

DIAGNÓSTICO PARA EL APROVECHAMIENTO EFICIENTE DE SUSTRATO RESIDUAL EN BANCOS DE MATERIAL

¹ Jesua Abraham Romero Rodriguez, l19030023@valladolid.tecnm.mx

² Delghi Yudire Ruiz Patron, Delghi.rp@valladolid.tecnm.mx

RESUMEN

En los bancos de material donde se realiza la extracción, producción, distribución y comercialización de materiales para la construcción y de productos complementarios relativos al ramo requiere de propuestas para el aprovechamiento total del componente extraído en los bancos de material, ya que 3/5 partes de lo extraído es clasificado como residuo ya que puede tener materia orgánica y otros componentes que afecten a la producción de materiales para la construcción.

Actualmente este recurso solo se aprovecha como material de relleno, aun así se prevé que tiene potencial para ser usado en alguna vertiente que no se ha apreciado, el sustrato “cernido” del que se habla contiene características singulares así como propiedades aprovechables, estudios preliminares de laboratorio demuestran que posee escaso material orgánico pero con suficiente cantidad de minerales, esto da pauta a que pueda ser empleado como abono orgánico si se adicionan los nutrientes correctos, es decir, enriquecer este material para su uso como aditivo en el suelo, otra de las propuestas contempladas es hacer pruebas para superadobe (técnica de construcción sustentable).

Todo esto a favor del desarrollo sostenible, Madroñero Palacios & Guzmán Hernández (2018) define que el desarrollo sostenible, “tiene una connotación política, social, económica y ecológica que establece la interacción de los mismos de manera tal que dicha interacción se dé de manera equilibrada”. El desarrollo sostenible es la tendencia del desarrollo humano que se proyecta como una medida para satisfacer las necesidades de la población, encaminando a la sociedad a mejorar los sistemas y procesos con la finalidad de no comprometer los recursos naturales para las generaciones posteriores, englobando a la sociedad, economía y medio ambiente.

Partiendo de esta premisa se pretende ejecutar a manera de diagnóstico las vertientes mencionadas, cada una con una metodología aplicable y adecuada, además mediante el análisis e interpretación de los datos cualitativos y cuantitativos exponer la alternativa con mayor probabilidad de éxito y que aproveche de forma eficiente el cernido.

ABSTRAC

In the material banks where the extraction, production, distribution and commercialization of construction materials and complementary products related to the industry are carried out, proposals are required for the total use of the component extracted in the material banks, since 3/5 of what is extracted is classified as waste since it may contain organic matter and other components that affect the production of construction materials.

PALABRAS CLAVE

Abono orgánico
Cernido
Ecovivienda

KEYS WORDS

Organic fertilizer
Sifting
Ecohousing

¹ *TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Valladolid /Estudiante.*

² *TECNM, Instituto Tecnológico Superior de Valladolid/Docente.*

Currently this resource is only used as fill material, even so it is expected that it has the potential to be used in some aspect that has not been appreciated, the “sifted” substrate that is spoken of contains unique characteristics as well as usable properties, preliminary studies of laboratory show that it has little organic material but with a sufficient amount of minerals, this gives guidelines that it can be used as organic fertilizer if the correct nutrients are added, that is, enrich this material for use as an additive in the soil, another of the proposals contemplated is to test for superadobe (sustainable construction technique). All this in favor of sustainable development, Madroñero Palacios & Guzmán Hernández (2018) defines that sustainable development “has a political, social, economic and ecological connotation that establishes their interaction in such a way that said interaction occurs in a balanced”. Sustainable development is the trend of human development that is projected as a measure to meet the needs of the population, directing society to improve systems and processes in order not to compromise natural resources for subsequent generations, encompassing society, economy and environment. Starting from this scoop, it is intended to execute the aforementioned aspects as a diagnosis, each with an applicable and adequate methodology, in addition, through the analysis and interpretation of qualitative and quantitative data, to expose the alternative with the greatest probability of success and that takes full advantage of the sifting.

I. INTRODUCCIÓN

En este estudio se pretende aprovechar al máximo el sustrato residual que se genera en una empresa extractora de materiales de construcción.

Se tienen datos internos de la empresa de que solo se aprovecha el 20% del material extraído para elaborar materiales de construcción como bloques, grava y polvo, por lo que se genera una mezcla de polvo de piedra y sustrato de bajo contenido orgánico al cual se le denomina “cernido”.

El cernido representa un problema para la empresa constructora, puesto que su única utilidad es comercializarlo como material de relleno de construcciones o en pasos a desnivel y autopistas, sin embargo la producción de cernido supera por mucha a la demanda del material de relleno, por lo que el almacenamiento del mismo dentro de la empresa representa una de las mayores problemáticas porque no se encuentra espacio suficiente para su almacenamiento y al ser un material derivado de la extracción es considerado como un residuo de manejo especial.

En la actualidad el material o sustrato “cernido” se ha empleado solamente como un producto para el relleno de construcciones o en pasos a desnivel y autopistas. Este material no ha sido desarrollado para ser usado en todo su esplendor. Si bien no ha sido usado para algo más fructífero se han realizado estudios de laboratorios preliminares para conocer sus propiedades y/o características.

El aprovechamiento de residuos o materia residual ha sido una tendencia que se promueve cada vez a mayor escala, debido a la escasez de materias primas o que ante la negativa de aprovechar el total de un recurso existe una mayor desventaja pues se tienen pérdidas económicas y un mayor impacto ambiental.

Según SEMARNAT (2017) el aprovechamiento de residuos se define como un “Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía”. Es por la problemática planteada que en este estudio se exploran las propuestas de someter a diagnóstico, distintos métodos de aprovechamiento del cernido, con la finalidad de conocer las características favorables para cada tipo de tratamiento a probar.

Se plantea que el uso del cernido se aproveche de tal manera que ataque una problemática que sobrepasa la escala local, nacional y mundial, este es el acceso a viviendas dignas que brinden comodidad, estabilidad, confort, protección y seguridad a las personas ante los desastres naturales, las inclemencias del tiempo y el expansionismo de las poblaciones, además de la urbanización.

El superadobe es una técnica de construcción rudimentaria que utiliza sacos de tierra o arena para la construcción de domos o casas habitación, es sustentable y se define como una técnica de autoconstrucción. Según Gonzales (2019):

El superadobe es una técnica de construcción natural que consiste en la utilización de sacos llenos de tierra intercalados entre sí a través de alambre de púa. Esta técnica ofrece múltiples ventajas que van desde un gran aislamiento térmico y acústico y casi un nulo uso de energía para la construcción; así como la utilización de pocos y en general accesibles materiales como tierra, bolsas o sacos, alambre de púa, agua y cal; características que hacen de ésta una técnica económica y de bajo impacto ambiental.

Agregado a esto, una construcción proyecta un impacto notable al medio ambiente, por la remoción de vegetación, ya sean árboles, césped o maleza así como la integración de capas de cemento, pegazulejos, y azulejos en el piso donde solía haber suelo, tierra, roca o piedra, dejando un área sin vegetación y compactando el suelo, perdiendo contacto con la luz solar, agua, aire, etcétera; es claro que, las construcciones modifican el entorno pero se pueden realizar construcciones menos invasivas, con más beneficios que perjuicios, menos costosas, cómodas, accesibles e increíblemente amigables con el ecosistema.

Con base a esto se puede usar el cernido como materia prima para la construcción de Ecoviviendas mediante la técnica Superadobe, es rudimentaria pero su impacto es realmente mínimo porque requiere de muy poca agua y solamente se usa el sustrato para llenar sacos que serán apilados en hiladas hasta crear la estructura total de la vivienda. Para ARQUBA, (2016) una Ecovivienda es... “una vivienda construida con materiales que no dañen el medio ambiente ni al futuro usuarios. Son viviendas sanas que favorezca el desarrollo psicosomático del usuario, son viviendas que están acordes con su entorno físico así como su medio ambiente, son viviendas que son optimizadores de recursos.”

En el estudio llevado a cabo por J. Arévalo y E. Cadena (2021) describen que el concepto bioarquitectura (arquitectura sustentable) engloba toda aquella arquitectura que busca establecer relaciones que se encuentren en equilibrio con lo construido, el medio ambiente, el entorno y las personas que habitan estos espacios.

El superadobe es una técnica de construcción (arquitectura sustentable) que utiliza la tierra sin necesidad de transformarla, solo se adiciona cal para hacerla resistente y duradera, este tipo de construcciones son resistentes a sismos, huracanes, condiciones de extremo calor y heladas. La tierra como material de construcción ya ha sido utilizado con anterioridad, de manera que...

“Es uno de los materiales más antiguos utilizado sobre todo debido a su facilidad de manipulación, su mínima necesidad de elaboración y sobre todo su amplia disponibilidad. Casi todos los tipos de tierra que existen a nivel mundial son aptos para utilizarlos en construcción.” (Herbosa Gutiérrez, 2019, p.24)

Por estas razones el cernido también puede ser ocupado para la creación de un abono comercializable, puesto que hasta ahora con los resultados de los estudios preliminares se conoce de su alto contenido en minerales pero deficiente en materia orgánica, el alto contenido mineral es un requisito para un abono pero al carecer del componente orgánico se

tiene una desventaja, para realizar el abono es necesario nutrir el suelo con composta, usando material orgánico (estiércol, cascaras, hojas secas, residuos orgánicos).

El abono orgánico impone una ventaja superior a otra clase de abonos o fertilizantes puesto que su aporte nutrimental es significativo y superior, su aporte nutrimental es mucho mejor.

En su contraparte, las compostas son abonos orgánicos que pasan por un proceso de maduración previo a su incorporación o aplicación al campo. Mediante este proceso comúnmente conocido como compostaje se gana gran estabilidad de la materia orgánica, pero con la desventaja de que se pierde una alta cantidad y disponibilidad de nitrógeno (“Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos Y Contenidos Nutrientales | Intagri S.C.,” 2012)

Implementando el compostaje se logrará añadir todo el aporte orgánico del que el sustrato carece, es por eso que se desarrollara la composta de pila. Según un manual, la composta de pila “es un abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición; los microorganismos que llevan a cabo este proceso están de manera natural en el medio ambiente.” (Castillo Ortíz & Jerezano Díaz, 2017)

Es importante la creación de abonos orgánicos para nutrir el suelo que se usa para la agricultura, ganadería y demás actividades, el Fondo para la Protección del Agua-FONAG (2010) dictamina que...

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos.

El principal objetivo será desarrollar una sola estrategia o distintas para revalorizar este residuo, así como su máximo aprovechamiento a través de procesos de remanufacturado para construcción de Ecoviviendas y adición de nutrientes para su uso como abono, probar estas distintas vertientes, así como proporcionar la alternativa con mayor viabilidad para el uso del cernido.

II. METODOLOGÍA

El material se extrae de una locación cercana a la ciudad de Valladolid, a unos kilómetros del poblado Yalcoba que es municipio de la ciudad antes mencionada; la planta donde se lleva a cabo el proceso de extracción, triturado, quebrado y separación del material, actualmente cuenta con varias toneladas del cernido a la espera para ser usado.

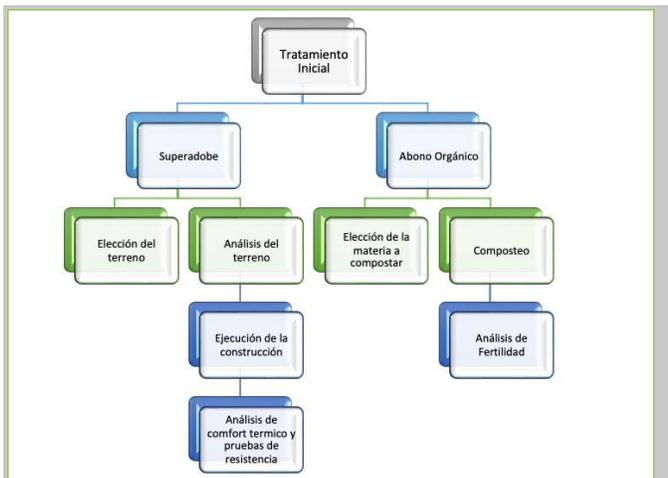
Figura 1
Ubicación del proyecto



Nota. La imagen representa la ubicación espacial del estado de Yucatán. Adaptado de GOOGLE MAPS [Fotografía], por INEGI, 2022 (<https://goo.gl/maps/7vkt1LcoMj5MPH8U8>).

La investigación a realizar será de índole pura y aplicada, para iniciar es necesario reconocer las características físicas de este material, por lo que debe ser sometido a un análisis de laboratorio con objeto de conocer las propiedades aprovechables que se pueden notar con pruebas simples, con este conocimiento preliminar se desarrolla la estrategia para el aprovechamiento de las propiedades físicas, así mismo, se define como cuantitativa y diagnóstica, es de mayor relevancia conocer qué se puede hacer con el material y cómo, se requiere de manipulación de las distintas variables para discernir entre la metodología con mejores beneficios para el material; considerada transversal por todos los pasos a realizar se requiere de un tiempo no mayor a un año para completar la investigación y obtener resultados concretos para dar dictamen a las conclusiones.

Figura 2
Diagrama de flujo de la metodología a implementar



Nota. El grafico representa los procesos generales a realizar, los demás pasos se abarcan a lo largo del documento.

Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento inicial o Caracterización

A fin de obtener datos iniciales y definir el material terroso a manejar se requiere de la caracterización del mismo, debido a esta razón se realiza una primera metodología diseñada para el desarrollo de la caracterización de las propiedades físicas del cernido. Para lo cual fue necesario utilizar los materiales, equipos y reactivos de la Tabla 1.

a) **Colecta de la muestra en campo:** para iniciar es necesario obtener una muestra, pero con antelación se realizó la colecta de está, se recabaron alrededor de unos 6 kilos del material.

b) **Tamizado:** en laboratorio se utiliza un tamiz para separar los gránulos de mayor tamaño de la materia y/o algún material indeseable.

c) **Pesaje del sustrato:** haciendo uso de instrumentos y equipo de laboratorio se pesa el material después de ser tamizado ya que este contiene un porcentaje de agua que requiere ser retirado.

d) **Secado:** con ayuda de un horno o al calor de la luz solar se seca el sustrato tamizado para obtener el volumen del material en seco.

e) **Tamizado:** un nuevo tamizado para retirar y obtener el material en su estado más concentrado.

f) **Cuarto del material:** El cuarteo de un material, es el procedimiento ya sea manual o mecánico que se realiza para reducir su volumen a otro menor que sea representativo. g) **Análisis de textura, estructura y pH:** el último paso es analizar las características más prácticas del cernido, quedan una pauta del estado en el que se encuentra el suelo y sus

Tabla 1
Materiales para el análisis de laboratorio.

Equipo	Reactivos
Potenciómetro	Búfer
Vasos de precipitado	Muestras de Suelo
Platos	Agua destilada
Tamiz 4.75 mm	
Espátula	
Botellas de 500 ml	
Guantes de látex	
Balanza analítica	
Capsulas de porcelana o Crisol	
Papel Aluminio o superficie de aluminio	
Papel estroza	

Nota. Elaboración propia

Superadobe

Para realizar la construcción de una Ecovivienda mediante la técnica de superadobe se plantea la siguiente metodología, que abarca desde los análisis físicos para el suelo donde se cimentara la construcción hasta las pruebas post-construcción para conocer las cualidades de la casa. Los materiales requeridos se aprecian en la Tabla 2.

A) **Planificar, organizar y determinar objetivos.** Diagnósticos pertinentes para conocer las condiciones del terreno, identificar las unidades a medir, propuestas de diseño, ejecución de la experimentación.

B) Recopilación de datos. Pruebas de resistencia, nivel de aceptación, confort térmico, análisis de los procesos, consumo de materiales de construcción, consumo de agua.

C) Análisis de datos. Análisis de toda la información recopilada en las pruebas de eficiencia, ficha técnica, encuestas y observaciones para obtener parámetros cualitativos.

D) Informe de resultados y conclusiones. Validar o refutar la hipótesis establecida, contrastar los resultados en gráficos mediante softwares. Demostrar si hay ahorro de materiales y costos, reducción de huella hidrológica, huella de carbono, impacto económico, social y ambiental. Identificar y priorizar áreas de mejora en los diseños o al ejecutar la metodología.

Tabla 2

Requerimientos para superadobe

Materiales regionales	Material
Tierra arcillosa	Cemento
Arena Cernida	Tubos galvanizados
Grava	Cableado
Caniza	Madera
Cal	Piedra
Moldes	Malla acero galvanizado 55mm
Madera	Sacos polipropileno
Ciavos	Alambre de púas
Brocha	Grapas
Moldes metálicos	Base metálica
Palas	Apisonador
Cuchara de albañil	
Pisón	

Nota. Elaboración propia

Abono orgánico

Para transformar el cernido en abono para plantas o para enriquecer el suelo, se necesita adicionar distintos materiales que aporten la suficiente materia orgánica, nutrientes y elementos químicos para obtener un abono eficiente, nutritivo y fértil.

En base a los estudios de laboratorio preliminares se conoce que el cernido tiene alto contenido en minerales, por lo que haciendo caso a estos estudios se podría determinar de que carece el sustrato y poder añadirsele mediante compostaje.

a) Análisis del contenido orgánico. En base a los estudios preliminares dar un dictamen reconociendo el porcentaje de materia orgánica que requiere el cernido y así proporcionarlo mediante el compost.

b) Elección de la materia orgánica. Se elige el material orgánico ideal para nutrir la tierra y el de más rápida degradación.

c) Elección de la técnica de compost. Con esto se contempla la técnica que será aplicada para compostar la cantidad de materia necesaria para el cernido.

d) Compostaje. Degradación natural de los residuos orgánicos.

e) Adición del compost al sustrato. Una vez realizado el compostaje y que la materia ya se ha degradado, será añadido al cernido para comenzar una mezcla que finalizará en la creación del abono orgánico.

f) Pruebas de fertilidad. Con el sustrato preparado se medirá la eficiencia a través de una prueba para germinar distintas clases de plantas.

III. RESULTADOS Y AVANCES

Anterior a este trabajo de investigación ya se ha realizado un estudio de laboratorio de carácter preliminar que ha servido para identificar ciertas cualidades del cernido (Tabla 3), tan solo se han incluido el contenido mineral que se han encontrado pero este estudio analizó otros indicadores como la humedad, el pH, porosidad, entre otros (Tabla 3).

Tabla 3

Resultados de la composición química del cernido (Muestra De Material Pétreo)

Indicador	Unidad	Resultado
Carbonatos (CO ₃)		0.20
Bicarbonatos (HCO ₃)		4.80
Nitrógeno Amónico (N-NH ₄)		NA
Cloro (Cl)		2.23
Nitratos (N-NO ₃)		4.89
Fosfatos (P-PO ₄)	me/L	0.03
Sulfatos (S-SO ₄)		2.31
Calcio (Ca)		9.45
Magnesio (Mg)		3.34
Sodio (Na)		1.68
Potasio (K)		0.43
Hierro (Fe)		4.75
Manganeso (Mn)		0.37
Cobre (Cu)	ppm	0.0010
Zinc (Zn)		0.33
Boro (B)		0.41

Nota. Análisis de laboratorio realizado por Fertilab (FERTILIDAD DE SUE- LOS S. DE RL.) Laboratorio de Análisis de Suelos y Nutrición. 2021

En busca de información en la teoría que respalde los criterios de un suelo a través de los parámetros fisicoquímicos se encontró la Tabla 4, que son indicadores que caracterizan las condiciones y los componentes de un suelo sano o al menos útil, usada para tener comparativa de los análisis preliminares del sustrato; en conjunto con esta información se puede determinar que el cernido cuenta con este contenido de minerales y elementos químicos, pero es necesario adicionar mayores cantidades de estos, así como adicionar materia orgánica, el compost debe de proveer en su mayoría a estos.

Tabla 4

Indicadores de la calidad del suelo para evaluar su fertilidad

Indicador	Valor máximo (I _{max})	Valor mínimo (I _{min})
pH (H ₂ O) (1:2)	7.5	5.0
Materia orgánica (MO) (%)	6.0	2.0
§P _{ext} (Olsen) (ppm)	20.0	8.0
¶Ca _{int} (cmol kg ⁻¹)	35.0	8.0
¶Mg _{int} (cmol kg ⁻¹)	5.0	2.0
¶¶K (cmol kg ⁻¹)	1.0	0.2
¶¶CICE (cmol kg ⁻¹)	40.0	15.0
§§CBM (mg kg ⁻¹)	400.0	10.0

Nota. †I_{min}: valor mínimo del atributo; †I_{max}: valor máximo del atributo; §P_{ext}: fósforo extractable; ¶Ca_{int}: calcio intercambiable; ¶Mg_{int}: magnesio intercambiable; ¶¶K_{int}: potasio intercambiable; ¶¶CICE: capacidad de intercambio catiónico efectiva; §§CBM: carbono de la biomasa microbiana.

Los resultados de la caracterización llevan a concluir que se trata de un suelo arcilloso debido a como se comportaba, su oposición a la presión y al ser muy moldeable; el análisis de estructura indica que se trata de un suelo impermeable con contenido de materia orgánica pero escaso; el pH indica que se trata de un sustrato álcali, pero puede ser debido a la combinación de minerales, rocas y demás materiales, pero se puede corregir y dejarlo en un pH neutro (7) para su uso como abono orgánico.

Resultados de la caracterización de suelos

La caracterización de suelos fue un paso importante para este proceso de revalorización del cernido, es un estudio necesario que revela de manera puntual los caracteres del suelo muestreado, permite estudiar y analizar parámetros como el pH, estructura, humedad, entre otros; lo que sirve para determinar si hay alteraciones en el suelo por presencia de contaminantes o componentes no deseados y conociendo esto, así mismo para conocer las condiciones, si es aprovechable o es útil, con este análisis se pueden dar dictámenes de las características encontradas en el ya mencionado.

En primera instancia con las visitas a la cantera y durante el muestro se nos dio las impresiones previas del suelo, se pudo observar los cortes del suelo, se pudieron apreciar las distintas capas del terreno.

Los resultados que se obtuvieron a lo largo del desarrollo de la practica son la base para proveer de una propuesta de aprovechamiento o tratamiento para un manejo eficiente del material.

Textura

La superficie de la bola permanecía húmeda, moldeable/ maleable con una apariencia de color naranja-rojizo, no es quebradizo y con una tolerable resistencia al tratar de romperla entre los dedos, según las características y el comportamiento que presentó este suelo se determina que es de tipo arcilloso. Contiene un nada desagradable porcentaje de arcilla (ver Figura 2 y 3).

Figura 3

El sustrato se torna color café-anaranjado es muy moldeable.



Nota. Elaboración propia

Figura 4

Prueba de textura (la esfera tiene una consistencia plastilina)



Nota. Elaboración propia

PH. El pH de la muestra es alcalino con una puntuación de 8.1, como se sabe el indicado para un suelo sano, fértil y adecuado debe de ser 7, es decir, un pH neutro.

Pero este grado de alcalinidad se debe a que estamos muestreando mineral y roca, las partículas de material calizo son básicas, pero el suelo tiene material orgánico, aunque no es el suficiente, es posible hacer que ese número baje para tener un pH neutro (7) (Figuras 5-7).

Figura 5

Solución de sustrato con agua destilada



Nota. Elaboración propia

Figura 6

Calibración del potenciómetro



Nota. Elaboración propia

Figura 7
Análisis de pH del cernido



Nota. Elaboración propia

Estructura

Para determinar la estructura del suelo (mediante prueba de densidad) se vertieron una porción de las muestras en botellas con agua y se dejaron sedimentar 24 horas, en la botella de la izquierda AD podemos apreciar más sólidos disueltos, presencia de materia orgánica, algunas rocas, particular de mineral; y en la muestra de mezclas BC menor presencia de materia orgánica, por eso el agua en la botella se ve más clara (Figura 8).

Figura 8
Prueba de densidad



Nota. Elaboración propia

Existe variaciones del contenido mineral, la materia orgánica, etcétera; esto debido a que son extraídos de distintas áreas de la cantera.

IV. CONCLUSIONES

En conclusión, una pérdida de materia prima se vuelve un problema grave, puesto que al no tener una medida para usar el cernido, ocasiona que se desencadene un entorpecimiento de la cadena de producción, ya que de la materia prima original solo se usa un porcentaje desequilibrado de materia para construcción y agregados, lo demás es el cernido, hay un sesgo en esto, que se debe de tratar, pues tener cierto componente natural que no se aprovecha lo hace más perjudicial de lo que parece, y el cernido está lejos de ser un residuo, es aprovechable, las características con las que cuentan hacen de este un material con un potencial desconocido.

Durante la ejecución del proyecto se prevé que no existan variables o limitantes que pueden afectar de manera grave a la aplicación de la metodología así como a la aplicación de la técnica, se espera que el suelo, el terreno sean aptos, así como un bajo costo de la vivienda en comparación a una vivienda tradicional este aspecto es la segunda finalidad del proyecto, la principal finalidad es que el proyecto sea de menor impacto ambiental que una construcción tradicional y que sea posible replicarlo más de una sola ocasión.

Para la elaboración del abono orgánico se visualiza que habrá una mejora trascendente del material original y que, de tener un mejor éxito de lo esperado, es factible crear un producto con alta rentabilidad para su comercialización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARQUBA. (2016). ECOVIVIENDA - ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION. Retrieved May 24, 2022, from Arquba.com website: <https://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/ecovivienda/>
- Castillo Ortiz, B. & Jerezano Díaz, K. B. (2017, abril). MANUAL DE ABONOS ORGÁNICOS. Abonos Orgánicos. <https://www.uv.mx/television/files/2015/10/abonos-organicos-09.pdf>
- Fondo para la Protección del Agua-FONAG. (2010, septiembre). Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Abonos orgánicos Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- González, C. (2019, August). ¿Qué es la construcción con Superadobe? Retrieved May 24, 2022, from Construir TV website: <https://www.construirtv.com/que-es-y-cuales-son-las-ventajas-de-la-construccion-con-superadobe/>
- Herbosa Gutiérrez, L. (2019). CONSTRUCCIÓN CON TIERRA ENSACADA. In PDF. <https://core.ac.uk/download/pdf/228073929.pdf>
- Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimen-tales | Intagri S.C. (2016). Retrieved September 20, 2022, from Intagri.com website: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimen-tales>
- Madroñero-Palacios, S., & Guzmán-Hernández, T. (2018). Desarrollo sostenible. Aplicabilidad y sus tendencias. Revista Tecnología En Marcha, 31(3). <https://doi.org/10.18845/tm.v31i3.3907>
- Raymond J. Arévalo y Marcelo E. Cadena. (2021, marzo). Análisis de la Técnica del Superadobe para la Construcción de Espacios Habitables en el Sitio Las Lomas de Riochico. PDF. Recuperado 24 de mayo de 2022, de <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/bitstream/123456789/1859/1/ARQ-C2021-03.pdf>
- Rayo, E.-H. I., Hidalgo-Moreno, C., Guzmán-Plazola, R., Almaraz, Navarro-Garza, H., Etchevers-Barra, J. D., ... Etchevers-Barra, J. D. (2017). Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad. *Agrociencia*, 51(8), 813-831. Retrieved from https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000800813
- SEMARNAT. (2017). Retrieved September 15, 2022, from Semarnat.gob.mx website: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/compendio_2019/RECUADROS_INT_GLOS/D3_GLOS_RSM.htm#:~:text=Aprovechamiento%20de%20los%20residuos,materiales%20secundados%20o%20de%20energ%C3%ADa.
- SEPÚLVEDA OCAMPO, Rubén; MARTÍNEZ MUÑOZ, Liliana; TAPIA ZARRICUETA, Ricardo; JIRÓN MARTÍNEZ, Paola; ZAPATA ALEGRÍA, Isabel; TORRES JOFRÉ, Mario y POBLETE TOELG, Carolina. 2005. Mejoramiento del parque habitacional. Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Instituto de la Vivienda. 20. Disponible en: <http://www.libros.uchile.cl/545>
- Yalcobá · 97794 Yuc. (2013). Yalcobá · 97794 Yuc. Retrieved September 24, 2022, from Yalcobá · 97794 Yuc. website: <https://www.google.com.mx/maps/place/97794+Yalcob%C3%A1,+Yuc./@20.790213,-88.0486796,12z/data=!4m6!3m5!1s0x8f5199893d44487d:0x49b2de5fcd8e8f96!8m2!3d20.791482!4d-88.037996!16s%2Fg%2F11jgf6j98>

