



POLITÉCNICA

Contents lists available at POLI-RED

IngeniaMateriales

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



Cemento biodegradable

J. González, I. Fernández, A. García, L. González

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 20 febrero 2022

Entrega Proyecto 18 mayo 2022

Disponible online 15 septiembre 2022

Keywords:

Harina de arroz

Cemento

Parques naturales

ABSTRACT

El cemento biodegradable es un material creado principalmente para la sustitución de materiales compuestos por sustancias tóxicas que influyen en la contaminación del planeta y que son capaces de crear efectos negativos en la salud de los seres vivos. Su aplicación fundamental sería en parques y reservas naturales, donde el uso de materiales contaminantes está prohibido ya que pueden dañar el ecosistema. Este nuevo material al ser biodegradable, compatible con el ecosistema y, además, compuesto por productos reciclados, es ideal para el vallado y zonificación de estas localizaciones.

© 2022 ESTRUMAT 2.0. All rights reserved

1. Introducción

Durante siglos, los materiales utilizados en la vida cotidiana han sido uno de los principales problemas para el medio ambiente. Pues muchos de ellos son contaminantes, tóxicos y en general dañinos para los humanos y la Tierra.

Para las futuras generaciones, es nuestro deber reducir la contaminación para salvar el planeta. Para ello, en nuestro campo, hemos tratado de crear un material biodegradable que sustituya materiales dañinos como puede ser el yeso o el cemento.

1.1. Motivos por los que buscar materiales biodegradables

El cemento es uno de los materiales más perjudiciales, no solo para el medio ambiente, sino también para la salud de las personas.

En la fabricación del cemento es necesario el transporte de materiales pulverizados desde la cantera hasta el lugar de fabricación y las partículas son la principal causa del impacto medioambiental negativo, a parte estos polvos transportados influyen sobre la salud de los trabajadores porque provoca la enfermedad respiratoria llamada silicosis. También ayuda al efecto "isla de calor", donde se absorbe el calor del sol y los gases de los vehículos influyendo en la contaminación del medio. En cuanto a la salud laboral, sabemos que estar largos tiempos expuestos al cemento ocasiona infecciones en la piel, erosiones alrededor de las uñas y la más conocida de todas, la dermatosis, que se produce por la acción irritante de las sustancias químicas que contiene el cemento.

Algunas otras reacciones que se puede tener al estar trabajando con cemento son:

- Contacto con los ojos: el contacto directo con polvo de cemento (húmedo o seco) puede provocar lesiones leves como irritación y dolor a lesiones graves como quemaduras potencialmente irreversibles.

- Inhalación: puede provocar irritación de la garganta y el tracto respiratorio y la inhalación repetida de polvo de cemento puede incrementar el riesgo de desarrollar enfermedades pulmonares.
- Contacto con la piel: el cemento puede tener un efecto irritante sobre la piel húmeda (debido al sudor o a la humedad) y después de un contacto prolongado sin la protección adecuada puede causar desde una dermatitis a una quemadura grave.
- Ingestión: irritación, sensación de dolor y/o quemazón

Otro material muy dañino es el yeso. El yeso es una sustancia que es capaz de disolverse en el agua, por lo que puede contaminar las aguas superficiales o subterráneas. Al disolverse produce sulfatos solubles en niveles elevados. Por ello, debe ser tratado en plantas de reciclaje.

Cuando este entra en las plantas de reciclaje, estropea sustancias recicladas de demoliciones utilizadas para la construcción. El yeso puede disolverse y generar huecos en estas sustancias. Una pequeña cantidad puede contaminar una partida entera, provocando que deba ser depositada en vertedero para su eliminación, en lugar de su comercialización como nuevo material de construcción.

El yeso y sus derivados, además de poseer un coste de gestión muy elevado para eliminación, no reciclaje, contaminan el residuo al que van asociados al ser muy difícil su separación.

1.2. Objetivo del material

Viendo todos los aspectos en los que los materiales tradicionales formados por compuestos químicos tóxicos pueden ser dañinos, encontramos un material que, compartiendo las propiedades para cumplir con las utilidades deseadas de estos materiales dañinos, son un nuevo sustituto que no solo evita la contaminación de la biosfera, sino que además puede ser beneficioso en cuanto a la fauna y la flora, ya que la principal aplicación de este producto sería en reservas naturales.

1.3. Utilización de cemento biodegradable en zonas naturales

La principal aplicación de este cemento biodegradable será en parques nacionales y zonas protegidas ya que, según La Ley 30/2014, de 3 de diciembre, de Parques Nacionales, Plan Director de la Red de Parques Nacionales, la zonificación de los parques nacionales se realiza:

“Con carácter restrictivo y excepcional, se podrá autorizar la construcción de pistas o caminos, vinculados al uso público, a actividades de gestión o a los aprovechamientos tradicionales compatibles. Se adaptarán al terreno minimizando los impactos y no recibirán tratamiento superficial ni con asfalto ni con hormigón”

Esto quiere decir que en estas zonas específicas no se pueden utilizar para materiales como el hormigón (el cemento es un componente del propio hormigón) debido al impacto medioambiental que causan, por ello, nuestro cemento biodegradable sería el sustituto ideal que nos permitiría anclar construcciones al suelo, como el vallado, bancos, papeleras o incluso observatorios; sin dañar estas zonas de especial protección.

Debido a que es un material biodegradable, se realizarán mantenimientos cada 2 años para comprobar el deterioro del material, y en caso de que este fuese muy avanzado, reemplazarlo por uno nuevo.

Además, este material cumple los objetivos 15, 3, 9, 13, 11 y 12 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la Asamblea General de las Naciones Unidas.



Fig. 1. Objetivos de desarrollo sostenible de la O.N.U.

2. Materiales y métodos

2.1. Materiales

Los materiales utilizados para conseguir este cemento biodegradable han sido harina de arroz, cáscaras de huevo, resina y agua.

Para conseguir llegar a esta mezcla, que presente las propiedades deseadas para su principal aplicación, realizamos varias pruebas con diferentes harinas: harina de trigo, harina de fuerza y harina de maíz, mezclándolas con los demás componentes.

Llegamos a la conclusión de que la harina de arroz sería la más efectiva para nuestro material, por ello, fabricamos dos tipos de muestras variando las cantidades de los componentes en cada una de ellas.

Cantidades empleadas en la Muestra 1, fabricada con harina de arroz:

- 74 g de cascara de huevo.
- 74 g de harina de arroz.
- 125 ml de agua

Cantidades empleadas en la Muestra 2, fabricada con harina de arroz:

- 74 g de cascara de huevo
- 74 g de harina de arroz

- 75 ml de resina
- 125 ml de agua
-



Fig. 2. Elementos utilizados para la fabricación de las muestras (de izquierda a derecha): cáscaras de huevo, cáscaras de huevo trituradas, harina de arroz, resina

1. Reciclando cáscaras de huevo, las lavaremos y las dejaremos secar. Una vez secas, trituraremos las cáscaras hasta convertirlas en polvo.
2. Pondremos en un recipiente cada uno de los componentes, mezclándolos hasta conseguir su homogeneidad. Con esta masa crearemos el nuevo material.
3. Si queremos que sea de un color concreto, podemos añadir a la mezcla unas gotas de colorante.
4. Aplicamos la masa dependiendo del uso que le vayamos a dar.
5. Dejamos secar 24h.

2.2. Ensayos

Para la caracterización de los materiales se han realizado una serie de ensayos mecánicos y de durabilidad, estos son:

- **Ensayo de resistencia a la temperatura:** aumentamos la temperatura de la masa hasta 160 °C con ayuda de un secador de pelo durante 20 minutos.
- **Ensayo de resistencia al agua:** sumergimos en agua el material durante 7 horas.
- **Ensayo de resistencia a tracción (resistencia al peso):** colgamos las piezas unidas con el material del marco de una puerta durante 24 horas.

3. Resultados

Los resultados obtenidos para la Muestra 1 se presentan a continuación:

Resistencia a la temperatura: tras 20 minutos de aplicación de calor, podemos observar cómo se deshace muy rápido sin apenas tocarlo



Fig. 3. Ensayo de resistencia a la temperatura

Resistencia al agua: se sumerge la mezcla en 3 litros de agua por 7h. Podemos ver cómo se despega por completo del ladrillo y mucha parte ha quedado diluida en el agua.



Fig. 4. Ensayo de durabilidad en agua

Resistencia a tracción: el material es muy frágil y se rompe fácilmente, no quedan adheridas las piezas. Tras 24 horas de secado y prácticamente sin hacer presión, se ha partido en dos y se han separado los dos ladrillos. No posee las propiedades adecuadas y no se ha podido colgar bajo su propio peso, ni añadir más peso a la muestra.

En cambio, la respuesta de la Muestra 2 a los ensayos fue la siguiente:

Resistencia a la temperatura: tras aplicar una temperatura de 160 °C podemos observar cómo el material se endurece.

Resistencia al agua: tras ser sumergido en un recipiente durante 7 horas, observamos que los ladrillos no se despegan, aunque sí que se reblandece la mezcla, pero tras secarse vuelve a su estado inicial.

Resistencia a peso: se ha colgado desde el marco de una puerta durante 24 h y ha aguantado sin romperse. Se ha hecho la prueba del peso, poniendo pesas con una cuerda colgadas del ladrillo para ver hasta cuantos kilos resiste, al colocar 8 kilos se ha roto.

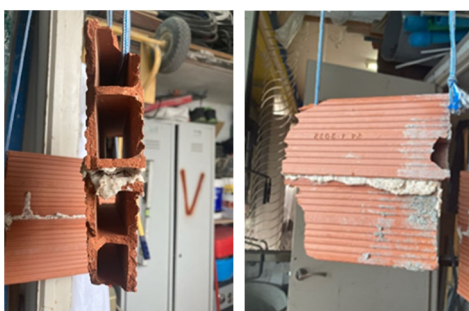


Fig. 5. Ensayo de resistencia al peso tras 24 horas

4. Discusión

4.1. Ensayo de resistencia al peso

En este gráfico podemos ver claramente el peso que ha soportado cada mezcla, y comprobar que la que más resistió fue la de harina de arroz con resina, resistiendo 7 kg más los 6 kg de los ladrillos; y vemos que la que menos ha aguantado ha sido la de harina de trigo sin resina ya que no ha llegado a soportar ni 1 kilogramo parte de los ladrillos.



Fig. 6. Pesos soportados por cada una de las mezclas

4.2. Ensayo de durabilidad en agua

En este ensayo hemos podido comprobar que la mayoría de las mezclas se reblandecen al estar humedecidas, aunque al secarse vuelven a su estado inicial, pero la de harina de arroz con resina es la que más soporta sin diluirse.

Al analizar los resultados obtenemos:

En las mezclas de harina de trigo y la de fuerza tras pasados 2 minutos el material se ablanda y empieza a disolverse, por lo que no nos serviría para el uso que queremos darle.

En las de maicena, pasados los 40 segundos el material se empieza a disolver, entonces no soportaría condiciones climatológicas adversas.

Y, por último, con la harina de arroz comprobamos que es el que más aguanta sin disolverse ya que tras pasadas 7 horas vemos que el ladrillo se ha despegado, pero no se ha disuelto, y como ya sabemos que al secarse vuelve a su estado inicial, concluimos con que sería el idóneo para el uso deseado.

4.3. Ensayo de resistencia a la temperatura

La resistencia del material a la temperatura la hemos estudiado aplicando calor (160 °C) con ayuda de un secador durante un tiempo prolongado a la pieza hasta ver cambios en sus propiedades mecánicas. La harina de maíz y la de arroz con y sin resina reblandece quedándose en una pasta blanda de muy baja resistencia, la de maíz a los 40 segundos y la de arroz a los 20 minutos. En cambio, tanto la harina de fuerza como la de trigo, han tenido efectos contrarios, tras 2 minutos y medio, las pastas que contenían resina se han endurecido, sin embargo, las que no contenían resina también se han reblandecido.

5. Conclusiones

Antes de comenzar el proyecto, la hipótesis era que el material con las propiedades óptimas sería el de harina de fuerza con resina, y tras hacer varios ensayos con diferentes tipos de harina se comprueba que la hipótesis era falsa, ya que la mezcla de harina de arroz con resina tiene mejor resistencia al calor, a la humedad y es el que soporta más peso, como se puede ver en las tablas anteriores. Y aplicado al uso deseado es el que mejor soportaría las condiciones climatológicas de la zona natural.

6. Agradecimientos

Agradecemos toda la ayuda a nuestros familiares, por su colaboración en los ensayos de peso.

7. Bibliografía

- [1] https://es.wikipedia.org/wiki/Impacto_ambiental_de_la_industria_del_cemento
- [2] <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2016-9690>
- [3] <http://aridosrecicladosdercd.es/blog/el-yeso-y-sus-derivados-un-problema-en-los-residuos-de-construccion-y-demolicion/#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20producto,sulfatos%20solubles%20en%20niveles%20elevados.>
- [4] <https://www.construyendoseguro.com/como-prevenir-los-riesgos-quimicos-que-produce-el-cemento/#:~:text=La%20exposici%C3%B3n%20prolongada%20a%20las,qu%C3%ADmicas%20que%20contiene%20el%20cemento.>