corcho natural.

### CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES

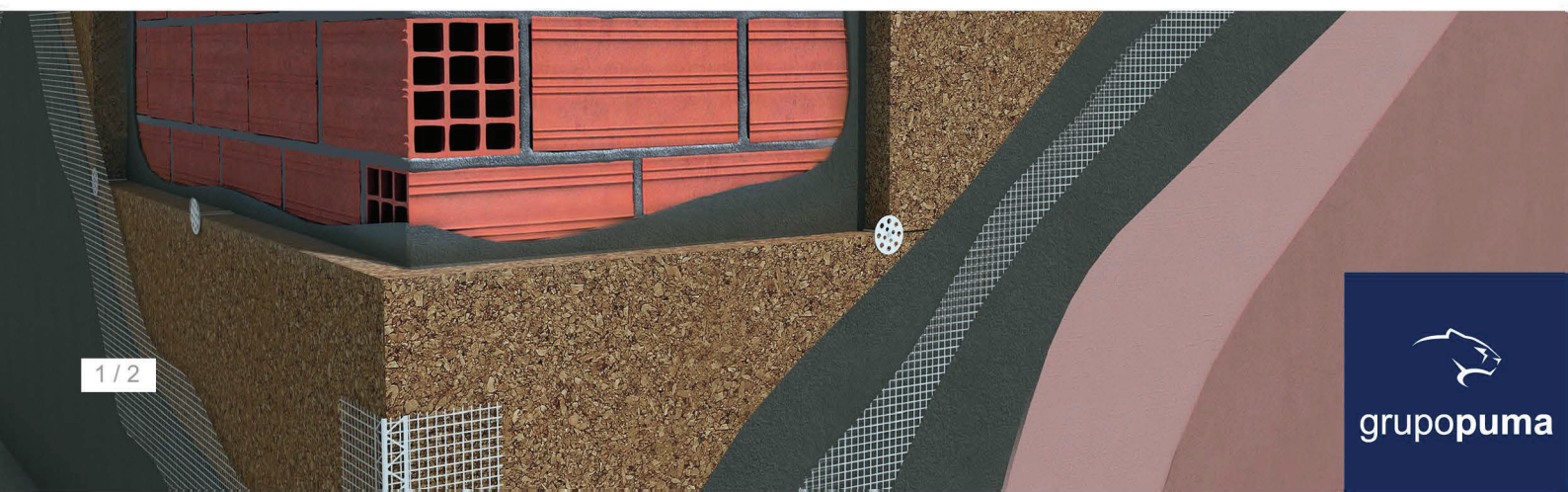
- Sistema de aislamiento térmico exterior Traditerm Nature (SATE/ETICS).
- Aislamiento 100% natural.
- Aislante térmico.
- Aislante acústico.
- Muy transpirable.
- Material ligero y manejable.
- Fácil de cortar.
- Gama de espesores que proporcionan diferentes niveles de aislamiento.

### MODO DE EMPLEO

- Las placas son fijadas al soporte mediante el mortero adhesivo Traditerm, aplicado previamente sobre ésta, mediante el método de la llana dentada.
- La colocación de las placas se realiza al tresbolillo (desfase mínimo entre las juntas verticales de las placas de 25 cm).
- Ante la imposibilidad de corregir mediante lijado, los desniveles entre paneles, al revestir el soporte con estos paneles aislantes, es crítica el control de su planeidad.
- Colocar tacos de sujeción en las placas, 8 unidades por m<sup>2</sup>. La parte superior del taco debe quedar introducido unos mm dentro de las placas. Posteriormente, con la ayuda del mortero Traditerm, se regulariza la superficie del panel aislante.
- Finalmente revestir las placas con mortero Traditerm, armado con malla Traditerm.

### PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES

- Durante su fijación y revestimiento con mortero Traditerm, evitar la acción directa del sol.
- Para fijar las placas, extendido el mortero Traditerm sobre la superficie de la placa y peinado con la llana dentada, eliminar una franja separada del borde de aprox. 2 cm de mortero, para evitar que el adhesivo rebese, cuando la placa es presionada sobre el soporte, quedando restos de mortero entre los paneles y generando puentes térmicos.
- A la hora de fijar las placas al soporte, controlar de forma rigurosa su planimetría.
- Reforzar todas las esquinas de las placas mediante los perfiles de refuerzos definidos para los Sistemas Traditerm (SATE/ETICS).
- En las zonas expuestas a impactos, reforzar las placas mediante el empleo de una doble malla Traditerm.
- En los encuentros con vértices de ventanas y esquinas de huecos, evitar que las juntas de las placas queden alineadas con éstos, de esta forma evitaremos la formación de fisuras.
- Reforzar estos vértices con tiras de malla de 20x40 cm dispuestos en diagonal y fijadas mediante mortero



# AISLAMIENTOS TRADITERM® PANEL CORCHO

## PRESENTACIÓN

Traditerm.

Las placas se almacenarán en un lugar seco, protegido de la lluvia y del sol.  
Producto considerado como no peligroso para el transporte.

## DATOS TÉCNICOS

(Resultados obtenidos en laboratorio en condiciones estándar)

Conductividad Térmica	0,040 W/mK
Dimensiones de las placas (mm)	1000 x 500
Espesores disponibles (mm)	20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 150
Permeabilidad al vapor de agua ( $\mu$ )	20

CARACTERISTICAS	NORMA	ESPECIFICACION
Tolerancia en Longitud	EN 822	L2
Tolerancia en Anchura	EN 822	W2
Tolerancia en Espesor	EN 823	T2
Resistencia a tracción perpendicular a las caras	EN 1607	TR50
Reacción al Fuego	EN 13501-1	Euroclase E

## NOTA

Las instrucciones de forma de uso se hacen según nuestros ensayos y conocimientos y no suponen compromiso de GRUPO PUMA ni liberan al consumidor del examen y verificación de los productos para su correcta utilización. Las reclamaciones deben acompañarse del envase original para permitir la adecuada trazabilidad.

GRUPO PUMA no se hace responsable, en ningún caso, de la aplicación de sus productos o soluciones constructivas por parte de la empresa aplicadora o demás sujetos intervinientes en la aplicación y/o ejecución de la obra en cuestión, limitándose la responsabilidad de GRUPO PUMA exclusivamente a los posibles daños atribuibles directa y exclusivamente a los productos suministrados, individuales o integrados en sistemas, debido a fallos en la fabricación de aquellos.

En cualquier caso, el redactor del proyecto de obra, la dirección técnica o responsable de la obra, o subsidiariamente la empresa aplicadora o demás sujetos intervinientes en la aplicación y/o ejecución de la obra en cuestión, deben cerciorarse de la idoneidad de los productos atendiendo a las características de los mismos, así como las condiciones, soporte y posibles patologías de la obra en cuestión.

Los valores de los productos o soluciones constructivas de GRUPO PUMA que en su caso sean determinados en la norma UNE o cualquier otra que le fuera de aplicación en cada caso se refieren exclusivamente a las condiciones expresamente estipuladas en dicha normativa y que vienen referidos, entre otros, a unas determinadas características del soporte, condiciones de humedad y temperatura, etc. sin que sean exigibles a ensayos obtenidos en condiciones diferentes, todo ello de acuerdo con lo expresamente establecido en la normativa de referencia.



# COLORMIN

Pintura Mineral de silicato.



## DEFINICIÓN

Revestimiento fino mineral (pintura mineral), transpirable, con un agradable aspecto mate mineral, a base de goma de xantano, carbonato cálcico, dióxido de titanio, estabilizantes y dispersantes apropiados, silicato potásico soluble y ligante orgánico < 3-5% sobre el extracto seco, según norma DIN 18363. Dado a su carácter natural, es apta para su uso en fachadas donde el precepto sea la elegancia, la belleza, la naturalidad y el respeto por el medio ambiente. Especialmente indicada para exteriores y zonas húmedas.

## PROPIEDADES FÍSICAS

- Gran blancura.
- Elevado poder de cubrición.
- Buena resistencia a la abrasión.
- Película resistente a la intemperie, a los rayos U.V., y al ozono.
- Muy Transpirable.
- Inalterable a los álcalis del cemento (insaponificable).
- Excelente adherencia sobre las superficies habituales en la construcción.
- Nulo índice de amarilleo.
- Buena lavabilidad.

## DATOS TÉCNICOS

- Ligantes: Silicato Potásico Soluble.
- Diluyente: Agua.
- Contenido en sólidos (UNE 4807): 70% ± 1.
- Densidad (UNE 48098): 1,60 ± 0,05 g/cm<sup>3</sup>.
- Viscosidad (UNE 48076) 140 ± 5 U.K.
- PH: 12 ± 1.
- Tiempo secado al tacto: 20-40 minutos aprox.
- Repintado: A partir de 8-10 h.
- Opacidad: 96% (100 micras).
- Blancura: > 98%.
- Comportamiento ante el fuego (UNE 23727): MO.
- Rendimiento teórico en dos capas: 4-5 m<sup>2</sup>/lt.
- Acabado: Mate Mineral.
- Color (UNE 48103): Blanco.

## PRESENTACIÓN

- Envasado: 15 l, 4 l.
- Aspecto: líquido de alta viscosidad.
- Teñido: se realiza a colores pastel mediante tintes naturales, obtenidos a partir de los 14 Tintes-Toner super-minerales suministrados por **Pinturas ecológicas by Colorea**.

## INDICACIONES PARA LA APLICACIÓN

### PRECAUCIONES

- Remover bien el contenido del envase hasta conseguir una buena homogenización del producto.
- Se puede aplicar a brocha, rodillo, o pistola.
- La temperatura ambiente y del soporte no debe ser inferior a 7 °C ni superiores a 32 °C, y el soporte ha de estar seco.
- En exteriores no aplicar en previsión de lluvia antes de 4 horas, o bien en días de alta humedad donde no haya la seguridad de secado.
- Se debe aplicar al menos dos manos, la primera de ellas diluyendo max. 10% con agua, incluso más dilución, si la superficie a pintar fuese más porosa. El acabado con una dilución no superior al 5%.
- Los utensilios deben limpiarse al acabar el uso con agua y jabón.

## PREPARACIÓN DEL SOPORTE

### SUPERFICIES NUEVAS

Asegurarse que el soporte este limpio y seco. Controlar que la superficie a pintar sea consistente y firme sin tendencia a disgregarse, en caso contrario, habrá que consolidar con morteros adecuados.

### SUPERFICIES PINTADAS

Decapar hasta encontrar el mortero inicial. Revisar que el soporte sea compacto y firme. Aplicar de dos a tres manos de SELLARMIN fijativo. Proceder una vez realizado como superficie nueva.

## ALMACENAMIENTO

Conservar en sus envases originales, convenientemente cerrados, preservados de las heladas y evitando su exposición directa al sol. Caducidad un año.

## INDICACIONES DE SEGURIDAD

- Producto no inflamable.
- Ver ficha datos de seguridad de: **COLORMIN**.

## INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

- S-2: Manténgase fuera del alcance de los niños.
- S-51: Usar únicamente en lugares bien ventilados.
- Por su carácter alcalino, úsense guantes y gafas protectoras en su aplicación. En caso de contacto, lavar cuidadosamente durante 15 min. con agua. Si la irritación persiste, consultar con su médico.

# ecoclayPLAC

## Placa de arcilla

### DESCRIPCIÓN

ecoclayPLAC ofrece una solución 100% natural en la construcción en seco de tabiques, trasdosados y falsos techos en interiores. Se trata de placas compuestas por mortero de arcilla con fibras vegetales y malla de yute por ambas caras con tratamiento de silicato en la parte interior de la placa, para prevenir cualquier posible aparición de microorganismos. Entre sus propiedades destacan la regulación de la humedad relativa de la estancia, su permeabilidad al vapor de agua, su baja conductividad y alta inercia térmica para conseguir el máximo confort con un menor coste energético. Además, favorece la neutralización de olores y partículas tóxicas en su estructura para generar ambientes limpios, es totalmente reciclable y un efectivo absorbente acústico. ecoclayPLAC reúne todas las ventajas de la arcilla natural sin aditivos.

Su presentación en forma de tablero convierte a ecoclayPLAC en un material completamente moderno e idóneo para la bioconstrucción, la arquitectura ecológica y para su uso en viviendas convencionales que necesitan aumentar el confort y reducir el coste energético.

Las placas de arcilla ecoclay están recomendadas para su uso tanto en viviendas de nueva construcción como en rehabilitaciones o restauración de edificios históricos gracias a sus excepcionales propiedades naturales. Porque sólo la arcilla proporciona un confort que no se ve pero se siente.

### INSTALACIÓN

Las placas de arcilla se pueden fijar mecánicamente sobre estructuras preexistentes (madera, aluminio,...) o como trasdosados mediante tornillos anticorrosión (se recomienda un mínimo de 15 tornillos por placa y una distancia entre centros de montantes de 30cm). Los tableros se pueden cortar con facilidad con cúter o sierra para adaptarse a las medidas requeridas en obra y favorecer su colocación, para ello cortar la malla de yute que está adherida a la placa por ambas caras según la medida deseada, colocar la placa sobre una superficie con esquina y partirla manualmente. Conviene la utilización de mascarilla ya que puede producir polvo en suspensión.

El rejuntado de las placas de arcilla se efectúa con tiras de malla de yute y se aplica una capa de 3mm de mortero de arcilla ecoclay BASE para alisar toda la superficie.

Para el acabado se recomienda el uso del mortero fino ecoclay ACABADO disponible en 14 colores naturales o bien pintura de arcilla al silicato ecoclayPAINT, disponible en 21 tonalidades.

### TAMAÑO

130 X 60 X 2 cm (+/- 5 mm en largo y ancho y 2mm en espesor)

Superficie de la placa 0,78m<sup>2</sup>

Para otras medidas de ecoclayPLAC consultar.

### SUMINISTRO Y ALMACENAJE

Las placas de arcilla ecoclayPLAC se suministran en palets según el número de placas requeridas en cada proyecto.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ecoclayPLAC

### Placa de arcilla para tabiquería en seco ecoclay

Tamaño (+/- 5 mm largo/ancho y 2 mm espesor)	<b>130 x 60 x 2cm</b>
Peso	32 kg/m <sup>2</sup>
Coefficiente de permeabilidad al Vapor en ambiente húmedo-seco $\mu$	4.8-11.2
Absorción acústica $\alpha_{e=20\text{ mm}}$	0,54
Aislamiento acústico $R_{e=20\text{ mm}}$	28dB
Conductividad Térmica $\lambda$	0,18 W/mK
Resistencia Térmica $R_{e=20\text{ mm}}$	0,11 m <sup>2</sup> K/W
Transmitancia Térmica $U_{e=20\text{ mm}}$	9 W/m <sup>2</sup> K
Resistencia al fuego	A2-s1,d0
Absorción de Vapor de Agua	86g agua / m <sup>2</sup> x cm
Compuestos Orgánicos Volátiles COVs	0
CO <sub>2</sub> incorporado en la fabricación	0,030 kg CO <sub>2</sub> eq/kg
CO <sub>2</sub> incorporado por el uso	No
CO <sub>2</sub> incorporado al final de uso	Reciclable/reutilizable



Fabricamos en Teruel  
R.I. 44-5068-TE

Atención al cliente: 00-34-964 52 14 38

info@ecoclay.es

www.ecoclay.es

# ACABADO

Mortero de arcilla fino para revocos de acabado hasta 3mm

## DESCRIPCIÓN

Revestimiento continuo para espacios interiores. Mortero de arcilla 100% natural. No contiene ningún aditivo químico y con el secado obtiene una alta resistencia mecánica. Entre sus propiedades destacan la regulación de la humedad relativa de la estancia, su permeabilidad al vapor de agua, su baja conductividad y alta inercia térmica para conseguir el máximo confort con un menor coste energético. Además, es un material que favorece la neutralización de olores y partículas tóxicas en su estructura para generar ambientes limpios, es totalmente reciclable y confiere una elevada absorción acústica.

## CARACTERÍSTICAS DEL SOPORTE

Debido a las características de su composición, el revestimiento ecoclay tiene un agarre únicamente físico con el soporte, no se produce ninguna reacción química ni fraguado. El secado y la retracción que conlleva son los que proporcionan el agarre al soporte.

Si se utiliza como capa decorativa sobre una superficie poco porosa y/o rugosa, necesitaremos aplicar previamente el contacto ecoclay GYP-20, para conseguir un buen agarre. El espesor requerido dependerá de la rugosidad de la superficie sobre la que se aplique, no se recomienda sobrepasar los 3 mm.

Si se utiliza como capa de acabado en el sistema completo ecoclay\*, (compuesto de tres capas ecoclay base + fibra, ecoclay base y ecoclay acabado, se aplicarán sobre la capa de ecoclay base semihúmeda de 2 a 3 mm de ecoclay acabado.

## PREPARACIÓN DE LA MEZCLA

El producto debe aplicarse manualmente con llana. Se debe hacer una masa del mortero ecoclay acabado y agua en proporción 3:1.

Para su fácil aplicación debe estar homogéneamente húmeda, para ello se recomienda un tiempo de maduración de 1 hora.

La mezcla es estable a lo largo del tiempo, solamente pierde parte de su humedad, pero puede ser corregida añadiéndole agua de nuevo. Si el material llegase a secarse completamente puede volver a hidratarse para su reutilización.

## FORMA DE APLICACIÓN

Las superficies muy secas o altamente absorbentes se deben humectar previamente para evitar la absorción por parte de la pared de un alto porcentaje del agua de amasado, lo que produciría un incremento en las fisuras de secado y un peor agarre.

Se puede aplicar sobre cualquier tipo de superficie como revoco decorativo (una única capa de ecoclay acabado) o bien como acabado en el sistema completo ecoclay (compuesto de tres capas ecoclay base + fibra, ecoclay base y ecoclay acabado).

**ecoclay acabado como capa decorativa:** se humectará ligeramente el soporte, se aplicará el contacto ecoclay GYP-20 y posteriormente se extenderá de 2 a 3 mm de revoco con llana.

**ecoclay acabado como sistema de confort ecoclay:** deberemos aplicar 2-3mm de ecoclay acabado con llana sobre la capa de ecoclay base semihúmeda.

Es conveniente comenzar la aplicación de ecoclay acabado por una de las esquinas superiores de la superficie a revocar e ir avanzando desde la parte más alta hasta el suelo.

Las posibilidades de efectos de esta última capa son infinitas y dependen de la textura que se quiera conseguir, desde un acabado rugoso y mate a uno liso, suave y brillante, en función de la técnica aplicada. Para modificar los acabados una vez secos se puede volver a humectar la pared y rectificar hasta conseguir la apariencia deseada.

Cuando ya hemos conseguido el acabado deseado y la pared esté totalmente seca, aplicaremos el fijador de silicato XT-13 con tratamiento antimanchas. Previamente pasaremos un cepillo suave y seco, humectaremos con un vaporizador de agua la superficie y después aplicaremos el fijador.

Para aplicar el fijador se deben proteger cristales, madera y suelo. El fijador se aplica pulverizado. Son necesarias dos manos. Se estima un rendimiento del fijador Ecoclay XT-13 de 0,2 litros/m<sup>2</sup>.

### CONDICIONES DE APLICACIÓN

Es recomendable que la temperatura de aplicación media en el soporte no sea inferior a 5°C.

### LIMITACIONES

Los morteros de arcilla ecoclay no deben aplicarse sobre superficies en las que se prevean filtraciones, o en zonas donde exista la posibilidad de inmersión del revestimiento en agua.

Sobre yeso, cartón-yeso, cemento, hormigón o superficies poco porosas se utilizará contacto ecoclay GYP20.

### SUMINISTRO Y ALMACENAJE

Todos los morteros de ecoclay se suministran en sacos de 25 kg de papel y en big-bags de 1000-1200kg.

**ecoclay acabado** se comercializa en 14 colores diferentes según catálogo.

La coloración la aportan las diferentes arcillas que hemos utilizado para su fabricación, no adicionamos ningún tipo de colorante.

El fijador **ecoclay XT-13** y el contacto **ecoclay GYP20** se presenta en envases de 1, 5, 10 y 25 litros.



\*los colores son orientativos

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ecoclay ACABADO

### Mortero para revestimientos interiores ecoclay

Agua de amasado	25%
Densidad aparente de la pasta	1.900 kg/m <sup>3</sup>
Densidad del producto endurecido	1.820 kg/m <sup>3</sup>
Rendimiento	1,4 kg/m <sup>2</sup> x mm
Resistencia a la flexión	0,62 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia a la compresión	1,74 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia a la adhesión	0,17 N/mm <sup>2</sup>
Retracción	6,2 %
Resistencia al fuego	CLASE A1-no combustible
Aislamiento acústico 3mm R	15dB
COV's	No
CO <sub>2</sub> incorporado fabricación x Kg	0,021KgCO <sub>2</sub> eq
CO <sub>2</sub> incorporado por uso	no
CO <sub>2</sub> incorporado fin de uso	Reciclable/reutilizable



Fabricamos en Teruel  
R.I. 44-5068-TE  
Atención al cliente: 00-34-964 52 14 38  
info@ecoclay.es  
www.ecoclay.es

## PRODUCT


Description:	Tierrafino Stone is a water resistant lime plaster for the interior and exterior.
Composition:	Lime (Calciumhydroxide) and earth pigments, metal oxide pigment (Dover White and Ayers Rock).
Packaging:	12,5 kg bucket.
Consumption:	Approx. 5 kg/m <sup>2</sup> at 5-6 mm thickness.
Storage advice:	Store dry and cool, but free from frost.
Workability:	Tierrafino Stone, when dry, can be kept for 3 years.
Colors:	8 standard colors can be mixed amongst each other to create new subtle shades: Dover white, Delphi white, Roman Ochre, Nassau orange, Djenné red, Ayers Rock, Iquitos green and Gomera grey. The palette of colors can be extended endlessly by mixing with Tierrafino Pigment. Due to the character of natural earth pigments used, slight variations in color may appear between batches of the same color. Check the batch numbers mentioned on labels on packaging. If you have several batch numbers, we advise to intermix these to avoid variations in color. (Example of a batch number: STL0325DO01).

## AREA OF APPLICATION

Shiny lime plaster for sufficiently load bearing walls, floors and ceilings in the interior and exterior. Suitable for wet and dry rooms and decorative ornaments. Suitable for table tops when not used industrially.

Suitable for plastering at a thickness of 5-6 mm onto stable, rough, mineral substrates like lime-cement plasters, cement plasters and base clay plaster.

## PROPERTIES

-  Tierrafino Stone is lime, it is classified as irritating to the skin, eyes and mucous membranes
- Professional/very experienced DIY
- Water resistant yet vapour permeable
- Apply with hand tools
- Hardened out after 3-4 months
- Difficult to repair
- Shows hairline cracks in almost all cases
- Maintenance only possible with pure olive oil soap (Tierrafino Soap)
- Only suitable for floors when walked on with bare feet or soft shoes
- Never use masking tape on fresh/old Tadelakt
- Do not apply where water will form puddles on or against Stone surfaces to avoid stains.

## APPLICATION

Circumstances:	The air- and substrate temperature must be at least 5°C.
Substrate:	Load bearing, stable, continuously dry, absorbing, sufficiently rough to provide a mechanical key, free of dust and grease. Remove sealing coatings. Tierrafino Base is only a suitable substrate in dry areas. In wet

areas a waterproof substrate is necessary. Substrates may not warp/bend under any circumstances, to avoid structural cracks.

- Mixing:** Add 5 l water to 12,5 kg Stone (0,4 l/1 kg). Close the bucket and let rest for 2-15 days. Just before application: empty the contents of the bucket into a plasterer's tub or bucket. Add a small quantity of water and mix Stone to a homogeneous paste. If possible save some dry material for repairs in the future. Only use Pigment in combination with Stone Delphi White. Add a maximum of 10% Pigment when used in wet areas, with the exception of Pigment Ultramarine Blue, do not use this in wet areas. Add Ultramarine Blue to Stone just before application.
- Application:** The varying drying times due to various substrates, air humidity and temperature are conditions that make the application of Stone difficult. Pre moisten the substrate. Apply 5-6 mm Stone with a laying on trowel. After some setting, when the shine of water has disappeared from the surface, float the plaster with a wooden float to create the desired shape. When floating is done too early, the adhesion will be disturbed. Smoothen the surface with a plastic trowel to push the fine lime particles to the surface. Smoothen with time intervals, overworking will cause air bubbles which will disturb the adhesion and show larger cracks after drying. When only a very thin film of lime on the surface, the fat of the lime, is still workable, polish with a polishing stone. The polishing stone will distribute the lime, close the surface and create the design. Shine will appear when polishing with the stone is continued, however, polishing with a plastic trowel or a thin plastic bag shaped into a ball can enhance the shine considerably.
- Finishing:** After time, depending on the circumstances between 1 and 12 hours, mix Tierrafino Soap with water (1:50 parts), apply this mixture with a soft brush. Always start at the bottom of your object to avoid white marks that may remain visible indefinitely. Repeat until Stone is saturated (the surface will not absorb the mixture anymore). Gently wipe the surface dry with your hand or with a thin plastic bag shaped into a ball. Do not let the soap mixture dry by itself, always wipe it dry. Wait between 1 to 6 hours and apply a new mixture of Soap and water (1:25 parts) and polish the surface carefully with the stone. Use the Soap mixture as a thin film between the stone and the surface on which the stone will glide. Repeat to create a higher shine. Treat showers and baths minimally 7 times with Soap, with or without polishing with a stone.
- Maintenance:** Clean Stone only with pure olive oil soap (Tierrafino Soap) and water. The more the surface is treated with Soap, the more resistant it will be to water. Never let Soap dry by itself, always wipe it dry with your hand or a soft cloth.
- Drying time:** Under normal circumstances (+20°C and 60% relative air humidity), Stone is dry between 2-6 days. Hardened out after 4 months. Never accelerate drying of Stone. Use showers after 1 week, walk on floors after 4 weeks.
- Repairs:** Repairs of Stone are possible but will always remain visible. Apply Stone on the premoistened damaged part, avoid applying it onto the parts around it that are intact. Finish according to the instructions above.
- Thinner:** Water.

Safety advice:

Stone is irritating. Hazard symbol: Xi . Avoid contact with skin, eyes and mucous membranes. Keep away from children. Always wear gloves, safety goggles and dust mask. Rinse eyes well with water after contact. For further information consult the Stone Material Safety Data Sheet.

## EXTRAS

Fully dried out Stone can be protected with Tierrafino Wax and other types of wax. Untreated surfaces are vulnerable to stains.

## TOOLS

Safety goggles, dust mask, protective gloves, plasterer's tub, mixer, water spray, hawk, laying on trowel, wooden float, plastic trowel, polishing stone, soft brush, masking tape.

## ASSISTING PRODUCTS

Tierrafino Soap, -Pigment, -Wax.



# ecoclayPLACork

Placa de arcilla aligerada con gránulos de corcho para techos

## DESCRIPCIÓN

ecoclayPLAC ofrece una solución 100% natural en la construcción de falsos techos en interiores. Se trata de placas compuestas por mortero de arcilla aligerado con gránulos de corcho natural y malla de yute por ambas caras con tratamiento de silicato en la parte interior de la placa, para prevenir cualquier posible aparición de microorganismos. Entre sus propiedades destacan la regulación de la humedad relativa de la estancia, su permeabilidad al vapor de agua, su baja conductividad, para conseguir el máximo confort con un menor coste energético. Además, favorece la neutralización de olores y partículas tóxicas en su estructura para generar ambientes limpios, es totalmente reciclable y un efectivo absorbente acústico.

Su presentación en forma de tablero convierte a ecoclayPLACork en un material completamente moderno e idóneo para la bioconstrucción, están recomendadas para su uso tanto en viviendas de nueva construcción como en rehabilitaciones, reformas y usos en locales comerciales.

## INSTALACIÓN

Las placas de arcilla se fijan mecánicamente sobre estructuras preexistentes (madera, aluminio,...) mediante tornillos anticorrosión (se recomienda un mínimo de 15 tornillos por placa y una distancia entre centros de montantes de 20cm). Los tableros se pueden cortar con facilidad con cúter o sierra para adaptarse a las medidas requeridas en obra y favorecer su colocación, para ello cortar la malla de yute que está adherida a la placa por ambas caras según la medida deseada, colocar la placa sobre una superficie con esquina y partirla manualmente. Conviene la utilización de mascarilla ya que puede producir polvo en suspensión.

El rejuntado de las placas de arcilla se efectúa con tiras de malla de yute y se aplica una capa de 3mm de mortero de arcilla ecoclay BASE para alisar toda la superficie.

Para el acabado se recomienda el uso del mortero fino ecoclay ACABADO disponible en 14 colores naturales o bien pintura de arcilla al silicato ecoclayPAINT, disponible en 21 tonalidades.

## TAMAÑO

130 X 60 X 1,2 cm (+/- 5 mm en largo y ancho y 2mm en espesor)

Superficie de la placa 0,78m<sup>2</sup>

Para otras medidas de ecoclayPLACork consultar.

## SUMINISTRO Y ALMACENAJE

Las placas de arcilla ecoclayPLACork se suministran en palets según el número de placas requeridas en cada proyecto.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ecoclayPLACork

Placa de arcilla para tabiquería en seco ecoclay

Peso	11 kg/m <sup>2</sup>
Tamaño (+/- 5 mm en largo y ancho y 2mm en espesor)	130x60x1,2cm
Absorción acústica ecoclay PLACork+3mm ecoclay BASE+2mm ecoclay ACABADO+fijador XT-13 <b>α</b>	0,49
Resistencia al fuego	A2-s1,d0
COV's	cero



Fabricamos en Teruel  
R.I. 44-5068-TE

Atención al cliente: 00-34-964 52 14 38

info@ecoclay.es

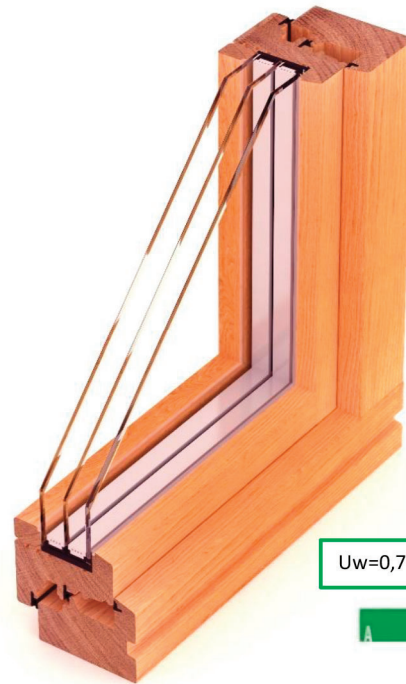
www.ecoclay.es



# Ventana de madera Serie EVO WOOD 92

**IRASTORZA**  
carpintería

Perfil	madera
Máx. aislamiento térmico (*)	Uw=0,77 W/m²k
Aislamiento acústico (**)	43(-1;-5) dB
Espesor de vidrio	48-56 mm
Herraje de seguridad	Si(WK1, WK2, WK3)
Transmitancia térmica del perfil	
Madera dura (Densidad=700 Kg/m³)	Uf=1,3 W/m²k
Madera blanda (Densidad=500 Kg/m³)	Uf=1,1 W/m²k
Especificaciones	
Sección total marco	92x70 mm
Sección total hoja	92x80 mm
Número de juntas	3
Tipos de junquillo	Recto/moldurado
Prestaciones certificadas (***)	
Permeabilidad al aire	Clase 4
Estanqueidad al agua	Clase E2550
Resistencia a la carga de viento	Clase C5
(*) Cálculo realizado sobre ventana de una hoja de 1,48x1,23m (alto x ancho). Perfil de madera blanda $\lambda=0,13$ con densidad de 500 Kg/m³. Vidrio Ug=0,5W/m²k con intercalario warm edge $\Psi=0,037$ .	
(**) Cálculo realizado sobre ventana de dos hojas de 1,48x1,23m (alto x ancho) con Vidrio Rw=50(-2;-5) dB.	
(***) Resultados correspondientes a una ventana de dos hojas de 1,48x1,23m certificado por laboratorio ENSATEC conforme a la norma UNE-EN 1026:2017, 1027:2017 y 12211:2017	



Uw=0,77 W/m²k

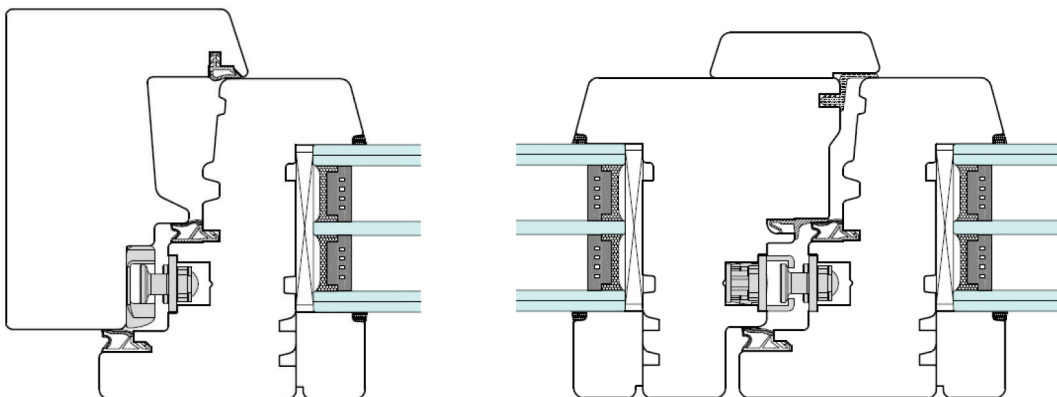


Sistemas de apertura	
Practicable oscilobatiente interior/fija	✓
Osciloparalela	✓
Practicable apertura exterior	✓
Corredera elevadora	✓
Corredera plegable	✓
Pivotante	✓
Abatible	✓
Tipologías ventana	
Travesaños en hoja o marco	✓
Hoja mayorada para manilla pasante	✓
Angulos	✓
Arcos	✓

## EVO WOOD 92

Máximo exponente en prestaciones de ventana fabricada íntegramente de madera 100% natural. Líneas elegantes para todo tipo de construcción.

Recomendada para lugares donde se busque el máximo ahorro energético y confort. La solución óptima para construcciones de consumo energético casi nulo.



### Características del producto

FORMATO	Mandal Pro & Drammen Pro	
Anchura	190	mm
Longitud	1200	mm
Número de paneles por paquete	7	
m <sup>2</sup> por paquete	1,596	m <sup>2</sup>
Bisel	Mandal Pro: 0V / Drammen Pro: 4V	
Espesor	8	mm
Machihembrado	Uniclic	
Garantía resistencia al agua	5	años



### GARANTIA DE FABRICA

	METODO	PARAMETROS	VALORES DE Pergo	
Clase de uso	EN 13329		Clase	21-22-23/31-32-33
CE	EN 14041	Organismo notificado	NB0766 EPH Dresden	
Garantía	Uso residencial		Ver condiciones de la garantía	33 años
		resistencia al agua		5 años
	Uso comercial		Ver condiciones de la garantía	10 años
		resistencia al agua		5 años

### Datos generales según EN 13329

	METODO	PARAMETROS	REQUISITOS NORMATIVOS	VALORES DE Pergo
Resistencia al desgaste	EN 13329		≥ 6000 ciclos	≥ 6000 ciclos
Clase de desgaste	EN 13329		AC5	AC5
Resistencia a los impactos	EN 13329	pelota pequeña	≥ 15N	≥ 15N
		pelota grande	≥ 1000mm	≥ 1000mm
Resistencia a los arañazos	EN 438-2, 25		Carga ≥ 3N	Carga ≥ 5N
Efecto de la rueda de la silla	ISO 4918 (con podložce)	Type W (EN 12529)	25000 ciclos	Sin cambios
Hinchazón por humedad	ISO 24336	a las 24 h de inmersión a 20°C	≤ 15%	≤ 12%
fuerza de bloqueo	ISO 24334	F10,2 lado largo	≥ 1 kN/m	≥ 1 kN/m
		Fmax lado largo		≥ 1 kN/m
		Fs0,2 lado corto	≥ 2 kN/m	≥ 2 kN/m
		Fmax lado corto		≥ 2 kN/m
Efecto de la pata de mueble	EN 424		Sin daños visibles con base tipo 0	Sin daños visibles
resistencia de la superficie	EN 13329	N/mm <sup>2</sup>	≥ 1,25	≥ 1,50
punzonamiento estático	EN ISO 24343-1		Punzonamiento ≤ 0,05 mm	Sin cambios visibles
Resistencia a las manchas	EN 438	Grupo 1, 2	Clase 5	Clase 5
		Grupo 3	Clase 4	Clase 4
Aspecto general	EN 13329	Diferencias de altura	≤ 0,15 mm	≤ 0,10 mm
		Juntas abiertas	≤ 0,20 mm	≤ 0,10 mm
		Conexión a lo largo	concavidad ≤ 0,50%	≤ 0,50%
			convexidad ≤ 1,00%	≤ 1,00%
		Conexión a lo ancho	concavidad ≤ 0,15%	≤ 0,15%
			convexidad ≤ 0,20%	≤ 0,20%
Variación dimensional por cambios en la humedad relativa	EN 13329	δl	δl average ≤ 0,9 mm	≤ 0,9 mm
		δw	δw average ≤ 0,9 mm	≤ 0,9 mm
Solidez a la luz	EN ISO 4892-2:2006/A1:2009 procedure B - cycle 5	Referencia gris	Clase ≥ 4	Clase 4



### Otros datos técnicos

METODO	PARAMETROS	REQUISITOS NORMATIVOS	VALORES DE Pergo
Reducción del ruido de los impactos	ISO 712/2	Sobre subsuelo Pergo	ΔLw ≈ 20 dB (Dependiendo del subsuelo utilizado)
Cigarrillos encendidos	EN 438-2.30	Clase 4	Clase 5
Densidad	EN 323		900 kg/m³

### AMBIENTE, SICUREZZA E SALUTE

METODO	PARAMETROS	REQUISITOS NORMATIVOS	VALORES DE Pergo
Emisión de formaldehído	EN 717-1	ppm	E1 < 0,1 < 0,01
Antiestático	EN 1815		≤ 2,0 kV ≤ 2,0 kV
Clasificación de resistencia al fuego	EN 13501-1	Clase	Cfl-s1
Resistencia al calor	EN 12996:2001	m²K/W	0,055 m²K/W
Calefacción por suelo radiante	Sobre subsuelo Pergo	Consulte las instrucciones especiales	Adecuado
Resistencia al deslizamiento	EN 13893	μ	μ ≥ 0,30 DS: μ ≥ 0,30

### CERTIFICADOS

U-zeichen	Z-156.606-996
AFFSET	A+
PEFC	PEFC/07-32-37
M1	
Singapore Greenlabel	035-098-1422
Nordic ecolabel	30290001
EPD	
EU Ecolabel	SE/035/001

