



POLITÉCNICA

Contents lists available at POLI-RED

IngeniaMateriales

Journal homepage: http://polired.upm.es/index.php/ingenia_materiales



Chispifina

B. Fernández, E. Sainz, E. Prieto, L. Zahonero

E.T.S.I. de Caminos, Canales y puertos, Universidad Politécnica de Madrid, C/ Profesor Aranguren 3, E28040, Madrid, Spain

INFORMACIÓN

Información del Proyecto:

Entrega anteproyecto 24 febrero 2023

Entrega Proyecto 21 mayo 2023

Disponible online 1 julio 2023

Keywords:

Material

Hidrófobo

Adherencia

Cera de soja

ABSTRACT

Las goteras o filtraciones de agua son un inconveniente muy frecuente en muchos edificios. Además de ser un problema estético, causará humedades y filtraciones en viviendas, edificios urbanos, deportivos... Por ello hemos decidido crear un material que actúe a modo de revestimiento y que ofrezca una gran protección ante roturas. En este artículo expondremos una alternativa a bajo coste y ecológica. Hemos decidido basarnos en un material compuesto de cera de soja y silicona neutra. El objetivo final es obtener un material principalmente impermeable, con capacidad de adhesión a diferentes superficies.

© 2023 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved

1. Introducción

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar si se puede elaborar un material capaz de adherirse a una amplia variedad de superficies que requieran de un recubrimiento impermeable y antideslizante, con el objetivo de obtener un acabado resistente al agua.

La aparición de goteras y filtraciones en edificios ha sido un gran dilema desde tiempos inmemorables. Desde los celtas, pueblos paleolíticos, indios o persas utilizando pieles o pajas en sus tejados (debido a su resistencia frente a lluvias) hasta los griegos, chinos y egipcios desarrollando nuevas formas de construcción de techos o materiales evitando así que entrase el agua a la vivienda. Es por esto, que no es nada nuevo que a nosotros nos preocupe la filtración de agua en la vivienda o nos alarmemos ante el menor indicio de una posible gotera, ya que podría acabar en un gran desastre, como el que ocurrió en Gijón el miércoles 5 de enero de 2022:

Aquel enero de 2022, la presencia de goteras y filtraciones no reparadas eficazmente causó un derrumbamiento de techo que acabó con la vida de dos operarios y causó heridas a otros dos en el colegio San Vicente de Paul. Este accidente tan solo ha sido la gota que colma el vaso, nos pusimos a investigar y encontramos que según la Investigación Cooperativa entre Entidades Aseguradoras y fondos (ICEA) "El agua es responsable de un tercio de los siniestros en el hogar" además los incidentes causados por agua acapararon el 35,9% del importe siniestral total en el hogar, cuyo porcentaje es más del doble del generado por robos (14,1%) y el triple de las roturas de cristales (10,6%). En España, en promedio, el coste de las averías por agua es de 712 euros, son datos del último informe del proveedor

alemán de accesorios sanitarios y soluciones de agua, GROHE el cual afirma que la situación en nuestro país está mejor que en otros estados europeos, donde la media de daños se sitúa en 2.300 euros.

Ante esta situación que nos está afectando a todos de manera directa o indirecta (ya que problemas en las infraestructuras debido al agua no suelo puede ocurrir en nuestras casas, sino en estaciones de metro, hospitales...ralentizando así los servicios públicos) y teniendo en cuenta que estos problemas pueden ocasionar verdaderos desastres, y como dijo el ingeniero Henry Peralta: "Los desastres no son naturales, son responsabilidad de los seres humanos, no son los terremotos los que matan a las personas, sino el muro mal construido, la teja mal puesta, y esa responsabilidad es de los seres humanos". Hemos considerado que podría ser de interés aportar un material que pudiese acabar con este problema definitivamente y responsabilizarnos de este inconveniente, en vez de seguir tratándolo como un mal menor tapando las goteras temporalmente con parche para techos.

Para responder a la pregunta de investigación: ¿Se puede crear un material capaz de adherirse a cualquier superficie que necesite un recubrimiento resistente al agua? Se trabajó con dos productos esenciales, la silicona neutra y la cera 100% vegetal de soja. El material obtenido fue sometido a varios ensayos para obtener sus propiedades.

El método utilizado en esta investigación, realizando una pregunta, recolectando información, una hipótesis y sometiéndolo a una serie de experimentos para analizarlos se conoce como método científico y es muy frecuente en la ciencia. Además, durante todo el proceso experimental se controlaron las variables que pudiesen afectar a la realización o propiedades del material (se mantuvo una presión y temperatura atmosférica).

2. Motivación

Para resolver la pregunta de ¿Se puede crear un material capaz de adherirse a cualquier superficie que necesite un recubrimiento resistente al agua? Vamos a indagar profundamente sobre la capacidad hidrófoba y de adherencia de los materiales.

2.1. La hidrofobia

La hidrofobia es un término derivado del griego «hydro», que significa agua, y «phobos», que significa miedo. Es una propiedad físico-química basada en la generación de un ángulo de contacto entre la gota de agua y la superficie superior a 90 °C e incluso en materiales superhidrófobos puede ser superior a 150 °C. Esto hace que aumente la tensión superficial del agua haciendo que sea imposible mojar la superficie, puesto que el ángulo de contacto crea una película microscópica, casi imperceptible de aire que evita que el líquido interactúe con la superficie.

Las sustancias hidrofóbicas están compuestas por moléculas no polares que repelen las masas de agua y atraen a otras moléculas neutras y a los disolventes no polares. Los materiales hidrofóbicos son aquellos que se basan en el concepto químico de la hidrofobicidad, es decir, la capacidad de la sustancia para repeler el agua. La hidrofobicidad es una característica muy frecuente en la naturaleza, la podemos encontrar en aceites, ceras, grasas...etc. y en el pelaje de animales (los patos, las alas de las mariposas) pero, además a través de biomimetismo, los humanos hemos logrado crear materiales con esta capacidad como chubasqueros, paraguas... y emplearla para ciertos usos industriales como anticongelante de las tuberías de calor o la eliminación del aceite de las soluciones acuosas aplicados a plásticos, cerámicas y mallas.

2.2. Adherencia

La adhesión es la propiedad de la materia por la cual se juntan y ensamblan dos superficies de sustancias iguales o diferentes al entrar en contacto, y mantenerse juntas por fuerzas intermoleculares. Tiene lugar cuando estamos frente a un sistema formado por 2 materiales, uno que se pretende unir (adherente) y el otro que establece la unión(junta). La adherencia será tanto mayor cuanto mayor sea la energía mecánica que puedo absorber la adhesión adhesiva. Existen 2 tipos de adherencia;

Adherencia mecánica: Es un tipo de adherencia basado en la cohesión del adhesivo alcanzada en el proceso de hidratación de un mortero. Sus principales características son el acoplamiento mecánico entre adhesivo y adherente, la microrrugosidad superficial del adherente, la cinética de penetración del adhesivo en poros y capilares y la capacidad humectante o mojante del adhesivo

Adherencia química: Proviene del hecho que en la mayoría de los casos interviene la química orgánica en la consecución de la adhesión. Esta clase de adherencia, mejora considerablemente sus propiedades en fresco y finales. Asegurando la adherencia con grosores mínimos, buen anclaje sobre superficies lisas, mayor resistencia a tracción, flexión, impacto, abrasión...

Una vez recopilada toda la información anterior, enunciamos la hipótesis de que si será posible crear un material que junte ambas propiedades con el fin de crear un material impermeable aplicable tanto a superficies lisas como rugosas ya que aparentemente no se contraponen y son capaces de existir en un mismo material.

3. Resultados

3.1. Materiales y reactivos

En esta tabla se han registrado los materiales utilizados en la práctica.

Tabla 1. Materiales y reactivos empleados

MATERIALES	REACTIVOS
Ollas (2 uds.)	Cera de soja
Cuchara	Silicona neutra
Fogón	Agua
Mascarilla quirúrgica	-
Secador	-

A lo largo de la práctica se utilizaron varias medidas de seguridad para evitar el riesgo de intoxicación a causa de los materiales empleados (mascarilla, guantes...).



Fig. 1. Silicona neutra (izquierda) y cera de soja empleadas para la fabricación del material

Los reactivos empleados fueron:

- **Silicona neutra:** garantizará la aplicación y el rendimiento en todo tipo de clima y prácticamente no se verá afectada por la luz ultravioleta. Mantendrá la flexibilidad y adherencia incluso tras ser sometida a elongación o compresión. Será resistente tanto a agrietamientos como a roturas y desgarros sin endurecerse ni contraerse y se podrá aplicar fácilmente en un amplio rango de temperaturas.
- **Cera de soja:** es un derivado de las plantas y una fuente ilimitada además de ser renovable y biodegradable, por lo que es un producto sostenible. Su combustión no constituye ningún riesgo debido a que son 100 % naturales y no son tóxicas; por lo que al calentarse no supondrán ningún daño al medioambiente ni a las personas que lo manejen. Durante el calentamiento de esta en el ensayo, tampoco aumentaron los niveles de CO₂ en el ambiente ni produjo residuos ni hollín (contaminante aéreo).

El agua utilizada en este experimento será únicamente destinada al baño María de la cera de soja. Necesitaremos una pequeña cantidad (150 ml aprox.) para calentarla uniforme y lentamente hasta alcanzar su estado líquido.

3.2. Procedimiento experimental

Para abordar la pregunta de investigación: ¿Se puede crear un material capaz de adherirse a cualquier superficie que necesite un recubrimiento resistente al agua? Se han realizado una serie de pruebas para hallar las proporciones idóneas de cada uno de los reactivos empleados.

A lo largo de todo el procedimiento hemos tenido en cuenta los objetivos principales de dichos experimentos; crear un material impermeable aplicable tanto a superficies lisas como rugosas. Para ello, hemos sumergido en agua una olla con 100 g de cera de soja hasta alcanzar estado líquido al baño María a fuego rápido durante 3 minutos (en nuestro caso lo hicimos en una vitrocerámica al nivel 7).



Fig. 2. Cera de soja derretida al baño María

Una vez obtenido el estado deseado, para conseguir un resultado óptimo, las proporciones deben ser 2 cucharadas soperas de cera de soja líquida por cada 4 cucharadas de silicona neutra.

Habrà que remover en un recipiente ambos reactivos hasta obtener una mezcla homogénea.



Fig. 3. Proceso de mezclado de la silicona neutra con la cera de soja

La mezcla homogénea de una densidad viscosa es nuestro material a la hora de aplicarse. Se dispondrà del material en ese estado y se aplicará sobre la superficie que queremos tapar o la que queremos recubrir. Finalmente, la mezcla se irá solidificando para obtener las mejores propiedades.

En superficies lisas será necesario utilizar una capa gruesa. En cambio, en capas rugosas será suficiente con una capa fina. Además, gracias a la dureza que alcanza al solidificar y a su alta temperatura de fusión servirá para reparar imperfecciones como grietas o agujeros en tuberías y otros conductores de agua y sustancias líquidas.

4. Resultados

4.1. Ensayo de caída

Consideramos que un material es elástico cuando al ser sometido a una fuerza se deforma plásticamente cambiando su forma, pero al cesar dicha fuerza el material consigue recuperar su forma inicial por completo.

Para realizar este ensayo necesitaremos una muestra esférica del material que será sometida a caídas libres desde distintas alturas.

En primer lugar, empezaremos soltando la muestra a una altura de 50 cm. La probeta rebota con tres botes y alcanza una altura de 3 cm hasta detenerse en la superficie. En segundo lugar, aumentaremos la distancia, ahora la esfera caerá desde una altura de 1 m. La esfera rebota un total de cinco veces y esta vez podemos observar que cuando se produce el rebote alcanza una altura mayor que en el anterior caso.

Por último, la esfera será sometida a una altura doble a la anterior, es decir que ahora caerá libremente desde 2 m de altura. Observamos que a medida que aumenta la altura desde la que cae la esfera, también lo hace la altura que alcanza de rebote.

La esfera en el momento del rebote hasta la posición desde la cual la lanzamos. Este movimiento no se repite indefinidamente al haber pérdidas de energía. En el momento del choque la esfera se deforma elásticamente, es decir, en los tres casos recupera su forma de

inmediato, por tanto, queda demostrado que nuestro material posee una gran elasticidad.

4.2. Ensayo de corrosión

A continuación, realizaremos un ensayo de corrosión en dos medios con diferentes composiciones:

El primer medio estará constituido por agua y un porcentaje de sal que iremos variando. Comenzaremos preparando tres disoluciones: agua con 0,25 % de sal, otra con 0,50 % y una última con 0,75 %. En todas ellas la sal debe de estar correctamente diluida. Dejaremos las muestras del material sumergidas en las disoluciones durante 72 h. Finalizado el plazo de tiempo, observamos que no se ha producido ningún cambio en las muestras.

El segundo medio estará compuesto por 40 ml de lejía en el que sumergiremos la muestra esférica. Pasadas 72 h la esfera permanece intacta, no hay cambios visibles en su estructura. Podemos concluir que nuestro material además de ser impermeable es resistente a medios salinos y corrosivos como podría ser la lejía.



Fig. 4. Resultados ensayo de corrosión en diferentes medios salinos (izquierda) y en 40 ml de lejía (derecha)

4.3. Ensayo de conductividad térmica

Existe la posibilidad de que nuestro material en circunstancias excepcionales se encuentre a temperaturas muy elevadas, por ello realizaremos el siguiente ensayo para determinar su capacidad de conductividad térmica.



Fig. 5. Muestra parcialmente quemada como resultado ensayo de conductividad térmica

Trabajaremos con una muestra esférica del material y continuación calentaremos con un mechero la superficie. A partir de 6 segundos el material comienza a derretirse lentamente, y a los 10 segundos la muestra prende fuego y comienza a quemarse. Como resultado obtenemos que nuestro material no conduce bien el calor, por tanto, tiene una nula capacidad de conductividad térmica y no debe someterse a altas temperaturas que pongan en riesgo su eficacia.

4.4. Ensayo de conductividad eléctrica

Los materiales aislantes de la electricidad son aquellos que inhiben el paso de la corriente eléctrica. Su finalidad es funcionar como mediadores entre los conductores eléctricos para evitar sufrir una descarga. Nuestro material está diseñado para ser aplicado a superficies que estén en contacto con el agua continuamente, por ello es importante que sea un buen aislante eléctrico.



Fig. 6. Prueba de conductividad con Multímetro Velleman DVM892

Para realizar el ensayo emplearemos un multímetro Velleman DVM892 e introduciremos las puntas o cables cada una en un extremo de una pieza del material para medir el voltaje. Como vemos en la imagen obtenemos como resultado un voltaje prácticamente nulo, por lo que el material no conduce la electricidad.

5. Conclusiones

Respondiendo a la pregunta de investigación: ¿Se puede crear un material capaz de adherirse a cualquier superficie que necesite un recubrimiento resistente al agua?, para la que se había formulado la hipótesis según la cual sí será posible crear un material que junte ambas propiedades con el fin de crear un material impermeable aplicable tanto a superficies lisas como rugosas, basándonos en los datos y resultados de los ensayos, afirmamos que se acepta. Puesto que cómo podemos apreciar con los ensayos, sí es viable mezclar ambos productos y además nos dan exactamente las propiedades que buscábamos, logrando así nuestro objetivo.



Fig. 7. Muestras del material adherido a diferentes superficies

Los resultados obtenidos tras el proceso de fabricación han sido que su producción a escala industrial podría ser perfectamente viable puesto que tan solo se necesitaría derretir la cera de soja, mezclar con parafina mediante varillas industriales (como las que se emplean en la producción de pan, mezclando la masa) y empaquetar en aplicadores (como los de la pasta de dientes) aislados, para que el material no solidifique antes de tiempo. Ya que nuestra intención es que este material se emplee para la aplicación sobre goteras o picaduras en tuberías, aplicar una leve capa sobre superficies húmedas o que se puedan humedecer y mejorar así su agarre evitando así posibles desastres, caídas...etc.

Cabe destacar que el resultado final del experimento es satisfactorio, ya que es un material hidrofóbico que se adhiere a cualquier superficie. Además, nos gustaría poner el foco en la ecosostenibilidad del material ya que, como futuras ingenieras, debemos mantener una preocupación por nuestro planeta y mirar por el medioambiente. Chispifina no tendrá un gran impacto medioambiental gracias a que la cera de soja es una fuente ilimitada y biodegradable, convirtiéndolo en un producto sostenible.

6. Agradecimientos

En nombre de todos los miembros del equipo queremos agradecer al profesorado de esta asignatura por facilitarnos la orientación y el desarrollo del trabajo, mediante diversos documentos a nuestro alcance a través de la plataforma Moodle, así como la revista *IngeniaMateriales*.

Por último, nos queremos agradecer unos a otros por haber colaborado de forma contundente y eficaz.

7. Bibliografía

- [1] El Comercio. (2022, enero 2) Derrumbe mortal en Gijón: «De golpe y porrazo se vino abajo». Recuperado de: <https://www.elcomercio.es/gijon/derrumbe-mortal-gijon-20220105182619-nt.html>
- [2] Velas, beneficios y ventajas de la Cera de Soja - Energía Zen
- [3] Durabilidad de los Sellantes de Estanqueidad - Ventajas de las Siliconas Neutras
- [4] (dow.com)<https://estudiosgeotecnicos.info/index.php/permeabilidad-de-los-suelos/>
- [5] <https://anfapa.com/adhesivos-colocacion-ceramica/adherencia>
- [6] http://www.ipc.org.es/guia_colocacion/info_tec_colocacion/mat_agarre/adherencia.html
- [7] <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/sustancias-hidrofobicas-que-son-y-uso/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20las%20sustancias%20hidrof%C3%B3licas,phobos%C2%BB%2C%20que%20significa%20miedo.>
- [8] <https://www.udem.edu.mx/es/institucional/noticia/los-desastres-no-son-naturales-son-responsabilidad-de-los-seres-humanos>
- [9] <https://www.xatakahome.com/n/el-agua-es-responsable-de-un-tercio-de-los-siniestros-en-el-hogar-y-los-seguros-no-cubren-el-100-de-los-danos>
- [10] <https://www.lne.es/gijon/2022/01/07/informe-bomberos-revela-derrumbe-mortal-61347293.html>
- [11] <https://www.iko.com/na/es/blog/los-tejados-antiguos/>
- [12] <https://www.inese.es/casi-un-tercio-de-los-siniestros-de-hogar-se-debe-a-danos-por-agua/>
- [13] <https://oroel.com/proteccion/7-ejemplos-de-materiales-aislantes-de-electricidad/#:~:text=Los%20materiales%20aislantes%20de%20la%20electricidad%20son%20aquellos%20que%20tienen,persona%20de%20sufrir%20una%20descarga.>