

MONOGRAFIA

ESTADO DEL ARTE DE LA INCLUSIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA CREACIÓN
DE UNA MEZCLA DE CEMENTO QUE IMPLEMENTE LA ECONOMÍA CIRCULAR.



Por:

Jesica Mariana Gómez Godoy



UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
VILLAVICENCIO

202

MONOGRAFIA

ESTADO DEL ARTE DE LA INCLUSIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA CREACIÓN
DE UNA MEZCLA DE CEMENTO QUE IMPLEMENTE LA ECONOMÍA CIRCULAR.



Aprobado por:

Alexander Solarte Benavides MSc.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
VILLAVICENCIO

2021

Contenido

Glosario	7
Resumen	9
Palabras claves	9
Abstract	10
Keywords:.....	10
Introducción	11
Formulación del problema	13
Objetivos	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Especifico.....	15
Justificación	16
Marco de referencia	18
Estado del arte	18
<i>Residuos orgánicos</i>	18
<i>Clasificación De Los Residuos Orgánicos.</i>	18
Obtención De Materia Prima De Las Cenizas De Aceituna	20
Transformación De Los Huesos De Aceituna.....	20
Normas técnicas relevantes	21
Aprovechamiento De Los Huesos De Aceituna	23
Aplicación en proyectos	26
Ensayos De Laboratorios	26
Resultados De Algunos Ensayos De Laboratorio	27
Ensayo a comprensión de una mezcla adicionado con cenizas de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero	27
Aprovechamiento De La Cascarilla De Arroz	27
Obtención de la cascarilla de arroz	27
Proceso de transformacion de la cascarilla de arroz	28
Proceso De Reflujo.....	28
Ventajas de la cascarilla de arroz	31
Aplicación En Proyectos.....	31

Investigaciones relacionadas con residuos orgánicos transformados en material de construcción.....	32
Evaluación de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto.	33
Propiedades físicas, mecánicas del hormigón utilizando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento.	33
Evaluación de las propiedades fisicomecánicas de cubos de mortero, utilizando cenizas de cascarilla de arroz como sustituto parcial del cemento.	33
Nuevo tipo de cemento generado a partir de ceniza de huesos de aceituna y residuos de altos hongos.	34
Autores: Universidad politécnica de valencia y universidad estadual paulista	34
Reutilización de residuos agrícolas, para la fabricación de materiales de construcción.	34
Los residuos de oliva se pueden utilizar para hacer materiales de construcción eficaces....	35
Morteros aligerados con cascarilla de arroz, diseño de mezclas y evolución de propiedades.	35
Comportamiento mecánico de un concreto fluido, adicionado con cenizas de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero.	36
Influencia de la cascarilla y cenizas de cascarilla de arroz, sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural.	36
Elaboración de un concreto $f'c=210$ kg/cm ² , para elementos verticales reemplazando parcialmente el cemento con cenizas de cascarilla de arroz y la arena con PET reciclado. Para reducir la sobreexplotación de los agregados de las canteras en Lima	37
Análisis De Costo.	38
Factores que determinan el costo de la transformación de residuos orgánicos para la creación de un cemento orgánico.	38
Aplicación a la economía circular	42
Resultados e impactos	43
Factores que determinan el costo de la transformación de residuos orgánicos para la creación de un cemento orgánico.	43
Reutilización de residuos agrícolas, para la fabricación de materiales de construcción. ...	43
Influencia de la cascarilla y cenizas de cascarilla de arroz, sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural.	43
Impacto Institucional Universitario	44
Conclusiones	45
Recomendaciones	47
Bibliografía	48

Lista De Tablas

	Pág.
Tabla 1. Marconormativo.....	21
Tabla 2. Características de los huesos de aceituna.....	23
Tabla 3. Resultados de laboratorios.....	27
Tabla 4. Compuestos de la cascarilla de arroz.....	28
Tabla 5. Análisis de costo de un concreto con residuos orgánicos.....	39
Tabla 6. Análisis de costo concreto tradicional.....	40
Tabla 7. Tabla de resultados.....	43

Tabla De Figuras

	Pág.
Figura 1. Clasificación de los residuos orgánicos.	18
Figura 2. Huesos de aceituna procesados.	23
Figura 3 Cilindros realizados apartir de residuos organicos.....	24
Figura 4. Cemento a partir de cenizas de aceituna.	25
Figura 5. Cascarilla de arroz como agregado.....	29
Figura 6. Desecho de cascarilla de arroz procesada.	30
Figura 7. Material para vivienda vis bloques de cascarilla de arroz y bacterias lumínicas.....	31
Figura 8. Cascarilla de arroz molina y procesada para la construcción de viviendas de bajo costo.	32
Figura 9. Transformación de huesos de aceituna a cenizas	38

Glosario

Residuos orgánicos: Los residuos orgánicos son componentes naturales, biodegradable y sus propiedades tienen el poder de desintegrarse y esto fácilmente se puede transformar en otra materia orgánica.

Residuos de aceituna: Los residuos de aceituna son los huesos que sobran al realizarle el respectivo proceso a la aceituna para extraer su aceite y todos los beneficios que contienen las aceitunas.

Cascarilla de arroz: Es un subproducto el cual se genera debido a la molienda de grano de arroz y está compuesta por dos glumas las cuales son denominadas como palea y lemma. Siendo el arroz el tercer producto más consumido, la cascarilla de arroz procede a ser igual de producido. Por ende, se realizan diferentes procesos para implementarlo en varios materiales de diferentes campos industriales.

Técnicas de tratamientos de residuos: Incluyen las operaciones y los procesos que se deben seguir para tener obtener el producto deseado, modificando las características físicas, químicas y biológicas de cada residuo.

Emisión de gases C02: La emisión de dióxido de carbono se debe a muchas actividades de la industria, esto produce gran impacto negativo en el medio ambiente y afecta especialmente a la atmosfera, la biosfera, la hidrosfera. Estos gases son generados por carros, aviones, empresas industriales para la creación del cemento entre otros.

Cenizas de residuos orgánicos: Es el proceso de polvorización de residuos como cascarilla de arroz, cenizas de aceitunas, hojas secas entre otros residuos. Los cuales se pueden moldear y realizar la creación de nuevos materiales útiles.

Mejora continua con residuos: Para una mejora continua se considera que es necesario reutilizar todos esos desechos que a diario se generan en diferentes zonas, debido a que sus componentes muchas veces siguen siendo de gran utilidad en algún otro tipo de material dependiendo cual sea su uso.

Tratamiento residuos orgánicos: Es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan para finalmente transformar un material para una nueva utilidad.

Economía circular: Es un modelo el cual tiene en cuenta la finitud de los recursos naturales y lo necesario que es preservarlo. Por ende, brinda soluciones para la reutilización de diferentes materiales para que no generen daños al medio ambiente todo lo contrario que se obtenga un impacto positivo.

Resumen

El presente documento pretende dar a conocer la utilidad que se puede obtener de los residuos orgánicos para ser utilizados como materiales de construcción en la actual investigación se tiene como enfoque el cemento.

El cemento es un material de gran importancia en la actualidad, por ello sus estándares de calidad y resistencia son claros en diferentes normativas. Se plantea una posible solución para disminuir la cantidad de gases que se emiten a diario debido al material pétreo que se emplea en su proceso constructivo, por ende, se investiga la viabilidad que se tiene en una mezcla con residuos orgánicos como lo son las cenizas de aceituna y la cascarilla de arroz para la creación de un cemento con materiales residuales y de fácil acceso.

Palabras claves: Residuos orgánicos, aceitunas, cascarilla de arroz, cemento orgánico, impacto ambiental.

Abstract

This document discloses the utility that can be obtained from organic waste if its components are taken into account, which may still be very uuseful in another industrial field such as in a construction material, in this case, cement. The Methodology and regulations that are taken into account are those established for the use of organic waste and its correct process to determine the viability in any other typer of material.

Cement is a material of great importance today, therefore ist quality and resistance standards areclar in different regulations, a possible solution is proposed to reduce the amount of gases that are emitted daily due to the stone material that is used in its construction process, therefore, the viability of a mixture of organic wasyer such as olive ashes and rice husk is investigated for the creation of a totally organic and easily accessible cement.

Keywords: Organic waste, olives, rice husk, organic cement, environmental impact.

Introducción

El cemento es uno de los materiales principales en obras de construcción, por ello se han realizado algunas investigaciones sobre las características de los componentes que tiene el cemento. Teniendo en cuenta las consecuencias del consumo del cemento como la emisión de CO₂, lo cual contribuye directamente al calentamiento global. Se busca cambiar los componentes del cemento tradicional para que disminuya la emisión de CO₂, debido a la descomposición de óxidos de los carbonatos de las piedras de caliza (Tocantis, 2018).

La aglomeración de residuos orgánicos ha generado contaminaciones en aguas superficiales y subterráneas y también molestias tanto visuales como olores poco agradables, para darle el respectivo manejo a la disminución de este tipo de contaminaciones, se identifica cuales residuos pueden ser viables para reutilizarse, entre ellos se determinó que las cenizas de aceituna cuentan con características similares a el cemento en cuanto a su resistencia, textura y durabilidad ya que alcanza una resistencia hasta de 300kg/cm² y su contenido de carbono es muy bajo según la investigación encaminada por la universidad de valencia y la universidad estadual paulista en el año 2017 donde se creó el primer cemento orgánico con cenizas de aceituna (Paya, 2017).

La cascarilla de arroz la cual ya se viene empleando como agregado a el cemento ha demostrado que los residuos orgánicos tienen gran utilidad en el campo de la ingeniería civil y esto genera una economía circular debido a que se logra realizar una transformación de materiales orgánicos a materiales sostenibles según la investigación realizada en el 2018 Por la universidad privada del Norte en Trujillo-Perú (norte, 2018).

La cascara de huevo también se conoce como un residuo que puede ser utilizado en mezclas para el cemento teniendo en cuenta la investigación realizada por estudiantes de ingeniería civil de pacheco en el 2015 donde se logra sustituir un % del total de la mezcla por cascara de huevo y este residuo logra aportar el calcio necesario para que no genere ninguna falla en la mezcla (Ucros, 2018).

La investigación realizada está enfocada en obtener la suficiente información para plantear una posible mezcla con residuos de aceituna todo esto planteado desde un estado del arte, se investigan este tipo de desechos sostenibles y orgánicos ayudando a implementar la utilización de estos. Un material cementante puede realizarse con cenizas de aceituna y de agregado

orgánico se puede reutilizar la cascarilla de arroz. Ya que sus características son idóneas para su mezcla, con esta investigación se busca implementar la utilización de los residuos orgánicos y siendo esto posible se puede lograr una economía circular lo que implica enfocar la actividad económica al consumo de recursos finitos y su modelo capital es económico, natural y social (Foundation, 2017).

Formulación del problema

Al pasar de los años, el estilo de vida de la población ha venido presentando cambios debido al uso notorio de la tecnología y el incremento de la población, y esto ha generado mayores residuos y aumento en la contaminación (rodriguez, 1997). Cuando a estos residuos no se les realiza el respectivo proceso para generarles otro tipo de utilidad terminan en rellenos sanitarios intentando minimizar los daños al medio ambiente, pero finalmente esto termina contaminando acuíferos y produciendo biogás producto de la descomposición de los residuos (Gonzales, 2015). Adicional a estos daños que genera el no procesar estos residuos para su correcto funcionamiento, el costo del transporte de estos desechos es elevado y finalmente no terminan siendo reutilizados ni sacando algún beneficio de los componentes que aún pueden tener alguna utilidad.

Debido a esta situación ha surgido la necesidad de darle el respectivo manejo a estos residuos, en los últimos 40 años la humanidad se ha encargado de generar conciencia sobre el medio ambiente. Por ello actualmente existen entidades encargadas de orientar y supervisar lo que se debe hacer con los residuos, en g

eneral tanto en la industria como en el medio residencial (Bifali, 1981). Con estos procesos se busca generar un desarrollo sostenible y una economía circular. Por ello actualmente los residuos de plásticos, vidrios, residuos orgánicos son utilizados para crear nuevos materiales útiles en la industria.

En la actualidad se ha venido incrementando la producción de cemento debido a la necesidad en el campo estructural y esta producción genera el 8% de la emisión de dióxido de carbono a nivel mundial, aumento la contaminación del aire y el consumo de energía debido a el uso de gran cantidad de hornos para la fabricación del cemento. Esto alerto desde hace varios años a la industria y por ende se llegó a un acuerdo en Paris del 2015 donde participaron asociaciones que son potencia mundial en la producción de cemento como la Asociación global de cemento y hormigón (GCCA), este estipula que se deberá reducir el uso de combustibles fósiles y revisar todo el proceso de fabricación para intentar reducir la emisión de gases tóxicos (Rodgers, 2018). Debido a esto ha surgido la necesidad de investigar otros tipos de procedimientos y componentes que puedan ser utilizados para generar un material cementante que disminuya la contaminación.

Los residuos que son generados por la industria olivícola en la actualidad son alarmantes ya que generan, contaminación a la atmosfera, riesgo de incendios, proliferación de plagas entre otras consecuencias si no se les realiza el proceso respectivo (Mosquegua, 2018).

Objetivos

Objetivo General

Identificar las utilidades que se pueden obtener de las cenizas de aceitunas y cascarilla de arroz como residuos orgánicos al ser transformados en un material cementante para obras de construcción.

Objetivos Especifico

- Determinar si la mezcla de residuos de cenizas de aceituna puede tener una producción tecnificada para utilizarse como material cementante.
- Conocer los factores que se tienen en cuenta para el costo de la transformación de los residuos orgánicos a un material cementante.
- Identificar las características en cuanto a la resistencia, durabilidad y textura de la mezcla entre un porcentaje de cenizas de aceituna, cemento y cascarilla de arroz por medio de información de laboratorios de investigaciones similares.
- Identificar que otros residuos son transformados para ser utilizados en obras de construcción como material cementante y cuáles son sus ventajas en cuanto a sus características técnicas.
- Definir las ventajas que se obtienen al reutilizar estos residuos para transformarlos en un material de construcción.

Justificación

Actualmente los desechos del acero, el plástico y el vidrio son residuos de mucha utilidad en el campo de construcción ya que sirven como agregados en mezclas de concreto (Aquino, 2020), las cuales aportan resistencia a la estructura dependiendo la relación de mezcla que se realice (Fraga Figueroa, 2019). Los residuos orgánicos también tienen un gran aporte en la construcción. En los últimos años se han realizado investigaciones que confirman que es viable desde el punto de vista técnico, utilizar residuos como cascarilla de arroz y cenizas de huesos de aceituna en diferentes mezclas de cemento, como la investigación realizada por la universidad piloto de Colombia (Alvarez Garcia Luis Jarder, 2011).

Donde da a conocer de forma experimental la cascarilla de arroz como agregado en losas aligeradas de concreto y sus resultados fueron los esperados. Igualmente, la universidad politécnica de valencia (Paya, 2017), también confirma de manera experimental que los huesos de aceituna pueden aportar resistencia y funcionar como cemento ecológico, ya que tienen propiedades que se pueden denominar como aislante termino de alta efectividad y es de fácil acceso. Desde el punto de vista ecológico y económico es de mayor utilidad esta mezcla ya que no usa componentes derivados del petróleo (Sierra, 2019).

En el campo de la construcción se obtiene un gran porcentaje de residuos debido a que una estructura después de cumplir su ciclo de vida procede a ser demolida y estos desechos tienen un respectivo proceso para que se puedan utilizar nuevamente en otra construcción. Aquí es donde se dice que el acero y el cemento son materiales que logran implementar una economía circular, ya que sus propiedades les permiten una mayor durabilidad y por ello son parte de un modelo sostenible.

La economía circular tiene como objetivo en este tipo de residuos abordar todas las fases del ciclo de vida de cualquier tipo de producto para que estos sean transformados y reutilizados en un nuevo proyecto (Cerde, 2016). Las cenizas de aceituna cuentan con características ideales para lograr la transformación a un material cementante teniendo en cuenta sus características técnicas (Pereira, 2007), presentan gran resistencia al fuego, su textura es ligera debido a que reduce la densidad y aporta durabilidad a la estructura (Renovables, 2020). En cuanto a su resistencia cuenta con aproximadamente 300kg/cm^2 a compresión (Paya, 2017). Este tipo de

soluciones se han venido estudiando debido a las ventajas que se generan en el medio ambiente y a las características técnicas que tienen los residuos orgánicos al ser transformados como material de construcción, por su bajo costo y fácil acceso resultan ser viables en el campo de la ingeniería.

Marco de referencia

Estado del arte

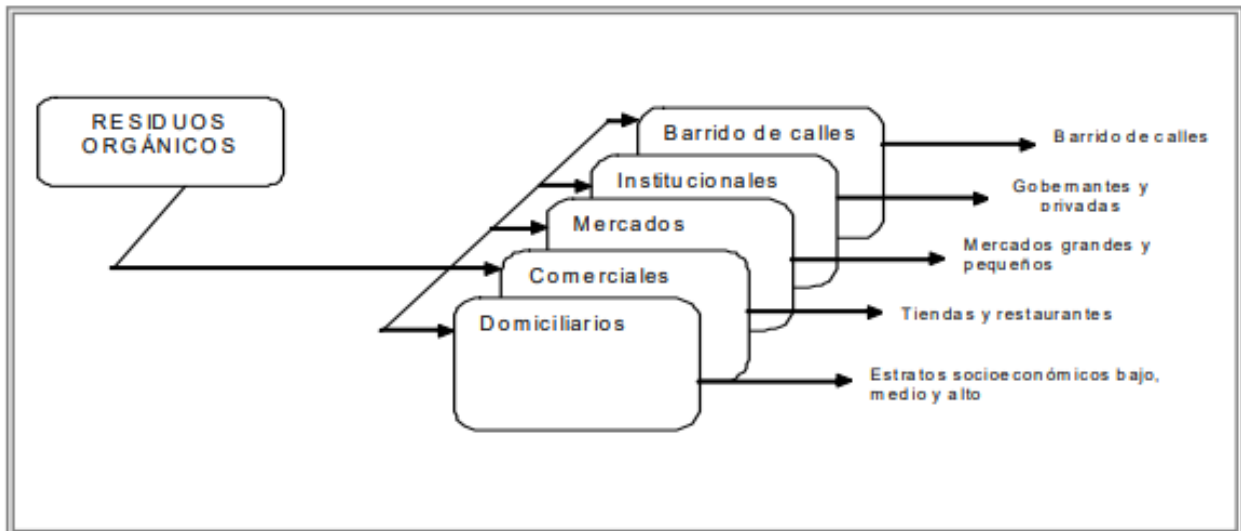
Residuos orgánicos

Son desechos biodegradables los cuales están compuestos naturalmente y tienen la habilidad de degradarse rápidamente, estos se componen de restos de comida y de vegetales (Malaga, 2019). En todo tipo de domicilio se desechan bastante residuos organicos los cuales no todos tienen un proceso adecuado para reutilizarse y se convierte en un desecho que no se puede reutilizar por su nivel de descomposicion.

Clasificación De Los Residuos Orgánicos.

Entre estos residuos encontramos los huesos de aceituna y la cascarilla de arroz, materiales que se han convertido en los últimos años en producto de varias investigaciones para implementarlos en el campo de construcción y así reemplazar otro tipo de componentes que están emitiendo gran cantidad de gases tóxicos que tiene un impacto negativo al medio ambiente.

Figura 1. Clasificación de los residuos orgánicos



Nota: Descripción de la clasificación de los residuos orgánicos. Por Gómez M, 2021 a partir de (Malaga, 2019)

En Colombia, los estudios de evaluación al impacto ambiental por su forma de proceder terminan siendo deficientes y con un ligero seguimiento por ello se generan varios impactos negativos al medio ambiente cuando se realiza un mal procedimiento para la utilización de los residuos orgánicos, en los países de América latina se identifica que únicamente el 2% del total de los residuos orgánicos reciben un correcto aprovechamiento, el otro 98% finalmente termina confinado en rellenos sanitarios o vertederos (Gladys jaramillo henao, 2008).

Las ciudades capitales en Colombia generan 41% del total de residuos en el país (Medellín, Cali, Bogotá y barranquilla). Por ende, es importante la adecuada transformación de estos residuos y que esto no implique grandes inversiones. Estos procesos se llevan a cabo normalmente por empresas privadas por medio de compostaje, lombricultivos entre otros procesos, este tipo de procesos también generan impactos al medio ambiente como malos olores durante la descomposición de los residuos orgánicos y daños al suelo y aguas subterráneas (Gladys jaramillo henao, 2008).

Obtención De Materia Prima De Las Cenizas De Aceituna

El olivo es encontrado entre los árboles más antiguos, este fue introducido por los fenicios los cuales también indujeron la forma de extraer el aceite de oliva el cual es de gran utilidad actualmente, la producción de este aceite genera una gran cantidad de toneladas de residuos en forma de huesos de aceituna (Life, 2019).

Las cenizas de aceituna se obtienen por medio de los huesos de la aceituna lo cual termina siendo el residuo de este fruto. Teniendo en cuentas las investigaciones realizadas con este material (Paya, 2017) para su proceso de transformación son utilizados hornos industriales que alcancen altas temperaturas entre 500°C a 1000°C para convertir estos huesos de aceituna en cenizas.

Transformación De Los Huesos De Aceituna

La transformación a cenizas de aceituna es un proceso natural donde se utilizan hornos con temperaturas altas para finalmente tener un material polvorizado y dejarlo en reposo para ser mezclado. Para el residuo de la cascarilla de arroz se tiene diferente proceso ya que se debe utilizar químicos especiales para ser mezclado con material orgánico.

Normas técnicas relevantes**Tabla 1***Tabla 1. Marco normativo*

DECRETO -Ley 2811 de 1974. Presidencia de la republica	El código nacional de los recursos naturales tiene como objetivo ser la base de las autorizaciones, se definen procedimientos generales dependiendo el caso.
Política para la gestión integral de los residuos 1998. Ministerio del medio ambiente	Define los principios de la gestión integral para todos los tipos de residuos, también se relaciona el máximo aprovechamiento de los residuos para impedir los riesgos para los seres humanos y también el medio ambiente.
Norma ASTM: Cemento y concreto	Esta norma que garantiza la calidad del producto final, estas normas aclaran dudas contractuales. Se han generado 97 normas con respecto al cemento y al concreto.
Ley 09 de 1979	El código sanitario nacional tiene como base la protección ambiental y la salud humana. La ley presenta unas características que tiene en cuenta la ley 99/93 para diferentes situaciones y procesos.
Ley 99 de 1993	Define las autoridades ambientales, las cuales serán responsables de todos los procesos establecidos y todas las políticas relacionadas en el ministerio del medio ambiente y sistema nacional ambiental.
Norma Técnica Colombiana NTC	Es el organismo nacional de normalizaciones según el decreto 2269y 1993. Para la seguridad del consumidor.
NTC 110-2013	Consistencia normal en material cementante
NTC 673: 2010. Y INV E-410: 2013	Resistencia a compresión de cilindros
NTC 4483	Permeabilidad de concreto en agua

Tabla1. Continuación

NTC 237: 1995 INV E-222:2013	Densidad y adsorción del agregado
NTC 176 : 1995 INV E-223:2013	
NTC 1032:2013	Contenido de aire
NTC 890:1995	Tiempo de fraguado
NTC 5653:2008	Método para densidad

Nota: Descripción de normas relevantes Por Gómez M,2021 a partir de Acuerdo 127 del 2021.

Aprovechamiento De Los Huesos De Aceituna

Los huesos de aceituna tienen múltiples aplicaciones ya que sus características cuentan con alto poder calorífico, tiene excelente capacidad de exploración natural por ello se puede utilizar en el campo de construcción como un nuevo tipo de cemento hasta en cosméticos (Life, 2019).

Figura 2. Huesos de aceituna procesados



Nota: Por Gómez M, 2021 a partir de (Biomasa, 2019)

A continuación, se darán a conocer las características que tienen los huesos de aceituna las cuales convierten este residuo en él un material eficiente en el campo de construcción:

Tabla 2

Tabla 2. Características de los huesos de aceituna

DENSIDAD	Cuenta con una elevada densidad por ende contiene baja humedad alrededor del 13%. (Biomasa, 2019)
PODER CAROLIFICO	Cuenta con un poder calorífico alrededor de 4.700Kcal/Kg. (Biomasa, 2019)

Tabla 2. Continuación

CONTENIDO DE CARBONO	Se caracteriza por tener bajos contenido y de azufre de carbono y debido a esto un elevado contenido de oxígeno (Biomasa, 2019).
ECONOMIA	Es un residuo de fácil acceso y económico, es bastante rentable porque en su proceso de transformación a cenizas de aceituna no es considerado costoso.

Nota: Descripción de las características de los huesos de aceituna Por Gómez M,2021 a partir de BIOMASA.

Este residuo resulta bastante útil según estudios debido a sus características tanto físicas como sociales es decir en cuanto a su economía y rentabilidad, por ello diferentes universidades han iniciado sus investigaciones teniendo como material principal las aceitunas o las cenizas de aceituna como se puede observar en la Figura 2. Huesos de aceituna procesados Donde se logró comprobar por medio de una investigación de la universidad politécnica de valencia y la Universidad Estadual paulista (UNESP) que se pueden implementar las cenizas de aceituna en reemplazo del cemento, se han realizado hasta el momento unos cilindros con este tipo de mezcla los cuales están bajo investigación para lograr implementarlo en una estructura.

Figura 3. Cilindros de residuos orgánicos.



Nota: Por Gómez M, a partir de (Paya,2017)

Figura 4. Cemento a partir de cenizas de aceituna.



Nota: Por Gómez M, 2021 a partir de (Paya,2017)

Aplicación en proyectos

Actualmente no existen aplicaciones en proyecto con este tipo de mezcla de cenizas de aceituna teniendo en cuenta que aun continua en investigación por parte de la Universidad politécnica de valencia y la Universidad Estadual paulista (UNESP) debido a sus características.

Ensayos De Laboratorios

Para determinar si la mezcla realmente es eficiente se deben realizar diferentes procedimientos y finalmente laboratorios:

Porcentaje de mezcla agua cemento orgánico y porcentaje de cascarilla de arroz: para este proceso de debe mezclar en diferentes porcentajes para lograr obtener varios cilindros que obtendrán diferentes resultados en el ensayo a compresión que evalúa la resistencia de cada uno.

Consistencia normal.

Densidad del cemento

Ensayo Tiempo de Fraguado Inicial y Final : Cuando ya se tiene listo el molde del cilindro de cemento se utiliza el aparato de Vicat , se baja la aguja hasta llegar cerca al borde del molde del cemento y se suelta verticalmente la aguja, se lee la escala cuando pasen aproximadamente 30s después de liberar la aguja y se toma la lectura y el tiempo que se obtiene, se repite esto mismo en diferentes medidas del borde del molde cada 8 mm después 5mm y así continua el ensayo cada 30 minutos con diferentes medida cuando la aguja penetra únicamente 0,5mm es el tiempo final de fraguado

Ensayo Resistencia a la compresión: se determina si la mezcla cumple con los requisitos fundamentales de acuerdo con la norma ASTM C39. Para este ensayo se necesita la maquina especializada donde se obtienen los 3 puntos característicos, límite de fluencia, límite de rotura y punto de rotura.

Permeabilidad del cemento en agua: Con este laboratorio se determina el consumo de agua del material la adsorción que se obtiene.

Resultados De Algunos Ensayos De Laboratorio

Se obtienen diferentes resultados de estos laboratorios teniendo en cuenta varias investigaciones donde se utilizan las cenizas de aceituna y la cascarilla de arroz como material cementante.

Tabla 3.

Tabla 3. Resultados de laboratorios.

INVESTIGACIÓN	RESULTADOS
Ensayo a comprensión con 20% de cenizas de aceituna como material cementante y 80% de residuo de escoria (Paya, 2017).	Resistencia: 300kg/cm ²
Ensayo a comprensión de una mezcla adicionado con cenizas de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero (Robayo R, 2013).	Resistencia: Se obtuvo un 42% en la resistencia atracción debido a que aumenta y el módulo de elasticidad fue del 12%.

Nota: Por Gómez M,2021 a partir de Monografía Autor.

Aprovechamiento De La Cascarilla De Arroz

La cascarilla de arroz es un residuo que se compone fundamentalmente por fibras, minerales y también celulosa. Tiene alto contenido de sílice (SiO₂) por ello disminuye a una gran proporción su digestibilidad (Aguilar, 2019). Los desechos de los cultivos de arroz son bastantes notorios teniendo en cuenta que es el tercer producto agrícola en extensión es decir que su producción es frecuente y en el entorno social se eleva su consumo.

Obtención de la cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es obtenida por medio del proceso de molienda de los cultivos de arroz y está en la parte exterior de este grano está compuesta de dos glumas llamadas palea y lemma (Vargas L. , 2013).

Proceso de transformacion de la cascarilla de arroz

Para realizar la mezcla de la cascarilla de arroz con algún material inorgánico como lo es el cemento se debe hacer un proceso de reflujo donde se separa la parte orgánica de la cascarilla de arroz y la parte inorgánica para obtener los resultados esperados en la mezcla.

Proceso De Reflujo

Para este proceso inicialmente se realiza el lavado de la cascarilla de arroz retirando todo tipo de sólido para después proceder a secar, luego de que ya está seca se puede iniciar el tratamiento químico el cual consiste en una disolución por aproximadamente 5 horas de ácido clorhídrico. Después se dejar secar nuevamente y se deja en un crisol a una temperatura de 700°C luego de 3 horas aproximadamente se procede a utilizar un molino de bolas y con esto se puede dar por terminado el procedimiento y se tiene de resultado un material solido color blanco que puede ser mezclado con el cemento o mortero tradicional (Mafla, 2009).

Los componentes de la cascarilla de arroz son punto clave en la resistencia y estabilidad de la mezcla.

Tabla 4.

Tabla 4. Compuestos de la cascarilla de arroz.

COMPUESTO	SiO ₂ (%)	CO ₂ (%)	AlO ₃ (%)
Superficie Interna.	55.255	44.777	0
Superficie Externa.	35.488	58.244	6.277

Nota: Por Gomez M,2021 a partir (Paez,2006)

Con estas características se define que el SiO₂ el cual se obtiene de la cascarilla de arroz al mezclarse con concreto tradicional ocasiona un incremento de la densificación por ello aumenta su resistencia a la compresión (Mafla, 2009). Teniendo esto la cascarilla de arroz como material de construcción ya se tenido en cuenta en varios proyectos como propuesta ecológica y se han realizado muestras de esta mezcla.

Figura 5. Cascarilla de arroz como agregado.



Nota: Por Gómez M, a partir de Universidad Piloto en Colombia 2011.

Teniendo en cuenta que es un material tan usado en la actualidad se han iniciado varias investigaciones donde se puede emplear como material de construcción como se empleó en la Figura 5. Cascarilla de arroz como agregado. Debido a sus propiedades se ha venido utilizando para desarrollar diferentes investigaciones donde se ha puesto a prueba la resistencia y textura de este tipo de residuo orgánico. La cascarilla de arroz no presenta características nutricionales significativas por ello su máximo aprovechamiento es en el campo constructivo, aunque en otros países se les da otro tipo de aprovechamiento como:

Uso como combustible y generador de gas

Uso en compost y abonos

Uso de camas para criar aves

Aunque tenga otro tipo de usos el aprovechamiento en el sector construcción es el principal de ha utilizado este residuo como material de construcción debido a su alto nivel de combustión, por su resistencia a la humedad, resistencia al impacto y no propaga el fuego. Debido a esto se pueden realizar diferentes procesos dependiendo el tipo de utilidad que se le piense dar en el sector, las cenizas de cascarilla de arroz son bastante usadas en el sector y se puede observar la cascarilla de arroz procesada en la Nota: Por Gómez M, a partir de

Figura 6. Desecho de cascarilla de arroz procesada.



Nota: Por Gómez M, a partir de (Aguilar, 2019)

Ventajas de la cascarilla de arroz

A continuación, se describirán las ventajas más significativas:

Resisten al fuego y a los ácidos en un porcentaje mayor al 10% que agregados.

Buenas propiedades mecánicas, y de estabilidad.

Posee alta resistencia mecánica.

Por estas características la cascarilla de arroz es considerada un residuo funcional y totalmente ecológico que promueve una mejora continua y sostenible (Aguilar, 2019).

Aplicación En Proyectos

Teniendo en cuenta estas características la cascarilla de arroz como agregado a una mezcla cementante se ha tenido en cuenta en diferentes propuestas de proyectos de ingeniería civil.

Figura 7. Material para viviendas VIS bloques de arroz y bacterias lumínicas.



Nota: Por Gomez M, a partir de (Martinez, 2018)

Este tipo de proyecto se anunció en Perú donde se tuvo la idea de implementar este tipo de material en el año 2018. La ingeniera Raquel Barrionuevo da a conocer los beneficios que ha generado hacer este tipo de investigaciones buscando resultados para lograr completar el proyecto actualmente los bloques de cascarilla de arroz no están siendo utilizado por que aún están en la etapa experimental pero han generado buenos resultados por ello se anuncia su

futura implementación en viviendas VIS en el país de Perú, las recomendaciones por parte de la ingeniera es seguir buscando soluciones y bajos costos reutilizando. Dando finalmente un mensaje a los futuros profesionales dando a entender que son los guardianes del hábitat por ello se debe cuidar todos los recursos con los que se cuentan y sacarle el máximo provecho sin que el medio ambiente se vea afectado. (UNAL, 2018)

Figura 8. Cascarilla de arroz molina y procesada para construcción de viviendas bajo costo.



Nota: Por Gómez M, a partir de (Vargas, 2010)

La universidad nacional de ingeniería (UNI) actualmente está ejecutando un proyecto donde la idea principal es construir viviendas con cascarilla de arroz, pasando por un proceso de transformación con ayuda de hornos especiales y molinos, después de este proceso se puede convertir en un componente del concreto, sustituyendo una parte del cemento. De este tipo de procesos se obtienen beneficios ambientales ya que al quemar y procesar la cascarilla de arroz genera una cantidad menor de gases de dióxido de carbono a comparación de los gases que emite un proceso del cemento tradicional, también tiene menor costo y fácil acceso este tipo de residuo (ANDINA, 2010)

Investigaciones relacionadas con residuos orgánicos transformados en material de construcción.

Se tuvieron en cuenta diferentes resultados de laboratorios realizados en otro tipo de investigaciones similares para tener diferentes resultados y definir la viabilidad de estos residuos como materiales de construcción.

Evaluación de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloques de concreto.

Autores: Esteban Molina Salas

En la presente investigación se conocen todos los beneficios con los que cuenta la cascarilla de arroz debido a que se iniciaron laboratorios donde logran determinar las características de este residuo. Inicialmente se fabrican bloques utilizando cascarilla de arroz, cemento y bloques sin cascarilla de arroz como agregado (Salas, 2010).

Teniendo en cuenta estos resultados se define que al utilizar cascarilla de arroz como agregado se obtiene una mezcla más ligera ya que por cada 0.0135m^2 que se utilice de cascarilla de arroz implica una disminución en el peso del bloque del 8% , la cascarilla de arroz en estado puro sin ningún tipo de procedimiento no aplica como agregado ya que no aporta resistencia ni adsorción todo lo contrario , por ello siempre debe pasar por algún proceso químico para finalmente lograr obtener buen resistencia a la compresión (Salas, 2010)

Propiedades físicas, mecánicas del hormigón utilizando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento.

Autores: universidad federal, universidad de sao Paul.

Este artículo define el aumento que se ha tenido en infraestructura en los últimos años por ende el consumo de cemento aumento proporcionalmente en los últimos años esto ha generado que aumente la emisión de CO_2 debido a la descomposición en óxidos de los carbonatos de las piedras calizas (Tocantis, 2018) .

La aglomeración que se tiene con diferentes residuos se ha convertido un problema para el medio ambiente por el aumento de contaminación debido a los malos procesos que se le realizan a estos residuos, para evitar este tipo de volumen en los residuos sólidos se realiza el proceso de incineración donde estos residuos se generan diferentes tipos de cenizas útiles para la mezcla del cemento (Tocantis, 2018).

Evaluación de las propiedades fisicomecánicas de cubos de mortero, utilizando cenizas de cascarilla de arroz como sustituto parcial del cemento.

Autores: William Andrés Erazo espinosa, Luis Lara Prada, lucas Fernando.

En este documento en respuesta a los gases de efecto invernadero, que se generan debido a toda la producción de cemento, se presenta una posible solución utilizando residuos los cuales pueden funcionar como sustitutos parciales al cemento (William javier erazo espinosa, 2019).

En este caso el residuos el cual se procesó para realizar esta sustitución es la ceniza de cascarilla de arroz, se propuso un diseño experimental la cual tenía como resistencia 21Mpa se realizaron las pruebas parciales en el tiempo estipulado entre 7, 14 y 28 días para probar su resistencia con dichos resultados no tan favorables para la investigación se concluyó que este residuos puede ser útil en elementos como mampostería , alistados teniendo en cuenta que cuenta con características que pueden ayudar en el campo constructivo (William javier erazo espinosa, 2019).

Nuevo tipo de cemento generado a partir de ceniza de huesos de aceituna y residuos de altos hongos.

Autores: Universidad politécnica de valencia y universidad estadual paulista

Dicho documento presenta la investigación realizada por universidades en Brasil las cuales han realizado un nuevo cemento con residuos orgánicos lo cual convierte este cemento en un material mucho más sostenible con respecto a los otros cementos que actualmente se usan (Paya, 2017).

Se obtuvieron en los resultados de esta investigación que la mezcla alcanzo resistencias de (300kg/cm² a compresión) en la mezcla no se utiliza ningún porcentaje de cemento tradicional todo es 100% orgánico donde el 20% son cenizas de aceituna y el 80% cenizas de escoria , debido a que es su fabricación no se necesitan alturas mayores a 1400°C como en el cemento tradicional su costo disminuye en un porcentaje notorio y beneficia a el medio ambiente por su baja huella de carbono (Paya, 2017).

Reutilización de residuos agrícolas, para la fabricación de materiales de construcción.

Autor: Jacinto Moreno Guzmán.

El presente estudio tiene como fin evaluar bloques de morteros de cemento, cal y yeso los cuales serán sustituidos por huesos de aceituna en primera instancia y en segunda parte por

cenizas de huesos de aceituna, los tamaños utilizados irán variando para finalmente obtener una dosificación ideal para que se obtenga el tamaño y mezcla ideal (Guzman, 2018).

La investigación tiene como objetivo realizar el laboratorio haciendo el paso a paso para finalmente determinar de manera experimental si es viable utilizar este tipo de residuos en materiales de construcción, luego de tener diferentes resultados se concluye que la mezcla entre cenizas de aceituna en el cemento funciona si el sí hueso tiene un buen proceso para la implementación en este material de construcción (Guzman, 2018).

Los residuos de oliva se pueden utilizar para hacer materiales de construcción eficaces

Autor: Isabel Puntija

Este artículo tiene como fin dar a conocer las ventajas que se tienen en los residuos de oliva (aceituna) y el provecho que se puede lograr si se realiza el respectivo proceso para su transformación, se citan varias investigaciones realizadas en años anteriores donde se lograron determinar teórica y experimentalmente los beneficios que se tienen en este tipo de residuos (Puntija, 2017).

Estudios realizados en el 2015 por la universidad de Jean en España revela que la extracción de aceite de orujo en la fabricación de ladrillos de arcilla tenía una resistencia similar a la resistencia de los ladrillos similares, por ende este residuo fue teniendo gran impacto en el campo de construcción y se fueron implementando diferentes investigaciones determinando que los desechos de aceituna se pueden reutilizar como materia prima alternativa en el campo de la construcción y este reduce los desechos lo cual vuelve este material ecológico y sostenible al utilizar residuos orgánicos (Puntija, 2017).

Morteros aligerados con cascarilla de arroz, diseño de mezclas y evolución de propiedades.

Autores: Tomas serrano, M victoria borrachero, José M Monzo, Yordi Paya

En esta investigación se da a conocer los resultados que se obtienen de la mezcla con cascarilla de arroz como adición en la fabricación de morteros ligeros. Iniciaron con un estudio de diversos pretratamientos de la cascarilla de arroz, luego se determinan propiedades como la resistencia, densidad, flexión y también la resistencia a la compresión (Serrano tomas, 2012).

Los resultados mostraron que algunas mezclas de mortero tenían muy baja densidad y elevada porosidad por ello este material es eficiente para ser parte de materiales de aislamiento térmico, y no para fabricar elementos portantes (Serrano tomas, 2012).

Comportamiento mecánico de un concreto fluido, adicionado con cenizas de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero.

Autores: Robayo R, Matthey P, Delvasto S.

En el presente documento se da a conocer el estudio que se realizó utilizando pequeñas fibras de acero mezclado con cenizas de cascarilla de arroz la cual era el remplazo total del cemento para determinar qué tan viable se consideraba esta mezcla (Robayo R, 2013).

Se obtuvieron diferentes resultados favorables, debido a que aumento la tenacidad en esta mezcla es decir que aumento su resistencia en esta mezcla, se obtuvo un 42% en la resistencia atracción debido a que aumenta y el módulo de elasticidad fue del 12%. Teniendo en cuenta estas características se determina que esta mezcla podría ser usada en pavimentos de vías y existen otras posibilidades en el campo estructural para usarse, pero requiere de otro tipo de laboratorios para la confirmación (Robayo R, Comportamiento mecanico de un concreto fluido adicionado con cenizas de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero., 2013).

Influencia de la cascarilla y cenizas de cascarilla de arroz, sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural.

Autores: Trujillo

El informe presentado tiene como finalidad estudiar todo el comportamiento de la cascarilla de arroz y sus cenizas fisio-mecánicas, teniendo en cuenta que estas pueden contribuir en ayudar al medio ambiente si se realiza un uso adecuado. Para esta investigación el cemento se sustituyó en diferentes porcentajes 8% 12% y 16% esto es con respecto a la masa total del cemento es decir son pequeños porcentajes a la masa total (norte, 2018).

Esto se llevó a cabo bajo los lineamientos de las normas ASTM y NTP, teniendo en cuenta que los resultados fueron favorables se determinó que la validez de la utilización de las cenizas de cascarilla de arroz se puede implementar como sustitución del cemento, el porcentaje que mayor obtuvo resistencia fue el del 8% la cual obtuvo una resistencia de 231kg/cm² (norte, 2018).

Elaboración de un concreto $f'c=210$ kg/cm², para elementos verticales reemplazando parcialmente el cemento con cenizas de cascarilla de arroz y la arena con PET reciclado. Para reducir la sobreexplotación de los agregados de las canteras en Lima. Autor: Diaz Marín, Hugo Nilton, Oviedo ali, maiky Gabriel.

La tesis presentada tiene como objetivo determinar la viabilidad que se tiene en la construcción de un concreto cuando se reemplaza el material principal el cual es el cemento por cenizas de cascarilla de arroz , por diferentes estudios se ha determinado que la cascarilla de arroz puede generar el mismo efecto que el cemento debido a sus componentes así mismo para el caso de PET reciclado , para esta investigación se elaboraron 4 diferentes combinaciones con diferentes proporciones cada una para definir la mezcla correcta (Diaz Marin, 2021).

Se determinaron que dos de ellas cumplieron con resultados favorables y esta mezcla varía entre 10% y 15% uso de cemento y 2.5% de arena con PET y un 6% de agregado de cascarilla de arroz. Con estos porcentajes se logró la elaboración de un concreto de $FC=210$ Kg/cm²(Diaz Marin, 2021).

Análisis De Costo.

Factores que determinan el costo de la transformación de residuos orgánicos para la creación de un cemento orgánico.

Inicialmente para este tipo de transformación se tienen en cuenta los residuos a utilizar

Cenizas de aceituna

Cascarilla de arroz

Debido a que se necesita únicamente las cenizas de aceituna ya que cuenta con propiedades necesarias para la creación de un cemento ecológico y de fácil acceso. Se determina el costo de la transformación teniendo en cuenta los siguientes factores.

Transporte de los residuos

Laboratorios

Implementos

Figura 9. Transformación de huesos de aceituna a cenizas.



Nota: Por Gómez M, a partir de (Sogama Circular, 2017)

Se necesita recurso humano y equipo técnico para realizar este tipo de transformaciones.

Tabla 5.*Tabla 5. Análisis de costo de un concreto con residuos orgánicos*

CONCEPTO	HORA SEMANAL	COSTO HORA(PESOS)	TIEMPO DE DEDICACION	DE TOTAL (PESOS)
PERSONAL.				
Ingeniero civil (Encargado de laboratorios)		\$50.000	12 horas	\$600.000
Auxiliar de laboratorio		\$30.000	24 horas	\$1.200.000
SUBTOTAL				\$1.800.000
PROCESO DE PRODUCCION				
CEMENTO TRADICIONAL 50%				69.000
Tabla 5. Continuación				
CEMENTO CENIZAS DE ACEITUNA 50%				5.000
GRAVA				60.000
CASCARILLA DE ARROZ				5.000
AGUA				52.478
SUBTOTAL				191.478
RECURSOS OPERATIVOS				
HORNO				1.849.000
DENSIDAD DEL CEMENTO				133.250
CONSISTENCIA NORMAL				54.512
ENSAYO A COMPRESION				36.341
PERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN AGUA				514.831
SUBTOTAL				\$2.587.934
GASTO DE TRANSPORTE				
				200.000
SUBTOTAL				200.000
SUBTOTAL GENERAL				\$4.779.412
IMPREVISTOS (10%)				\$477.941
TOTAL, GENERAL				\$5.257.353

Nota: Presupuesto para un concreto con residuos orgánicos Por Gómez M,2021

Tabla 6.*Tabla 6. Análisis de costo concreto tradicional.*

CONCEPTO	HORA SEMANAL	COSTO HORA(PESOS)	TIEMPO DE DEDICACION	DE TOTAL (PESOS)
PERSONAL.				
Ingeniero civil (Encargado de laboratorios)		\$50.000	12 horas	\$600.000
Auxiliar de laboratorio		\$30.000	24 horas	\$1.200.000
SUBTOTAL				\$1.800.000
PROCESO DE PRODUCCION				
Tabla 7. Continuación				
CEMENTO				138.000
GRAVA				60.000
ARENA				45.000
AGUA				52.478
SUBTOTAL				295.478
RECURSOS OPERATIVOS				
HORNO				1.849.000
DENSIDAD DEL CEMENTO				133.250
CONSISTENCIA NORMAL				54.512
ENSAYO A COMPRESION				36.341
PERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN AGUA				514.831
SUBTOTAL				\$2.587.934
GASTO DE TRANSPORTE				
				200.000
SUBTOTAL				200.000
SUBTOTAL GENERAL				\$4.883.412
IMPREVISTOS (10%)				\$488.341
TOTAL, GENERAL				\$5.371.753

Nota: Presupuesto para un concreto tradicional Por Gómez M,2021

Estos costos se tienen por M3 de concreto y en el cemento tradicional para un cemento de 3000psi de resistencia.

Como se puede observar en la comparación la producción es la parte en la que se puede ver la diferencia de precios ya que si utilizamos residuos su costo va ser mínimo porque son desechos varia únicamente su transporte, a diferencia del concreto tradicional, en las siguientes etapas como la etapa de ensayos se les debe realizar los mismos ensayos por ello el valor no tiene variación por que el valor es el mismo para el ensayo sin importar los materiales de los que este hecho el concreto.

Aplicación a la economía circular

Este tipo de investigaciones aportan de manera directa a la economía circular ya que se están reutilizando residuos que se obtienen en grandes cantidades diariamente (Hueso de aceituna y cascarilla de arroz) y su medio de transformación a cenizas no genera gases de dióxido de carbono como si lo genera el proceso que realizan las fábricas de cemento, para la utilidad de estos residuos no se utiliza ningún tipo de químico que pueda generar una alteración al medio ambiente por ello se describe como una mezcla ecológica con resistencia y características que pueden llegar hacer competencia en el mercado y que generar una mejora continua.

Resultados e impactos

Tabla 7.

Tabla 7. Tabla de resultados

Resultado Información Bibliográfica	Objetivo Relacionado
Recopilación de información	Responde al objetivo general Identificar las utilidades que se pueden obtener de las cenizas de aceitunas y cascarilla de arroz como residuos orgánicos al ser transformados en un material cementante para obras de construcción.
Aprovechamiento de residuos de aceituna	Responde al primer objetivo específico Determinar si la mezcla de residuos de cenizas de aceituna puede tener una producción tecnificada para utilizarse como material cementante
Factores que determinan el costo de la transformación de residuos orgánicos para la creación de un cemento orgánico. Análisis de costo concreto normal y concreto con cemento orgánico.	Responde al segundo objetivo específico Conocer los factores que se tienen en cuenta para el costo de la transformación de los residuos orgánicos a un material cementante.
Investigaciones relacionadas con residuos orgánicos transformados en material de construcción.	Responde al tercer objetivo específico Identificar las características en cuanto a su resistencia, durabilidad y textura de la mezcla entre cenizas de aceituna y cascarilla de arroz por medio de información de laboratorios de investigaciones similares.
Aprovechamiento de cascarilla de arroz Reutilización de residuos agrícolas, para la fabricación de materiales de construcción.	Responde al cuarto objetivo específico. Identificar que otros residuos son transformados para ser utilizados en obras de construcción como material cementante y cuáles son sus ventajas en cuanto a sus características técnicas.
Aprovechamiento de cascarilla de arroz Aprovechamiento de Cenizas De aceituna Transformación de los residuos orgánicos Influencia de la cascarilla y cenizas de cascarilla de arroz, sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural.	Responde al quinto objetivo específico. Definir las ventajas que se obtienen al reutilizar estos residuos para transformarlos en un material de construcción.

Nota: Realizado por Gómez M, a partir de diferentes fuentes de recolección como Scielo.

Impacto Institucional Universitario

Con el presente proyecto se intenta dar a conocer los beneficios que aún se pueden obtener de diferentes residuos orgánicos los cuales son útiles para el campo de construcción se espera que tenga gran impacto ante el personal estudiantil y se generen más investigaciones sobre temas relacionados.

Conclusiones

El aprovechamiento de los residuos orgánicos resulta siendo un beneficio a nivel mundial teniendo en cuenta que afecta al medio ambiente directamente el no saber cómo aprovechar estos residuos o en realizarles una transformación deficiente y que esto termine igualmente generando un impacto negativo a nuestro sistema ambiental. Hasta el momento se ha logrado implementar recursos como la cascarilla de arroz como agregado al concreto en proyectos próximos a realizarse (ANDINA, 2010).

Pero otros residuos orgánicos aún siguen en diferentes ensayos para que su uso sea seguro como el caso de la ceniza de huesos de aceituna, aunque sus ensayos han tenido buenos resultados aún están determinando su durabilidad y seguridad para que sea parte de un material de construcción como lo es el cemento. El uso de estos residuos generan ventajas en el cuidado del medio ambiente debido a que la reutilización de estos ayuda a disminuir los gases CO₂ perjudiciales para la salud que son emitidos por los rellenos sanitarios donde la mayoría de residuos terminan.

Teniendo en cuentas las investigaciones recolectadas para este estado del arte se logra afirmar lo siguiente:

El uso de la cascarilla de arroz sin ningún proceso químico, es decir en estado puro no es viable como agregado a una mezcla de material cementante porque no aporta resistencia y su reacción no es satisfactoria y resulta siendo costosa su inversión.

El utilizar cascarilla de arroz un 0.0135 m³ implica una reducción hasta del 8% en el peso total de la muestra o estructura.

El uso de este tipo de residuos genera una reducción de costo ya que en su proceso para transformarlos no necesita de diferentes químicos ni maquinaria todo lo contrario es un proceso natural donde se utilizan un rango de temperatura no tan elevada y alrededor de 6 horas en el cemento tradicional se utilizan temperaturas de más de 1400°C por más rango de tiempo lo que quiere decir que disminuye costos de luz, agua y reduce tiempo de entrega.

Este tipo de mezcla entraría a ser un material que genera competencia por sus componentes ecológicos y su economía, debido a que lograr obtener resistencia y buena consistencia y por

sus componentes resulta siendo una mezcla que posiblemente tenga una mayor resistencia al fuego por los beneficios de la cascarilla de arroz.

Recomendaciones

Para la transformación de este tipo de materiales se debe tener en cuenta la política para la gestión integral de los residuos y la normativa ASTM donde nos indican las características con las que debe contar el material cementante y cómo es posible utilizar los residuos orgánicos para esta creación y lograr tener las características técnicas esperadas.

Es necesario realizar diferentes laboratorios donde se realicen diferentes porcentajes de mezclas de los agregados orgánicos y del tipo de mezcla con cenizas de aceituna para poder realizar los ensayos destinados para el material cementante como en ensayo a compresión que nos indica la resistencia de este nuevo material de construcción, para así definir cuál es el porcentaje de mezcla ideal en este tipo de investigaciones.

Para finalizar se recomienda que con este tipo de información se logre incentivar a nuevas investigaciones para la creación de nuevos materiales de construcción con residuos orgánicos desde el concepto normativo para que así estos nuevos materiales entren a la industria logrando generar menor impacto ambiental y una sostenibilidad.

Bibliografía

- Aguilar, J. S. (2019). *Alternativas de aprovechamiento de cascarilla de arroz*. [Trabajo de grado, Universidad de sucre]. <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/211/333.794S571.pdf;jsessionid=F642D6BEF91CEF1ED138563F3862155D?sequence=2>
- Alvarez Garcia Luis Jarder, A. P. (2011). *La cascarilla de arroz como material de agregado en la producción de prefabricados de mortero secos utilizados en el aligeramiento de losas de concreto*. [Trabajo de grado, Universidad Piloto] <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/1381>
- Alvaro Chavez Porra, A. R. (2016). *Aprovechamiento de residuos organicos agricolas y forestales en Iberoamerica*. [Trabajo de grado, Universidad Militar]. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/ravi/article/view/2004>
- Aquino, U. S. (2020). *Proyecto de investigacion estudio de plastico reciclado como agregado en la elaboracion de concreto de fibra de acero*.
- Arevalo, J. P. (2018). *Cuidar el planeta desde ambito educativo*. <https://www.casadellibro.com/libro-cuidar-el-planeta-desde-el-ambitoeducativo/9788499838496/1836695>.
- Bifali, P. (1981). *Medio Ambiente y desarrollo sostenible*. Proyecto NET/00/063 "Evaluación de la Sostenibilidad en América Latina y el Caribe" https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/S033120_es.pdf?sequence=1.
- Biomasa. (2019). *Huesos de aceituna. biomass energetiic*. <https://biomassenergetic.com/es/project/huesos-de-aceituna/>
- Cerda, E. (2016). *Economía Circular*. [Trabajo de grado, Universidad Complutense de Madrid]. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>.
- Diaz Marin, H. N. (2021). *Elaboracion de un concreto FC: 210 kg/cm² para elementos verticales reemplazando paecialmente el cemento con canizas de cascarilla de arroz y la arena con PET reciclado para reducir la sobreexploracion de los agregado de las canteras en lima*. [Trabajo de grado, Universidad peruana de ciencias aplicadas].

- https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655337/DiazM_H.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Fraga Figueroa, J. A. (2019). *Diseño de hormigón de alta resistencia con escoria de acero reciclado como sustitución parcial de agregados*. [Trabajo de grado, Universidad central ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20314/1/T-UCE-0011-ICF-209.pdf>
- Gladys jaramillo henao, l. m. (2008). *Aprovechamiento de los residuos solidos organicos en colombia*. [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSO UenColombia.pdf>
- Gonzales, N. V. (2015). *Evaluacion de los impactos ambientales generados por la construccion y operacion de la primera fase de relleno sanitario en sucre*. [Tesis maestria, Universidad de Manizales]. https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2901/TESIS_NAR SES_VILLARREAL_RELLENO%20SANITARIO%20v.19.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Guzman, J. M. (2018). *Reutilizacion de residuos agricolas para la fabricacion de materiales de construccion*. [Trabajo de grado, Universidad de sevilla]. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/79130/aotfgets131.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Life, A. t. (2019). *Hueso de aceituna. un residuo de oro. ashes to life*. <https://www.ashestolife.es/hueso-de-aceituna-un-residuo-de-oro/>.
- Mafla, A. (2009). *Uso De La Cascarilla De Arroz Como Material Alternativo En La Construccion*. Facultad de ingenieria uniminuto. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/47/46>
- Malaga, C. p. (2019). *Residuos organicos*. ORSU. <https://www.consorciorsumalaga.com/5936/residuos-organicos>.
- Martinez, J. D. (2018). *Residuos Naturales (Articulo de investigación)*. https://idea.manizales.unal.edu.co/publicaciones/boletines_ambientales/boletin179.pdf.
- Mosquegua, U. N. (2018). *Determinacion de la viabilidad del carozo de aceituna del valle del algarrobal , como biocombustible solido a traves de sus propiedades fisico , quimicas y energeticas*. <https://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/83>.

- Nicolas Perez Villarraga, L. M. (2020). *Proyecto de investigacion estudio de plastico reciclado como agregado en la elaboracion de concreto de fibra de acero*. [Trabajo de grado ,Universidad Santo tomas]
<https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/31344/10/2020nicolasperez.pdf>.
- Norte, U. p. (2018). *Influencia de la cascarilla y cenizas de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural*. [Trabajo de grado ,Universidad Privada delnorte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13593/Jaime%20Huertas%20Miguel%20Angel%20-%20Portocarrero%20Regalado%20Luis%20Alberto.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Paya, J. (2017). *Nuevo tipo de cemento a partir de ceniza de hueso de aceituna y residuos de altos hornos*.
<https://innovacion.upv.es/es/obtienen-un-nuevo-tipo-de-cemento-a-partir-de-ceniza-de-hueso-de-oliva-y-residuos-de-altos-hornos/>
- Penagos, J. w. (2011). *Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del Compostaje Líquido*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6579711>
- Peña, E. (1994). *Vermicompostaje de residuos organicos : su aplicacion a lodos generados por la industria de papel*.
<https://www.revistaespacios.com/a17v38n28/17382801.html>.
- Pereira, u. t. (2007). *Analisis comparativo de las características fisicoquímicas de la cascarilla de arroz*. (Artículo de revista)
<https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/4055/2213>.
- Puntija, I. (2017). *Los residuos de oliva se pueden utilizar para hacer materiales de construcción eficaces*. *Olive oil times* .
<https://www.oliveoiltimes.com/es/world/olive-waste-can-used-make-effective-building-materials/57111>.
- Renovables, P. (2020). *Las 7 vidas de los huesos de aceituna*. *Pelaez Renovables* , 2.
<https://pelaezrenovables.com/author/garbopelaez/>
- Rivera, i. g. (s.f.). *Resistencia al concreto*. [Trabajo de grado ,Universidad piloto de colombia] *Capitulo7*

- <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9448/Proyecto%20de%20grado%20-%20Concreto%20Transl%C3%BAcido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Robayo R, M. P. (2013). *Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con cenizas de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero.* https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2013000200011&script=sci_abstract
- Rodgers, L. (2018). *La enorme fuente de emisión de CO2 que esta por todas partes y que quizás no conocías . Bbc news mundo 2.* <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46594783>
- Rodriguez, a. d. (1997). *La población mundial y los medios de subsistencia .* https://www.researchgate.net/publication/276059707_La_poblacion_mundial_y_los_medios_de_subsistencia_una_nueva_encrucijada_a_proposito_de_los_cambios_globales_medioambientales.
- Salas, E. M. (2010). *Evaluación del uso de la cascarilla de arroz en la fabricación de bloque de concreto.* [Trabajo de grado ,Instituto técnico de costa rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6262/evaluaciondelusodelacascarilladearrozenlafabricacion.pdf?sequence=1>
- Serrano tomas, m. v. (2012). *Mortero aligerado con cascarillas de arroz diseño de mezclas y evaluación de propiedades.* <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v79n175/v79n175a15.pdf>
- Sierra, J. (2019). *Aprovechamiento de cascarilla de arroz .* [Trabajo de grado ,Universidad de sucre] <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/211/333.794S571.pdf?sequence=2>
- Tocantis, U. f. (2018). *Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento.* <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v33n3/0718-5073-ric-33-03-229.pdf>
- Ucros, E. C. (2018). *Materiales De Construcción Hechos Con Residuos.* 003. <https://www.uninorte.edu.co/web/intellecta/materiales-de-construccion-hechos-con-residuos>
- Vargas, L. (2013). *Características de subproducto cascarilla de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima de procesos.* <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5069938>

Vargas, M. (2010). Proyectan masificar uso de cascarilla de arroz para construir viviendas seguras a bajo costo.

<https://andina.pe/agencia/noticia-proyectan-masificar-uso-cascarilla-arroz-para-construir-viviendas-seguras-a-bajo-costo-278583.aspx>.

William javier erazo espinosa, J. l. (2019). Evaluación de las propiedades fisicomecánicas de cubos de mortero utilizando cenizas de cascarilla de arroz como sustituto parcial del cemento. Revistas científicas editorial usco .

<https://journalusco.edu.co/index.php/erasmus/article/view/2542/3742>.