

Handbook T-I

Arquitectura y Sustentabilidad

SERRANO-ARELLANO, Juan
RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos
TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth
VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María
MARMOLEJO-QUINTANAR, Jaqueline
PINEDA-PRADO, Daniel Alejandro

Coordinadores

ECORFAN®

Coordinadores

SERRANO-ARELLANO, Juan
RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos
TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth
VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María
MARMOLEJO-QUINTANAR, Jaqueline
PINEDA-PRADO, Daniel Alejandro

Editor en Jefe

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

TREJO-RAMOS, Iván. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

ISBN: 978-607-8695-73-7

Sello Editorial ECORFAN: 607-8695

Número de Control HCAS: 2021-12

Clasificación HCAS (2021): 311231-1013

©ECORFAN-México, S.C.

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley Federal de Derechos de Autor, podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Para los efectos de los artículos 13, 162,163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169,209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Violaciones: Ser obligado al procesamiento bajo ley de copyright mexicana. El uso de nombres descriptivos generales, de nombres registrados, de marcas registradas, en esta publicación no implican, uniformemente en ausencia de una declaración específica, que tales nombres son exentos del protector relevante en leyes y regulaciones de México y por lo tanto libre para el uso general de la comunidad científica internacional. HCE es parte de los medios de ECORFAN (www.ecorfan.org)

Handbooks

Definición de Handbooks

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología e Innovación en las Áreas de investigación CONACYT y PRODEP.

ECORFAN-México, S.C. es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Handbooks es un Producto editado por ECORFAN-México, S.C. en su Holding con repositorio en México, es una publicación científica arbitrada e indizada. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de las Área de investigación CONACYT y PRODEP respectivamente con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

MOLAR - OROZCO, María Eugenia. PhD
Universidad Politécnica de Catalunya

GARCIA, Silvia. PhD
Universidad Agraria del Ecuador

MONTERO - PANTOJA, Carlos. PhD
Universidad de Valladolid

MARTINEZ - LICONA, José Francisco. PhD
University of Lehman College

ARELLANEZ - HERNÁNDEZ, Jorge Luis. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

HERNANDEZ-PADILLA, Juan Alberto. PhD
Universidad de Oviedo

MERCADO - IBARRA, Santa Magdalena. PhD
Universidad de Barcelona

OROZCO - RAMIREZ, Luz Adriana. PhD
Universidad de Sevilla

BOJÓRQUEZ - MORALES, Gonzalo. PhD
Universidad de Colima

SANTOYO, Carlos. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

Comité Arbitral

GARCÍA - Y BARRAGÁN, Luis Felipe. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

VILLALOBOS - ALONZO, María de los Ángeles. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ROMÁN - KALISCH, Manuel Arturo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

CHAVEZ - GONZALEZ, Guadalupe. PhD
Universidad Autónoma de Nuevo León

DE LA MORA - ESPINOSA, Rosa Imelda. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

GARCÍA - VILLANUEVA, Jorge. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

CORTÉS - DILLANES, Yolanda Emperatriz. PhD
Centro Eleia

FIGUEROA - DÍAZ, María Elena. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

DELGADO - CAMPOS, Genaro Javier. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

LINDOR, Moïse. PhD
El Colegio de Tlaxcala

Cesión de Derechos

El envío de una Obra Científica a ECORFAN Handbooks emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones científicas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación de la Obra Científica y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor de la Obra Científica.

Detección de Plagio

Todas las Obras Científicas serán testeadas por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandará a arbitraje y se rescindirá de la recepción de la Obra Científica notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todas las Obras Científicas se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de América-Europa-Asia-África y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del ECORFAN Handbooks con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de la Obra Científica Modificado para Edición-Publicación.

Arquitectura y sustentabilidad

Volumen I

El Handbook ofrecerá contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyan a la actividad de difusión científica del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, para su área de investigación en la función de la IES ante los retos de la Sociedad del Conocimiento. Además de tener una evaluación total, en las manos de los directores de las IES participantes se colabora con calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada a estándares internacionales (RESEARCH GATE, MENDELEY, GOOGLE SCHOLAR y REDIB), el Handbook propone así a la comunidad académica, los informes recientes sobre los nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de investigación en la función de las IES ante los retos de la Sociedad del Conocimiento.

SERRANO-ARELLANO, Juan
RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos
TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth
VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María
MARMOLEJO-QUINTANAR, Jaqueline
PINEDA-PRADO, Daniel Alejandro

Coordinadores

Ingeniería y Ciencias Aplicadas T-I

Handbooks

Instituto Tecnológico Superior de Huichapan – México.

Diciembre, 2021

DOI: 10.35429/H.2021.14.1.1.

Arquitectura y sustentabilidad

Architecture and sustainability

SERRANO-ARELLANO, Juan´, RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos*´, TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth´, VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María´´, MARMOLEJO-QUINTANAR, Jaqueline and PINEDA-PRADO, Daniel Alejandro´

´División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

´´División de Ingeniería en Energías Renovables, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México,

ID 1^{er} Autor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Carlos Rodríguez-Uribe* / **CVU CONACYT ID:** 166235

ID 2^{do} Coautor: *Zaira, Betzabeth Trejo-Torres* / **CVU CONACYT ID:** 774137

ID 3^{er} Coautor: *Karla, María Velázquez-Lucho* / **CVU CONACYT ID:** 415160

ID 4^{to} Coautor: *Jaqueline, Marmolejo-Quintanar* / **CVU CONACYT ID:** 878169

ID 5^{to} Coautor: *Daniel, Alejandro Pineda-Prado* / **CVU CONACYT ID:** 1162083

Resumen

Este trabajo describe una metodología para evaluar las condiciones de iluminación presente en una edificación (es, desde una perspectiva teórica y experimental), así como también se presentan propuestas de materiales empleados en la construcción desde una visión sustentable con la incorporación de taparrosas y unicel. Por otro lado, se presenta una propuesta de prototipo de un módulo de saneamiento para aguas servidas, así como también se establece desde una perspectiva vernácula un impermeabilizante con base a mucilago de nopal con el objetivo de protección de las cubiertas de viviendas. Con esto se busca lograr una mejora desde una perspectiva sustentable en cuestión de una iluminación, empleo de materiales sustentables enfocados a la construcción y el reaprovechamiento de aguas servidas en los proyectos arquitectónicos a partir de una propuesta de sistema de tratamiento.

Arquitectura, Sustentabilidad, Materiales

Abstract

This work describes a methodology to evaluate the lighting conditions present in a building (that is, from a theoretical and experimental perspective), as well as proposals for materials used in construction from a sustainable vision with the incorporation of screw caps and Styrofoam. On the other hand, a prototype proposal for a sewage sanitation module is presented as well as a waterproofing based on cactus mucilage is established from a vernacular perspective with the aim of protecting the roofs of houses. This seeks to achieve an improvement from a sustainable perspective in terms of lighting, the use of sustainable materials focused on construction and the reuse of sewage in architectural projects based on a treatment system proposal.

Architecture, Sustainability, Materials

Introducción

El presente trabajo, enfocado a diversas áreas principalmente del campo de la arquitectura, se ha realizado con el fin de optimizar procesos que disminuyan el deterioro ambiental fruto de las actividades humanas, así como propiciar el perfeccionamiento de los procesos constructivos, produciéndolos de manera eficaz, asequible y amigable con el medio, con el propósito de que las personas y/o empresas mismas puedan optar por su producción y uso. Los elementos en cuestión se encuentran bajo los cánones establecidos por normas vigentes dentro del territorio nacional pertinentes, con lo cual no perjudican a los usuarios potenciales. Todos y cada uno de estos cimentados en profunda y exhaustiva investigación, así como experimentación para su correcto diseño e implementación.

El capítulo 1 aborda el estudio de tejas solares disminuyendo el uso de energía contaminante, está enfocado a la sustentabilidad propiciando el confort térmico, que para lograrlo se ha regido bajo lo establecido por la NOM-020-ENER-2011, con las que se analizan las ganancias térmicas en el edificio. Así mismo se realizó levantamiento arquitectónico del inmueble para el caso de estudio.

El mucílago es el protagonista en el capítulo 2, ya que con base en este se elabora un impermeabilizante que propicie la optimización de las cubiertas en inmuebles y haga frente a las situaciones climatológicas, sometiéndolo a diversas pruebas experimentales con lo que se pone a prueba su efectividad.

El capítulo 3 reporta el diseño, desarrollo y construcción de un block no estructural en el que se incorporan taparrosas de botellas de PET, aprovechando los materiales incorporados a la manera tradicional con el fin de volverlo más ligero, para usos posiblemente divisorios en edificaciones, aprovechando sus propiedades.

En el capítulo 4 se diseña un módulo que tiene como objetivo el tratamiento de aguas residuales incorporando sistemas alternativos y asequibles, teniendo en cuenta las necesidades, como los volúmenes promedio con los que se prevé trabajar, adicionando a este, la lechuga de agua, con su capacidad para filtrar agua y mejorando la calidad del agua. Todo esto enfocado a la preservación de los recursos hídricos y la creciente demanda de estos que es proporcional al aumento de la población por ser un recurso vital.

El capítulo 5 evalúa el desempeño del módulo de saneamiento, empleando datos como el desperdicio de agua que hace la población y resaltando el proceso constructivo de este.

El diseño y construcción de un block no estructural adicionando reciclaje de unicel es el tema que se aborda en el capítulo 6, el cual se apega a las normativas pertinentes, las cuales rigen su correcto diseño, para esto se crearon dos prototipos que más tarde fueron sometidos a pruebas de laboratorios.

El capítulo 7, aborda el desarrollo y aplicación de un impermeabilizante con base a mucilago de nopal que ofrezca una protección para materiales (morteros) ante la acción del agua

*Serrano-Arellano, Juan
Rodríguez-Uribe, Juan Carlos
Trejo-Torres, Zaira Betzabeth
Velázquez-Lucho, Karla María
Marmolejo-Quintanar, Jaqueline
Pineda-Prado, Daniel Alejandro*

Coordinadores

Agradecimientos

La publicación de este libro no hubiera sido posible sin el interés y compromiso de un grupo de colegas e investigadores que se dieron a la tarea de desarrollar los casos de estudio presentados a través de una metodología práctica para resolver problemas de arquitectura e ingeniería de gran valor desde una perspectiva sustentable:

Agradezco la colaboración de los investigadores:

RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos. MsC.
TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth. BsC.
VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María. MsC.
MARMOLEJO-QUINTANAR, Jaqueline. BsC.
PINEDA-PRADO, Daniel Alejandro. Bsc.

Asimismo, los autores del libro agradecen el apoyo del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan (ITESHU) para el desarrollo de la presente obra.

Igualmente deseo agradecer el apoyo brindado por el estudiante del ITESHU, C. NIETO-ORDAZ, Luis Diego para el desarrollo de esta obra.

Contenido	Pág.
<p>1 Análisis de un centro de información sustentable incorporando tejas solares para lograr la eficiencia energética GONZÁLEZ-SALAZAR, José Rodolfo, SERRANO-ARELLANO, Juan, RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos y VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María</p>	1-24
<p>2 Diseño y aplicación de impermeabilizante a base de mucilago de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>) RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos, SERRANO-ARELLANO, Juan y VELAZQUEZ-LUCHO, Karla María</p>	25-34
<p>3 Diseño y construcción de módulos de block no estructural incorporando el reciclaje de taparroscas BADILLO-ANGELES, Sergio, TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth and VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María</p>	35-45
<p>4 Prototipo de modulo para saneamiento de aguas servidas para reutilizarlas en edificaciones sustentables PINEDA-PRADO, Daniel Alejandro & MARMOLEJO-QUINTANAR, Jaqueline</p>	46-52
<p>5 Resultados de laboratorio, del funcionamiento de un prototipo de modulo para saneamiento de aguas servidas MARMOLEJO-QUINTANAR, Jaqueline & PINEDA-PRADO, Daniel Alejandro</p>	53-58
<p>6 Diseño y construcción de block ecológico no estructural incorporando el reciclaje de unícel TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth, VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María, SERRANO-ARELLANO, Juan y RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos</p>	59-68
<p>7 Sistema de impermeabilizante con base a mortero y mucilago de nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>) RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos, SERRANO-ARELLANO, Juan y TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth</p>	69-82

Capítulo 1 Análisis de un centro de información sustentable incorporando tejas solares para lograr la eficiencia energética

Chapter 1 Analysis of a sustainable information centre incorporating solar tiles for energy efficiency

GONZÁLEZ-SALAZAR, José Rodolfo', SERRANO-ARELLANO, Juan†*', RODRÍGUEZ -URIBE, Juan Carlos' y VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María''

'División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

''División de Ingeniería en Energías Renovables, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

ID 1^{er} Autor: *José Rodolfo, González-Salazar*

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 2^{do} Coautor: *Juan Carlos, Rodríguez-Uribe* / **CVU CONACYT ID:** 166235

ID 3^{er} Coautor: *Karla, María Velázquez-Lucho* / **CVU CONACYT ID:** 415160

DOI: 10.35429/H.2021.14.1.1.24

J. González, J. Serrano, J. Rodríguez y K. Velázquez

* jserrano@iteshu.edu.mx

J. Serrano, J. Rodríguez, Z. Trejo, K. Velázquez, J. Marmolejo, D. Pineda. (AA. VV.) *Arquitectura y sustentabilidad. Handbooks-©ECORFAN-México, Hidalgo, 2021.*

Resumen

El presente trabajo consistió en un estudio de Tejas Solares como elementos para transformar y aprovechar la energía solar y de esta forma disminuir el uso de la energía proveniente de fuentes contaminantes. El estudio tiene el enfoque de sustentabilidad en aspectos relevantes como lo es el cómo confort térmico, ya que la mayor parte de energía consumida en los edificios se usa para acondicionamiento térmico. Para llevar a cabo el presente estudio se hizo uso de la NOM-020-ENER-2011 para analizar y limitar las ganancias térmicas del edificio. Se realizó un levantamiento arquitectónico del edificio a analizar, posteriormente, se aplicó la metodología mostrada en la norma mexicana y se encontró que cumple con el porcentaje de energía limitado por la norma mexicana. Y como alternativa para reducir el consumo de energía se implementó la teja solar. Se obtuvo un beneficio de la energía limpia, reduciendo el consumo de energía fósil hasta en un 67.60% en el consumo diario. Finalmente, este estudio mostró la importancia del uso de fuentes de energía renovables.

Eficiencia energética, Sustentabilidad, Materiales

Abstract

The present work consisted of a study of Solar Tiles as elements to transform and take advantage of solar energy and in this way reduce the use of energy from polluting sources. The study focuses on sustainability in relevant aspects such as thermal comfort, since most of the energy consumed in buildings is used for thermal conditioning. To carry out the present study, the NOM-020-ENER-2011 was used to analyze and limit the thermal gains of the building. An architectural survey of the building to be analyzed was carried out, subsequently, the methodology shown in the Mexican standard was applied and it was found that it complies with the percentage of energy limited by the Mexican standard. And as an alternative to reduce energy consumption, the solar tile was implemented. A benefit was obtained from clean energy, reducing the consumption of fossil energy by up to 67.60% in daily consumption. Finally, this study showed the importance of using renewable energy sources.

Energy efficiency, Sustainability, Materials

1.1 Introducción

La arquitectura bioclimática consiste en el diseño de un edificio optimizando las condiciones del entorno: radiación solar, sombras, lluvias, vientos, vegetación, etc., para priorizar las soluciones pasivas de confort energético sobre cualquier otro sistema activo. El primer paso a la hora de elaborar un estudio de sostenibilidad energética pasa por dicha optimización de los sistemas pasivos. En segundo lugar, por la valoración de las energías renovables y por último la consideración de la eficiencia energética de las no renovables. (arquitecturasana, 2006).

Se busca desarrollar un prototipo de una teja solar en la que implica, concretar un planteamiento bien especificado en el enfoque de efectividad a la hora del uso, de esta manera se implementara en los hogares de todas viviendas que estén dispuestos a apostarle a esta nueva revolución tecnológica que implica un gasto o una inversión de elevado costo, pero al momento de instalar este producto te darás cuenta que podrás reducir el consumo de energía eléctrica convencional del hogar, así adquiriendo la energía del sol, y no solo para focos si no para abastecer a distintos aparatos electrónicos que se implementan en los hogares, una de las cosas que vas a hacer notar es la gran calidad del producto ya que notarás que este, no tendrá el defecto de cuando el sol ya no está, ya que cuenta con una pila recargable por cada una de las tejas que su principal funcionalidad es de generar la suficiente energía, este sistema se conforma con la solides.

Formas de transmisión del calor

En el interior de la casa, el calor se transmite entre los paramentos (muros, techos, suelos) principalmente por radiación, y entre los paramentos y el aire interior principalmente por convección. El calor «viaja» a través de los paramentos por conducción, hasta alcanzar el exterior de la casa, donde se disipa por convección y radiación. Para reducir las pérdidas de caleror, se actúa principalmente sobre el fenómeno de conducción a través de los paramentos, intercalando una capa de material térmicamente aislante. (Macias, 2014)

Es importante tener presentes los mecanismos de transmisión del calor para comprender el comportamiento térmico de una casa. Microscópicamente, el calor es un estado de agitación molecular que se transmite de unos cuerpos a otros de tres formas diferentes:

- **Conducción.** El calor se transmite a través de la masa del propio cuerpo. La facilidad con que el calor «viaja» a través de un material lo define como conductor o como aislante térmico. Ejemplos de buenos conductores son los metales, y de buenos aislantes, los plásticos, maderas, aire. Este es el fenómeno por el cual las viviendas pierden calor en invierno a través de las paredes, lo que se puede reducir colocando un material que sea aislante. El coeficiente de conducción térmica de un material es una medida de su capacidad para conducir el calor.
- **Convección.** Si consideramos un material fluido (en estado líquido o gaseoso), el calor, además de transmitirse a través del material (conducción), puede ser «transportado» por el propio movimiento del fluido. Si el movimiento del fluido se produce de forma natural, por la diferencia de temperaturas (aire caliente sube, aire frío baja), la convección es natural, y si el movimiento lo produce algún otro fenómeno (ventilador, viento), la convección es forzada.
- **Radiación.** Todo material emite radiación electromagnética, cuya intensidad depende de la temperatura a la que se encuentre. La radiación infrarroja provoca una sensación de calor inmediata (piénsese en una estufa de butano, por ejemplo). El sol nos aporta energía exclusivamente por radiación.

La envolvente de un edificio tiene un gran impacto en la cantidad de energía necesaria para mantener la temperatura interior dentro de un rango confortable. La NOM-008-ENER-2001 busca reducir las ganancias de calor a través de la envolvente del edificio, y así, disminuir la cantidad de energía necesaria para refrigeración.

La envolvente del edificio está compuesta por: muros exteriores, techos, superficies inferiores, ventanas y puertas. Al mejorar las características térmicas de estos componentes, podemos reducir la cantidad de calor que entra al edificio.

Implementar las estrategias de eficiencia energética necesarias para cumplir con la NOM-008 reduce los gastos en energía para enfriamiento en edificios no habitacionales, y mejora el confort térmico de los usuarios del edificio. Adicionalmente, genera ahorros para el gobierno en subsidios a la electricidad.

Eficiencia energética

La eficiencia energética tiene como objetivo determinar el consumo eficiente de energía de los edificios, para proteger el medio ambiente, estableciendo los consumos adecuados que eviten excesos, contando con la contribución en el abastecimiento de energías renovables.

El impacto de la edificación sobre el medio ambiente es actualmente muy significativo, lo que hace necesaria la adopción de medidas en la redacción de los proyectos que permitan reducirlo, incorporando criterios de sostenibilidad de una forma coherente, justificada y económicamente consciente.

El sector residencial y terciario representa más del 40% del consumo final de energía.

Figura 1 Impacto de las edificaciones sobre el medio ambiente



Fuente: crrarquitectos

Para introducir en los proyectos las medidas necesarias, es preciso comprender los aspectos relevantes y establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones. Una vez que se establezcan las estrategias, hay que realizar los cálculos y procesos de simulación suficientes para validarlas y cuantificarlas, y en caso necesario, modificarlas. Por otro lado, es importante asociarlas a la inversión económica que suponen y al retorno que se obtiene, en las diferentes soluciones que se vayan proponiendo.

Reducción de la demanda y el consumo:

El desafío que se plantea actualmente es introducir prácticas de proyecto y construcción que mejoren la eficiencia del edificio cumpliendo estándares específicos para reducir los impactos negativos del edificio sobre los ocupantes, el medioambiente y el resultado económico. Estas actuaciones se desarrollan tanto en el ámbito arquitectónico y constructivo como de gestión energética. (crrarquitectos, s.f.)

- Adaptación a las condiciones climáticas exteriores.
- Optimización de las orientaciones de los edificios.
- Adopción de medidas pasivas que minimicen o reduzcan la demanda térmica y lumínica.
- Aislamiento térmico mejorado de envolvente y de instalaciones.
- Envolventes térmicas eficientes.
- Iluminación natural y artificial.
- Condiciones ambientales interiores con soluciones bioclimáticas.
- Ventilación de sus ocupantes.
- Cargas internas propias de la actividad.
- Sectorización adecuada de las instalaciones, regulación y control.
- Control de ventilación en función de la ocupación (CO).

Función de la envolvente

La envolvente de una edificación es uno de los elementos fundamentales que acompañan un adecuado proceso sostenible en la construcción. El concepto de envolvente hace referencia a cómo acondicionamos el interior y exterior de un edificio para que los efectos externos a este impacten en grado mínimo la calidad de vida de los usuarios, no solo desde el punto de vista de la eficiencia energética si no de la estabilidad estructural y de la hermeticidad al agua, aire y ruido (aislamiento acústico). (Calderón, 2018) Así mismo, la calidad de los materiales, como el concreto, y procesos constructivos impactan en la envolvente que separa o aísla al usuario de la edificación de su exterior. Esto implica hermeticidad en los sellos para juntas de fachadas, total impermeabilidad en los techos y fachadas con los valores más altos de porcentaje de Índices de Reflectancia Solar –SRI-, etc.

Las iniciativas de la CONUEE

En México se han logrado avances significativos en la mejora de la eficiencia energética de los edificios, desde los equipos que se utilizan hasta los elementos de la envolvente y su aplicación integral en el diseño. Esto se ha logrado a través de una variedad de programas en el sector de la energía y en el de la vivienda. Sin embargo, el programa más relevante en virtud de su alcance e impacto ha sido el de las Normas Oficiales mexicanas (NOM) de eficiencia energética, las cuales son regulaciones técnicas de cumplimiento obligatorio en todo el territorio nacional. Su aplicación está fundamentada en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), la cual establece, entre sus objetivos, la preservación de los recursos naturales no renovables, como los combustibles fósiles.

Por su parte, las NOM relacionadas con la envolvente, en tanto sistema, aplican a edificios residenciales y no residenciales, y permiten evaluar de manera integral, la ganancia térmica total por cargas solares y por conducción en techo, muros, ventanas y puertas. Éstas son:

- NOM-008-ENER-2001: Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales. Limita la ganancia de calor de las edificaciones a través de su envolvente, con el propósito de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento. Aplica a todos los edificios nuevos y las ampliaciones de los ya existentes, cuyo uso primordial no sea industrial o habitacional.
- NOM-020-ENER-2011: Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios para uso habitacional. Limita la ganancia de calor de los edificios para uso habitacional a través de su envolvente, con la finalidad de racionalizar el consumo energético de los sistemas de enfriamiento.

1.2 Objetivos

Objetivo general

Realizar un estudio de eficiencia energética forme a normas vigentes con la finalidad de proponer un sistema de paneles solares para reducir el consumo energético. De tal manera de dar un enfoque hacia la arquitectura bioclimática.

Objetivos específicos

- Obtener un concepto general sobre el caso de estudio sobre su eficiencia energética actual de su envolvente.
- Proponer nuevas soluciones para el cumplimiento de la norma si es requerido.
- Generar un resultado positivo con la herramienta de cálculo en comparación al edificio de estudio base.
- Calcular y proponer un sistema de tejas solares forme a el consumo energético del caso de estudio para reducción del mismo y del costo.
- Resolver la ubicación de las tejas solares forme al espacio que se tiene dentro del caso de estudio.

- Iniciar el enfoque de la arquitectura bioclimática dentro del instituto tecnológico superior de Huichapan.

Estado del arte

1.3 Metodología

Eficiencia energética

La norma NOM-020-ENER-2011 nos ayudara a reducir las ganancias de calor en el edificio del Instituto Tecnológico superior de Huichapan “Centro de Información”, a través de su envolvente, disminuyendo así, la cantidad de energía necesaria para refrigeración. La metodología que se realizó con base al enfoque de la investigación fue la siguiente:

- Análisis del sitio.
- Levantamiento arquitectónico.
- Herramienta de cálculo.
- Resumen del cálculo.
- Resultados.
- Análisis del edificio.

El caso de estudio es el edificio “Centro de Información”. Ubicada en el Saucillo que se localiza en el municipio de Huichapan, Hidalgo. Es un edificio de diversos usos como son aulas de estudio, oficinas de docente, centro de cómputo y una biblioteca donde se asiste con mucha frecuencia. El objetivo de la norma NOM-008-ENER-2001 para este edificio es revisar el cumplimiento para la norma oficial, calculando el presupuesto energético del edificio proyectado al edificio de referencia. (NOM-008-ENER-2001, 2017)

a. Análisis del sitio.

Ubicación: El Saucillo, se localiza en el municipio de Huichapan, Hidalgo.

Temperatura promedio: 16° C

Precipitación promedio: 469mm.

(coneval, 2010)

En la Figura 2 se observa la localización del Centro de Información, mostrando calles, Norte y lugares que colindan o están cerca del caso de estudio.

Figura 2 Ubicación del edificio a analizar



Fuente: Google maps

b. Levantamiento arquitectónico.

Se comenzó por un levantamiento arquitectónico del espacio para analizar las dimensiones de muros, puertas, ventanas y techos, por medio de un distanciómetro y flexómetro. En la Figura 3 se observa la herramienta con el cual se realizó el levantamiento arquitectónico.

Figura 3 Distanciómetro utilizado para tomar distancias del edificio



Fuente: Autoría propia

i. *Materiales en interior y exterior.*

El centro de información los materiales del interior y exterior, se toman en cuenta para un análisis del caso de estudio. Dentro del caso de estudio se observa que cuenta con ventanas muy amplias que permiten la entrada de la luz solar, tanto en el primer nivel como el segundo nivel, los muros son de concreto armado de 15cm de espesor, con un acabado exterior de cantera gris y rosa, en el interior un aplanado común con terminado de pintura color crema. el techo es loza maciza de 15 cm de espesor, con un acabado de plafón reticular color blanco.

ii. *Dibujo en AutoCAD.*

Es un programa en el cual se pueden dibujar todo tipo de diseños técnicos que es utilizado por ingenieros, arquitectos etc. (Unknown, 2013)

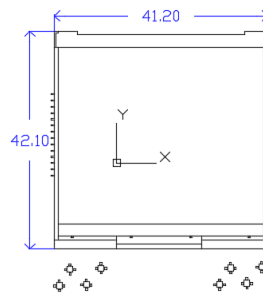
Después del levantamiento arquitectónico se procedió a dibujó en el programa de AutoCAD 2019 la planta arquitectónica del centro de información. En la Figura 4 se observa la planta arquitectónica, con sus respectivos espacios, cotas, ejes, muebles, columnas, traveses etc.

Figura 4 Logotipo del programa de diseño



Fuente: Autoría propia

Figura 5 Dibujo del plano en el programa



Fuente: Autoría propia

iii. Modelado en SketchUp 2019.

SketchUp es un programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones basado en caras. Es utilizado para el modelado de entornos de planificación urbana, arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, GIS, videojuegos o películas. (WIKIPEDIA, 2019)

Al tener la planta arquitectónica dibujada en Autocad se pasa al programa de SketchUp para modelar en 3D la maqueta virtual del centro de información. En la figura 6 se observan una perspectiva de lo que es el modelado en 3D del caso de estudio, en el que se observa muros, ventanas, pretilas, techos, puertas.

Figura 6 Logotipo del programa de dibujo



Fuente: Autoría propia

Figura 7 Vista del modelo 3D en el programa



Fuente: Autoría propia

iv. Renderizado en ARCHICAD 22

ArchiCAD, desarrollado por la empresa húngara Graphisoft, es un software CAD de modelado de información de construcción disponible para sistemas operativos Macintosh y Windows. (WIKIPEDIA, 2019).

Para tener una vista más realista del edificio de estudio se crean imágenes foto renderizadas para tener una idea más clara de los aspectos tomados en cuenta durante el caso de estudio.

Figura 8 Logotipo del programa utilizado para renderizar



Fuente: Autoría propia

Figura 9 Vista del modelo 3D renderizado en el programa



Fuente: Autoría propia

c. Herramienta de cálculo

Figura 10 Pantalla principal de la herramienta de cálculo.



Fuente: Guía de cálculo NOM-008-ENER

En la Figura 8 se muestra la primera pantalla de la herramienta, se captura la información general del proyecto: nombre del propietario, nombre del proyecto, dirección, estado y ciudad. Todos los campos son obligatorios. El botón Guardar, guarda los datos capturados en un archivo de texto con extensión *.nor. El botón Abrir importa un archivo de datos previamente guardado. El botón Nuevo, borra todos los datos capturados en el programa. (CONUEE, 2017)

i. Orientación

Para simplificar la captura de datos, es importante identificar cada componente de la envolvente del edificio. Se recomienda utilizar el nombre del componente, su orientación y un número. De acuerdo con la NOM-008, la orientación de un componente se define siguiendo los siguientes principios:

- Norte.
- Este.
- Sur.
- Oeste.

Norte: Un muro que presenta una inclinación entre los 45° hacia el Este o hacia el Oeste del Norte.

Figura 11 Orientación norte de acuerdo con la NOM-008.



Fuente: Autoría propia

Este: Un muro que presenta una inclinación entre los 45° hacia el Norte o hacia el Sur del Este.

Figura 12 Orientación este de acuerdo con la NOM-008.



Fuente: Autoría propia

Sur: Un muro que presenta una inclinación entre los 45° hacia el Este o hacia el Oeste del Sur.

Figura 13 Orientación sur de acuerdo con la NOM-008.



Fuente: Autoría propia

Oeste: Un muro que presenta una inclinación entre los 45° hacia el Norte o hacia el Sur del Oeste.

Figura 14 Orientación oeste de acuerdo con la NOM-008



Fuente: Autoría propia

ii. Muros exteriores.

En la segunda pantalla, se ingresan los datos de todos los muros exteriores. Se pueden agrupar muros exteriores siempre y cuando tengan la misma orientación y el mismo sistema constructivo. El menú desplegable muestra algunos sistemas constructivos (CONUEE, 2017).

Para el caso de estudio se selecciona la opción de concreto aparente de 10 a 12 cm $K=3.60$. a este se ingresan datos del área del muro.

Figura 15 Pantalla para ingresar datos de los muros de la herramienta de cálculo

Fuente: Guía de cálculo NOM-008-ENER

iii. Techos y superficies inferiores

En la tercera pantalla, se ingresan los datos de todos los techos y superficies inferiores exteriores. Es posible agrupar techos o superficies inferiores que estén contruidos con el mismo sistema constructivo.

El menú desplegable muestra algunos de los sistemas constructivos más utilizados en la industria. (CONUEE, 2017)

Para el caso de estudio se selecciona la opción de concreto armado de 15 cm $K=2.99$. a este se ingresan datos del área del techo.

Figura 16 Pantalla para ingresar datos de techos y superficies inferiores de la herramienta de cálculo

Fuente: Guía de cálculo NOM-008-ENER

iv. Ventanas, sombreadamiento exterior y domos

En la cuarta pantalla, se ingresan los datos de todas las ventanas y domos exteriores. Se pueden agrupar ventanas siempre y cuando estén en el mismo muro, tengan el mismo tipo de vidrio y el mismo tipo de sombreadamiento exterior. El menú desplegable muestra algunos tipos de vidrio. (CONUEE, 2017).

Otros datos para ingresar son la ubicación, el nombre de cada una de las ventanas, el área en metros cuadrados que ocupa cada una de ellas, el tipo de vidrio para el caso se selecciona la opción de un vidrio de 3 mm con un $K=4.92$ $CS=1.00$ y el tipo de sombra en este caso la mayoría de las ventanas tienen sombras.

Figura 17 Pantalla para ingresar datos de las ventanas de la herramienta de cálculo

Fuente: Guía de cálculo NOM-008-ENER

v. Puertas.

En la quinta pantalla, se ingresan los datos de todas las puertas exteriores. Se pueden agrupar puertas siempre y cuando estén ubicadas en el mismo muro y tengan el mismo material. El menú desplegable muestra algunos materiales de puertas comúnmente utilizados. (CONUEE, 2017)

Figura 18 Pantalla para ingresar datos de puertas de la herramienta de cálculo.

NOM-008 Calculation tool

Puerta

Nombre de la puerta: puerta 1

Esta puerta está en: Principal

Área de la puerta: 11.808 m²

Material de la puerta: Puerta de madera tonta n° 2 10

Agregar nuevo tipo de puerta

Guardar

Ir a pantalla de confirmación

SENER CONUEE

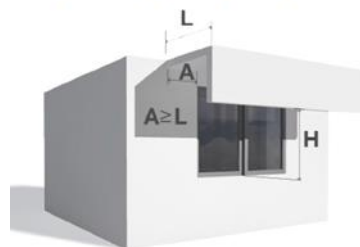
Fuente: Guía de cálculo NOM-008-ENER

d. Tipos de sombreamiento.

La NOM-008-ENER-2001 distingue cuatro tipos de sombreado exterior. En la pantalla de ventanas, al capturar cada ventana, se selecciona el tipo de sombreado y se ingresan las dimensiones descritas a continuación: (CONUEE, 2017)

Figura 19 Tipos de sombreamiento

Volado con extensión lateral más allá de los límites de la ventana

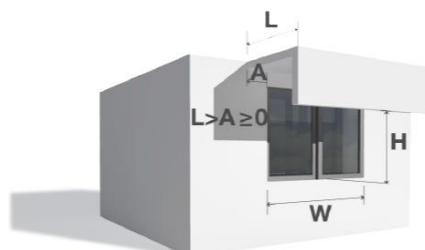


L= Distancia de proyección del volado
 A= Distancia de la extensión del volado
 H= Distancia del borde inferior del volado al borde inferior de la ventana

Fuente: NOM-008-ENER-2001

Figura 20 Tipos de sombreamiento

Volado con extensión lateral hasta los límites de la ventana



L= Distancia de proyección del volado
 A= Distancia de la extensión del volado
 H= Distancia del borde inferior del volado al borde inferior de la ventana

Fuente: NOM-008-ENER-2001

Figura 21 Tipos de sombreamiento

Fuente: NOM-008-ENER-2001

Figura 22 Tipos de sombreamiento

Fuente: NOM-008-ENER-2001

Para el estudio del caso es importante identificar el correcto tipo de sombreamiento que existe para poder determinar los valores correctos de acuerdo a la guía establecida.

e. Resumen del cálculo.

Una vez que se han capturado todos los componentes de la envolvente del edificio, se muestra la pantalla de confirmación. Esta pantalla contiene un resumen de todas las porciones capturadas. Es importante revisar que todas las porciones de la envolvente se muestren en esta pantalla. (CONUEE, 2017)

Si hace falta agregar una porción adicional, se hace click en los botones verdes “Agregar otro muro”, “Agregar otro techo”, “Agregar otra ventana” o “Agregar otra puerta”, según sea el caso.

Si algún dato de una porción capturada es incorrecto, es posible “editar” o “borrar” la porción incorrecta e ingresar nuevos datos siguiendo el procedimiento anterior. (CONUEE, 2017)

Al dar click en el botón “editar” es posible modificar el área, el tipo de sistema constructivo, de techo a superficie inferior, o el tipo de sombreado en ventanas. No se permite cambiar el nombre de la porción o su orientación. (CONUEE, 2017)

Una vez que se han revisado todas las porciones de los componentes de la envolvente, se da click en el botón rojo “Calcular”. (CONUEE, 2017)

Figura 23 Resumen del cálculo según la NOM-008-ENER-2001

The screenshot shows the 'NOM-008 Calculation tool' interface with four main sections for input data:

- Muros:**
 - 1 Principal: área 297.46 m², Masivo, Concreto aparente 10 a 12 cm.
 - 2 Posterior: área 297.46 m², Masivo, Concreto aparente 10 a 12 cm.
 - 3 Izquierda: área 247.35 m², Masivo, Concreto aparente 10 a 12 cm.
 - 4 Derecha: área 247.35 m², Masivo.
- Techo/superficie interior:**
 - 1 Techo: área 2411.5 m², Concreto armado 15cm, checked 'Techo'.
- Ventanas:**
 - 1 ventana 1: área 46.6 m², colocada en: Principal, Vidrio 3mm.
 - 2 ventana 2: área 34.1 m², colocada en: Principal, Vidrio 3mm.
 - 3 ventana 1.1: área 60 m², colocada en: Posterior, Vidrio 3mm.
- Puertas:**
 - 1 puerta 1: área 11.808 m², Ligeras, colocada en: Principal, Puerta de madera blanda.

Buttons for 'Editar' and 'Borrar' are present for each item. A red 'Calcular' button is at the bottom right.

Fuente: NOM-008-ENER-2001

f. Resultados de la herramienta de cálculo.

La pantalla final muestra los resultados del presupuesto energético: cálculos de transferencia de calor por conducción y radiación del edificio de referencia y el proyectado. Adicionalmente se muestra si el proyecto capturado cumple o no con la Norma, y con qué porcentaje. (CONUEE, 2017)

En esta pantalla se pueden guardar los datos como un archivo con formato *.nor dando click al botón “Guardar datos”. Una vez guardado, este archivo se puede enviar a otra persona para que revise la información. (CONUEE, 2017)

Al finalizar el cálculo, es posible imprimir los formatos necesarios para informar del presupuesto energético del Apéndice C de la Norma, dando click en el botón “Imprimir formatos”. Esta opción genera un archivo de Excel con todos los formatos, desde donde se puede enviar a imprimir, y automáticamente se guarda una copia en el disco duro de su computadora. (CONUEE, 2017)

Figura 24 Pantalla final muestra los resultados del análisis energético

The screenshot shows the 'Resultados' (Results) screen of the 'NOM-008 Calculation tool'. It displays a comparison of energy performance between a reference building and a projected building.

	Conducción (W)	Radiación (W)	Total (W)
Edificio de referencia	-20147.85	64920.79	34772.94
Edificio proyectado	-2128.63	24144.57	22015.94

Below the table, it indicates compliance with the norm: **Cumple con la norma** Si No **36.7%**

Buttons for 'Guardar datos', 'Mejorar este diseño', and 'Imprimir formatos' are visible at the bottom.

Fuente: NOM-008-ENER-2001

I. Cálculo de consumo energético

a. Estimación del consumo de energía eléctrica

(CONUEE, 2019) El consumo de electricidad en el sector de edificios no residenciales, que incluye los comerciales y los públicos, es menos entendido. El Sistema de Información Energética (SIE) estima que el consumo de electricidad de este sector fue de 22.6 TWh en el 2017, o bien el 9% de la demanda de electricidad total en México en dicho año.

- El consumo de electricidad de los edificios no residenciales se estimó en 66.9 TWh para el 2017. Esto representa un ajuste de 44.3 TWh en el balance de energía.
- Un incremento en la estimación del consumo de electricidad de edificios no residenciales de 192%, que está acompañado por un decrecimiento del 39% en el sector “otras ramas industria- Consumo de electricidad de edificios no residenciales en México: la importancia del sector de servicios 2 les” y un decrecimiento del 28% en el total del sector industrial.
- Los edificios (residenciales y no residenciales) pueden ser considerados como el sector de mayor intensidad eléctrica, pues exceden el consumo de la industria.

A partir de los ICEE obtenidos, se pueden calcular los consumos de energía eléctrica para los distintos tipos de edificios si se conocen las superficies ocupadas por ellos mediante la siguiente ecuación:

$$E = ICEE \times S \quad (1)$$

Donde E es la electricidad consumida por el ij edificio del tipo i en el clima j, ICEE es el Índice ij de Consumo de Energía Eléctrica del edificio del tipo i en el clima j, y finalmente, S es la ij superficie ocupada por el tipo de edificio i en el clima j. En la Tabla 1, se pueden ver los ICEE empleados en el presente trabajo para los distintos tipos de edificios en las 3 regiones climáticas definidas.

Tabla 1 Índices de consumo de energía eléctrica empleados, por tipo de edificio y región climática (kWh/m²-año)

	Cálido seco	Cálido húmedo	Templado
Hoteles	325.4	281.0	155.3
Oficinas	167.8	199.7	109.6
Escuelas	169.8	98.2	40.5
Hospitales	460.3	393.4	218.5
Restaurantes	326.7	336.3	210.3
Comercios	191.9	229.3	115.9
Supermercados	403.2	443.1	334.8
Cine	242.8	242.8	242.8

Con base a la tabla anterior se puede realizar un costo aproximado dentro del caso de estudio. Para llevar a cabo conforme a lo establecido por la CONUEE se realiza lo siguiente:

Consumo de energía eléctrica: 40.5 kWh/m²- año

Área total del caso de estudio: 3,469.04 m²

Consumo aproximado del caso de estudio.

140,496.12 kWh- año

Consumo diario aproximado del caso de estudio.

384.92 kWh- día

II. Estudio teja solar

¿Qué es una teja fotovoltaica?

Una interesante apuesta sostenible, similar a los modelos convencionales. Las tejas o azulejos que incorporan mini paneles solares en su interior, de diversas formas y plantillas.

Evolución de la teja.

La teja es el revestimiento más antiguo empleado en cubiertas inclinadas, durante la vida sedentaria del hombre. A lo largo de la historia ha sufrido distintos procesos de evolución en distintas partes del mundo.

En estos momentos todavía se conservan tejas de hace más de 2.000 años, procedentes de China. A pesar de estos los Romanos fueron los primeros en aplicar la teja basándose en las cubiertas chinas en las que empleaban piezas cónicas de bambú solapadas formando canales y cobijas, solapadas y trabadas para evitar el deslizamiento, este diseño junto con gran tradición y empleo de la época en construcciones de barro, fue el que dio lugar al empleo de una variante de teja mixta como sistema para las cubiertas. Esta teja Romana estaba compuesta por la “Tégula” o parte plana y la parte redonda, llamada “Imbrix”. El perfeccionamiento histórico de este sistema es el que más adelante dará lugar a las tejas mixtas.

La teja romana coexistió a lo largo de la historia en la península ibérica con la teja árabe o curva, cuyo método de fabricación de esta última consistía en la formación de las piezas “Cobija” y “Canal” moldeando el barro sobre los muslos de los artesanos para dar forma a la teja; una vez obtenidas estas piezas, eran secadas al sol. Para la formación de estas piezas en sus inicios se empleaban mezclas de barro, paja e incluso ciertos excrementos de animales. La teja “Árabe o Curva”, dará lugar a las tejas de “Monja” y “Monje” de la Edad Media.

En 1840 los hermanos Gilardoni inventan las tejas con encaje en Altkirch, en el Alto Rin. El principio consiste en ganar superficie útil reemplazando el gran recubrimiento de los elementos entre ellos, que es necesario para asegurar la estanquidad de las tejas lisas y de las tejas canal, mediante un juego de pasos encajados. Estas tejas supusieron un avance histórico en la fabricación, puesto que se pasaron a realizar por una máquina, por lo que tomarán el nombre de “Tejas Mecánicas”. La teja de los hermanos Gilardoni era rectangular y grande, con un consumo de aproximadamente 15 piezas por m².

En 1848, Lartigue y Dumas incorporan un sistema de encaje a la teja canal tradicional. Es por tanto éste el nacimiento de la Teja Romana tal y como hoy se conoce. Rápidamente otros fabricantes siguen esta vía con la llamada teja Meridional, con una ondulación menos acusada (perfil más bajo) y con encaje invertido.

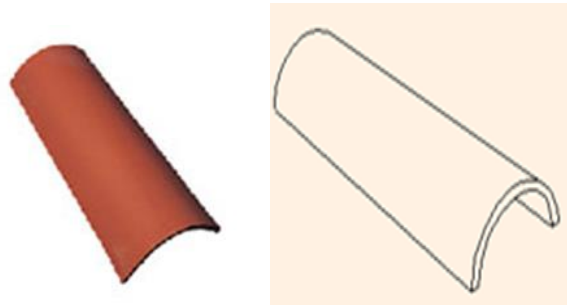
En los momentos más actuales de la historia de la teja, debido al imperante cambio de las exigencias del mercado y normativas, los avances que se producen, se centran en mejorar las calidades, acabados y durabilidad de la teja, ello conlleva nuevos sistemas de fabricación con procedimientos de mayor rigor en los procesos de diseño y amasado del barro (mezclas y tipos de arcilla), secado, cocción, paletizado y suministro. (CUBIERTAS.COM, 2016)

Tipos de teja. (AUTOPROMOTORE.COM, s.f.)

Tejas cerámicas

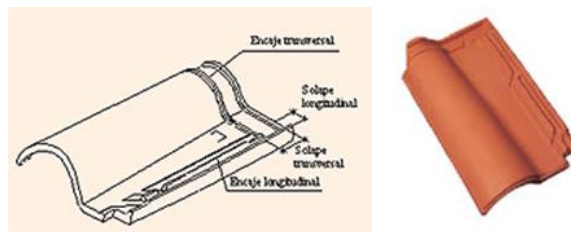
Teja Curva:

Las tejas curvas son elementos de cobertura en forma de canalón, cuyo diseño permite obtener valores variables de solape entre las piezas. Los bordes pueden ser paralelos o convergentes.



Teja cerámica mixta y plana:

Son elementos de cobertura con un perfil curvo y plano (teja mixta), o con un perfil plano (teja plana), que pueden tener un sistema de encaje longitudinal y transversal, simple o múltiple, para el ensamblaje estanco de las piezas contiguas en filas verticales e hiladas horizontales.



Teja solar

En el caso de que las tejas vayan a ir calvadas, llevarán junto a su borde superior uno o varios orificios premarcados, que deberán taladrarse cuando proceda con una broca de carburo de wolframio (widia), sin deterioro de la teja. (TEJAS HISPALYT, s.f.)

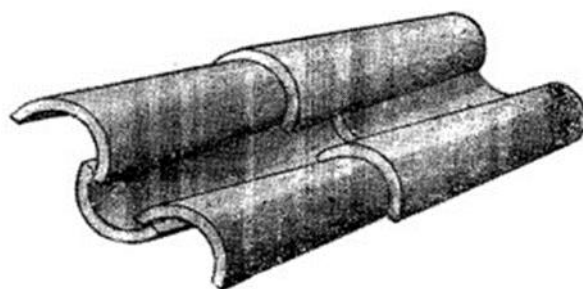
Tejas de Barro

He aquí una interesante industria casera: se trata de la fabricación de tejas de barro cocinadas al horno; el procedimiento es completamente simple y barato.

Prepárese un molde de madera de la siguiente medida exterior: largo 0,60, ancho 0,30 y espesor 15 mms; una tabla de 3/4" de espesor bien cepillada puede servir muy bien para tal objeto.

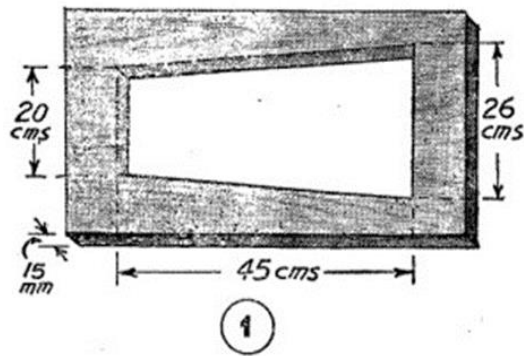
En el centro de la tabla hágase un calado trapezoidal exactamente en la forma indicada en la figura 1; este trapecio debe tener las siguientes medidas: base mayor 0,26, base menor 0,20, largo 0,45.

A continuación, hágase un molde también de madera empleando dos tablas, una para la base del molde y la otra para el macho que forma la curvatura de la parte interna de la teja.



Cómo hacer tejas de barro 1

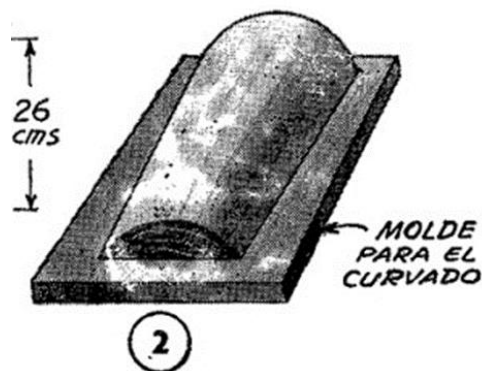
El procedimiento del curvado es muy sencillo; se tomará una teja corriente cuyo desarrollo interno corresponderá a la medida antes indicada; en ambos extremos de la madera a curvar se efectuará la marca correspondiente con ayuda de un lápiz, luego con un formón y una raspa gruesa primero y fina después se redondea la superficie a la marea indicada con el lápiz.



Cómo hacer tejas de barro 2

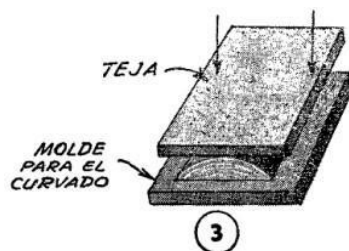
Preparación del barro:

Hágase una fosa de las siguientes medidas: largo 1 m., ancho 0,70, profundidad 0,80. La tierra extraída de esta fosa se desmenuza con todo cuidado; un trabajo fácil es hacerla pasar a través de un tamiz apropiado y de manera que la misma quede completamente pulverizada. El fondo de la fosa debe ser apisonada de manera que ofrezca cierta resistencia e impermeabilidad; terminado esto se vuelca en la fosa unas cuantas paladas de tierra pulverizada, luego tres o cuatro baldes de agua, después otras tantas paladas de tierra y otros, tantos baldes de agua y así sucesivamente.



Cómo hacer tejas de barro 3

Cuando la fosa se encuentre más o menos llena se procede a revolver el barro con ayuda de una azada; este trabajo debe efectuarse con toda precaución de manera que el barro se compacte, íntimamente y presente un aspecto lechoso y consistente. Una vez obtenido esto, lo cual se logra después de un buen período de amasado, se cubre con agua hasta que el líquido cubra totalmente la fosa, a continuación, se cubre la misma con tablas o ramas apropiadas y se deja en estas condiciones por espacio de dos o tres días y según las condiciones climatéricas, todos los días se observa la fosa cuidando que el barro se mantenga en forma sumamente pastosa, si es posible se mantendrá en su superficie una leve capa de agua. Esto se hace con el solo objeto de decantar el barro de los posibles granos de arena que pueda contener, al término de lo cual el barro queda en condiciones para su moldeo respectivo, lo que se conoce por su forma pastosa.



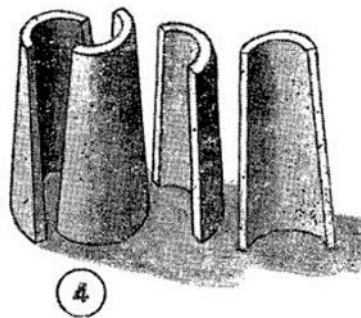
Cómo hacer tejas de barro 4

Fabricación de la teja:

Tómese una porción de barro con ayuda de una cuchara de albañil, aplíquese en el molde, figura 1, el cual estará apoyado sobre una mesa plana y aplástese el barro de manera que su moldeo sea compacto. Efectuado esto se extrae el molde con ambas manos, dejando sobre la mesa el barro ya moldeado en forma trapezoidal. La pieza tratada en esta forma se deja orear por espacio de 15 a 20 minutos y según la temperatura ambiente, pero mientras tanto el operador continuará haciendo otras piezas.

Curvado:

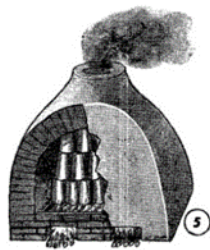
Tómese la pieza oreada y colóquese sobre el molde en la forma indicada en la figura 3 (obsérvense las flechas). Tales flechas indican que el operador presionará levemente con las manos sobre el block de barro para hacer que la misma se adapte a la curvatura del molde. Si en este caso se notara alguna fisura, mójese levemente la pieza de barro, ello será suficiente para hacerla desaparecer; las tejas así tratadas se colocarán sobre una superficie plana en la forma indicada en la figura 4, en estas condiciones se dejarán secar exponiéndolas al aire y al sol por espacio de uno o dos días al cabo de los cuales se procede al horneado respectivo.



Cómo hacer tejas de barro 5

El horneado se verifica dentro de un horno como el representado en la figura 5. Las tejas deben colocarse en el interior del mismo en la forma representada en la figura 4, vale decir el piso del horno debe poseer un rejado de hierro o mampostería de manera que las lenguas de fuego que se producen debajo de la misma pasen a través de las tejas apiladas en la forma indicada.

El horneado debe ser lento porque de lo contrario la contracción violenta del material a tratar hace que las mismas se quiebren con facilidad.



Cómo hacer tejas de barro 6

Tejas solares.

Su principio de funcionamiento es básicamente el mismo que el de las placas fotovoltaicas y térmicas. Solo que en este caso son mucho más discretas. Los vamos a mostrar cómo son las diferentes opciones y las ventajas y desventajas que tiene esta tecnología.

Las tejas solares son un gran aporte al mundo de las energías no contaminantes, pero hemos de reconocer que distan mucho de ser perfectas.

Figura 25 TechTile con Plexiglas



Fuente: varios fabricantes de estas tejas solares (M.C., 2016)

Figura 26 Tegolasolare



Fuente: varios fabricantes de estas tejas solares (M.C., 2016)

Figura 27 SolTech Energy



Fuente: varios fabricantes de estas tejas solares (M.C., 2016)

Figura 28 C21t



Fuente: varios fabricantes de estas tejas solares (M.C., 2016)

Ventajas:

- Se adaptan mucho mejor a la estética de nuestro hogar
- Ahorran dinero en las facturas de luz y gas
- Si instalamos las suficientes podemos incluso cubrir nuestras necesidades energéticas
- Podemos recuperar parte de la inversión revendiendo automáticamente el excedente energético
- La energía que generemos se almacena en baterías
- Si una teja se rompe la podemos cambiar sin que esto afecte al resto
- Su instalación es prácticamente idéntica a la de las tejas normales
- Pueden colocarse en cualquier tipo de techos

Inconvenientes:

- Son más caras que los paneles solares
- Esto hace que la inversión inicial sea elevada
- Todavía es una tecnología en desarrollo y hay poca gente que esté especializada en ellas
- Son más difíciles de limpiar que los paneles solares
- No pueden moverse para orientarlas mejor hacia el sol

1.4 Resultados

Cada teja solar está rellena con cuatro celdas solares fotovoltaicas, capaces de producir 3 kW de energía cada 40 m² de área instalada. Según el fabricante es más que suficiente para satisfacer la demanda energética de una casa media. Su instalación es muy simple, como cualquier otro tejado.

El sistema encargado de convertir la energía del sol capturada por las tejas en electricidad está completamente oculto detrás de la cubierta, en el ático de la casa, para no comprometer la estética.

El único inconveniente para la popularización del producto es el costo, que es mayor que el de las placas solares convencionales. La diferencia, sin embargo, puede ser compensada con el tiempo por la reducción en la factura eléctrica.

Un tejado con orientación sur, con tamaño de 18 metros cuadrados y ángulo de inclinación de 30° puede producir hasta 1.650 kilovatios-hora al año.

Para calcular cual es el porcentaje que se ahorra se realizó lo siguiente:

Teja solar:

40 m² genera 3 KWh de electricidad.

Consumo diario aproximado del caso de estudio:

384.92 kWh- día

Área total del caso de estudio: 3,469.04 m²

Área total para utilizar:

5,132.2 m²

Porcentaje para reducir:

67.60%

1.5 Conclusión

El resultado emitido por el cálculo realizado se determina que la transferencia de calor por conducción y radiación del edificio de referencia y el proyectado es permitido por la norma, identificando un incremento del 36.7% en comparación con el edificio de referencia.

Con el presente análisis la conducción es de -2128.63 comparándolo con el de referencia que nos marca -20147.85, el cual la conducción es permisible, indicando que el edificio analizado cumple con la NOM-008-ENER-2001.

Este resultado es suficientemente para implementar un sistema fotovoltaico innovador como es el caso de las tejas solares para el ahorro de consumo energético y al mismo tiempo dar una dirección de la arquitectura bioclimática dentro de la institución, a nivel local. Así mismo contar con múltiples ventajas sobre la implementación de estos sistemas que en la actualidad es una problemática así el medio ambiente, por tal situación es necesario llevar buenas prácticas como el caso de estudio dentro de la arquitectura. En el caso de estudio se logró ahorrar un 67.60% del total de consumo diario, esto en un edificio educativo, se quiere lograr la implementación en casas habitacionales donde el porcentaje sea del 100% así como el uso de energías sustentables.

Figura 29 Perspectiva del edificio analizado



Fuente: Autoría propia

1.6 Referencias

Arquitecturasana. (31 de julio de 2006). arquitecturasana. Obtenido de <https://www.arquitecturasana.com/arquitectura-bioclimatica/>

AUTOPROMOTORE.COM. (s.f.). AUTOPROMOTORES. Obtenido de AUTOPROMOTORES: <https://www.autopromotores.com/construccion/tipos-de-tejas/>

Calderón, N. (1 de agosto de 2018). 360enconcreto. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/envolvente-en-edificacion>

crrarquitectos. (s.f.). <http://www.crrarquitectos.com/innovacion/eficiencia-energetica.php>.

coneval. (2010). SEDESOL. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/SEDESOL/Hidalgo_029.pdf

CONUEE. (2017). SENER. Obtenido de <http://www.gob.mx/sener>

CONUEE. (Abril de 2019). Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/455552/cuaderno3nvociclo_2.pdf

CUBIERTAS.COM. (14 de 01 de 2016). CUBIERTAS.COM.ES. Obtenido de CUBIERTAS.COM.ES: <https://cubiertas.com.es/historia-la-teja-y-su-desarrollo-cronologico/>

Díaz, P. L. (s.f.). COMO HACER.INFO. Obtenido de COMO HACER.INFO: <http://www.comohacer.info/como-hacer-tejas-de-barro/>

M.C., J. (21 de junio de 2016). lavozdelmuro. Obtenido de <https://lavozdelmuro.net/sabes-lo-que-son-las-tejas-solares-pueden-ahorrarte-mucho-dinero/>

Macias, B. S.-M. (23 de mayo de 2014). EcoHabitar. Obtenido de <http://www.ecohabitar.org/guest-author/benito-sanchez-montanes-macias/>

NOM-008-ENER-2001. (07 de junio de 2017). Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. Obtenido de www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/herramienta-calculo-nom_008

TEJAS HISPALYT. (s.f.). TEJAS HISPALYT. Obtenido de TEJAS HISPALYT: https://www.tejaceramica.com/reportaje.asp?id_rep=14

Unknown. (22 de Abril de 2013). Obtenido de <http://leonardoqta03.blogspot.com/2013/04/que-es-autocad-y-para-que-nos-sirve.html?m=1>

WIKIPEDIA. (10 de Septiembre de 2019). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/SketchUp>.

Capítulo 2 Diseño y aplicación de impermeabilizante a base de mucilago de nopal (*Opuntia ficus-indica*)

Chapter 2 Design and application of waterproofing based on cactus mucilage (*Opuntia ficus-indica*)

RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos†*, SERRANO-ARELLANO, Juan´ y VELAZQUEZ-LUCHO, Karla María´´

´División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

´´División de Ingeniería en Energías Renovables, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

ID 1^{er} Autor: *Juan Carlos, Rodríguez-Urbe* / **CVU CONACYT-ID:** 166235

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 2^{do} Coautor: *Karla, María Velázquez-Lucho* / **CVU CONACYT ID:** 415160

DOI: 10.35429/H.2021.14.1.25.34

J. Rodríguez, J. Serrano y K. Velázquez

* jcrodriguez@iteshu.edu.mx

J. Serrano, J. Rodríguez, Z. Trejo, K. Velázquez, J. Marmolejo, D. Pineda. (AA. VV.) *Arquitectura y sustentabilidad. Handbooks-©ECORFAN-México, Hidalgo, 2021.*

Resumen

A partir del impacto de los cambios climáticos como son las lluvias intensas, se desprende nuestra preocupación ante este escenario, ya que proponemos una alternativa de solución para las cubiertas de viviendas las cuales son muy vulnerables frente a la interacción directa con el agua producto de fuertes lluvias que provoca un daño grave y progresivo, hay antecedentes de morteros tradicionales de origen natural orgánicos, los cuales su uso supone resultados eficientes en los aspectos de sustentabilidad, técnicos y económicos, presentándose como una mejor opción para el usuario, por lo tanto, nuestro planteamiento para diseñar un mortero con base a mucilago de nopal es primordial, para que con su aplicación contribuya al logro de una mayor vida útil de la cubiertas que conforman las viviendas. En este caso se realizará el diseño del estudio experimental, para lo cual a partir de la extracción de la baba de nopal (mucilago) y su caracterización se establecen diversas dosificaciones junto con otros materiales para determinar el mejor desempeño de la dosificación para impermeabilización. Una vez establecida la campaña experimental se lleva a cabo la construcción de probetas en donde se aplica el impermeabilizante y con ello se lleva a cabo un monitoreo de la filtración de agua en el elemento estructural.

Impermeabilización, Sustentabilidad, Materiales

Abstract

Based on the impact of climate changes such as heavy rains, our concern in this scenario arises, since we propose an alternative solution for the roofs of houses which are very vulnerable to direct interaction with water caused by strong rains that causes serious and progressive damage, there is a history of traditional mortars of natural organic origin, whose use implies efficient results in sustainability, technical and economic aspects, presenting itself as a better option for the user, therefore, our The approach to designing a mortar based on nopal mucilage is essential, so that with its application it contributes to the achievement of a longer useful life of the roofs that make up the homes. In this case, the design of the experimental study will be carried out, for which from the extraction of the nopal slime (mucilage) and its characterization in various dosages together with other materials to determine the best performance of the dosage for waterproofing. Once the experimental campaign is established, the construction of test tubes where the waterproofing is applied is carried out and with this a monitoring of the water seepage in the structural element is carried out.

Waterproofing, Sustainability, Materials

2.1 Introducción

Desde la antigüedad el hombre ha buscado refugio y protección contra los elementos. Sin embargo, aun hoy en día, después de siglos de avances tecnológicos en materiales y técnicas de construcción, sin embargo, el hombre todavía se enfrenta a elementos de la naturaleza que dañan sus refugios construidos. Los impermeabilizantes son sustancias que cortan el paso del agua, impidiendo su paso, y son usados para cubrir materiales que deben permanecer secos. Su funcionamiento es eliminar o reducir la porosidad del material, llenando filtraciones y aislando la humedad.

Los problemas de impermeabilización se siguen presentando debido a la creciente complejidad de los sistemas construcción, y también por la desatención por la mayoría de los principios básicos de impermeabilización, y una incapacidad para coordinar la interconexión entre la multitud de sistemas constructivos involucrados en un solo edificio.

Controlar adecuadamente las aguas subterráneas, el agua de lluvia y aguas superficiales evitan daños y evita reparaciones innecesarias a la construcción. De hecho, el agua es el agente erosionante más destructivo para los materiales de construcción. El agua continúa dañando y destruyendo por completo más edificios y estructuras que la guerra o desastres naturales. El agua y la infiltración de humedad también son responsables de la formación de moho y los problemas de salud de los usuarios de las construcciones.

La impermeabilización también implica elegir diseños y materiales adecuados para contrarrestar los efectos perjudiciales de estas naturales fuerzas. Las obras de construcción requieren la combinación de sistemas constructivos para evitar la infiltración de agua.

Las incapacidades para unir estos diversos componentes han logrado que la mayoría de los problemas de agua causen grandes problemas. Actualmente la experiencia ha demostrado que la mayoría de los problemas de infiltración de agua se producen en un tiempo relativamente pequeño y afectan el área total de la superficie expuesta de un edificio. La incapacidad para controlar los componentes de una solución de impermeabilización integral crea una multitud de problemas que enfrenta el diseño y construcción de una vivienda (Canales,2016) [1].

Los impermeabilizantes son sustancias que cortan el paso del agua, impidiendo su paso, y son usados para cubrir materiales que deben permanecer secos. Su funcionamiento es eliminar o reducir la porosidad del material, llenando filtraciones y aislando la humedad. (Kubal,2008) [2].

Hoy en día a nivel nacional y regional, no se da tanta importancia a la investigación en torno a la utilización de recursos naturales como es el mucilago de nopal entre otros, estos productos naturales que tienen propiedades muy interesantes que se pueden usar en el ámbito de la construcción que ayudarían a mejorar las propiedades físicas y químicas de los materiales que son usados en las edificaciones, estos recursos son más usados en la medicina natural, dadas las condiciones climatológicas del país y las facilidades para su cultivo (Vargas et al, 2016) [3].

Los impermeabilizantes son de origen tradicional natural o sintético. En los naturales tenemos los de mezclas con Cal y piedra alumbre y, dentro de los sintéticos, el uso de derivados del petróleo. Existen varios tipos de impermeabilizantes, pero hoy en día el más buscado es el impermeabilizante acrílico, por su perdurabilidad y por ser completamente atóxico, por lo que puede ser usado en cualquier ambiente. Existen diferentes tipos de impermeabilizantes, los más recomendados son aquellos de alta calidad, durables, y con acabado estético.

Para los habitantes de una vivienda, la decisión de aplicar algún tipo de impermeabilizante varía dependiendo de la superficie, el costo, la durabilidad, la aplicación y la garantía, ello hace que muchas veces esta misma los lleve a tomar una decisión imprecisa e inclusive el no aplicar ningún tratamiento, si no se tiene la información adecuada antes de tomar la decisión. (Simba, 2007) [4].

En México el problema del deterioro de la vivienda obedece principalmente a las siguientes causas: A. la estructura ocupacional y de ingresos de la población B. Al crecimiento demográfico C. A la especulación sobre los elementos que componen la vivienda (tierra y materiales).

A continuación, en la Tabla 1 se muestra los materiales empleados en la conformación de las cubiertas de viviendas en México de acuerdo al censo de INEGI 2015 [5].

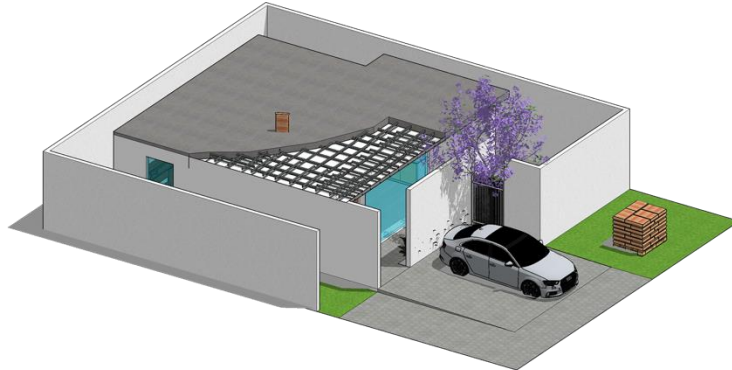
Tabla 1 Materiales empleados en la conformación de los techos (cubiertas) en México

Material de construcción predominante en techos	Porcentaje (%)
Losa de concreto o viguetas con bovedilla	75.3
Lámina de fibrocemento ondulada (techo fijo)	0.1
Palma o paja	0.4
Madera o tejamanil	2.3
Terrado con vigería	0.5
Teja	2.2
Material de desecho	0.3
Lámina de Cartón	1.2
Lámina metálica	13.0
Lámina de asbesto	4.7

Fuente: Censo INEGI, 2015

Para los habitantes de una vivienda, la decisión de aplicar algún tipo de impermeabilizante varía dependiendo de la superficie, el costo, la durabilidad, la aplicación y la garantía, ello hace que muchas veces esta misma los lleve a tomar una decisión imprecisa e inclusive el no aplicar ningún tratamiento, si no se tiene la información adecuada antes de tomar la decisión. En la Figura 1 observamos el modelo conceptual de cubierta de vivienda con impermeabilizante.

Figura 1 Modelo conceptual de cubierta de vivienda con impermeabilizante



Fuente: Autoría propia

2.2 Metodología para desarrollar

La principal función de un impermeabilizante es su capacidad de evitar la filtración de agua y humedad a través de materiales con los que integra una edificación, así se analiza la influencia de mezclas de impermeabilizantes elaborados en laboratorio con componentes tradicionales en probetas.

La propiedad para analizar en los ensayos es la permeabilidad/filtración.

El diseño experimental se llevó a cabo con mezclas de impermeabilizantes tradicionales elaborados en laboratorio. El impermeabilizante tradicional con base a cal es el que emplearemos para el desarrollo de la presente investigación.

El proceso del diseño experimental se divide en las siguientes etapas, la primera etapa consiste en elaborar probetas de concreto ya que es el material más utilizados en los elementos estructurales que conforman la cubierta de viviendas, la siguiente etapa consiste en la elaboración y dosificación de los impermeabilizantes tradicionales (a base de cal) que emplearemos en los ensayos para continuar con el proceso de aplicar los impermeabilizantes tradicionales en las probetas previamente fabricadas con el objetivo de someterlas a ensayos de permeabilidad para identificar el impermeabilizante con mejor desempeño ante la filtración.

Etapas 1. Elaboración de probetas (concreto)

La cubierta es la parte del edificio más expuesta a las incidencias de agentes climáticos como lo es la lluvia, por ende, la trascendencia de protección de este elemento estructural por medio de la impermeabilización.

Se fabricaron en el laboratorio probetas de concreto dado que es el material más empleado para la construcción de cubiertas en viviendas. Las dimensiones de las probetas fueron elegidas por la necesidad de manejo adecuado en laboratorio. La Figura 2 muestra la elaboración de probetas de concreto.

Figura 2 Elaboración de probetas (concreto) para ensaye de impermeabilizante



Fuente: Autoría propia

Etapa 2. Dosificación de impermeabilizante tradicional con base de cal y mucilago

Para fabricar el impermeabilizante tradicional a base de cal se elaboró en laboratorio una mezcla de agua, cal, cemento blanco y con una dosificación resultante por medio de los volúmenes y pesos volumétricos de los materiales que se emplearon. En la Figura 3 identificamos el proceso de dosificación del impermeabilizante tradicional a base de cal.

Figura 3 Dosificación de impermeabilizante tradicional a base de cal



Fuente: Autoría propia

Asimismo, se estableció una dosificación del impermeabilizante tradicional con base a cal y mucilago. En la Figura 4 muestra los componentes del impermeabilizante con base a cal y mucilago.

Figura 4 Componentes de impermeabilizante tradicional con base a cal y mucilago



Fuente: Autoría propia

Extracción del mucilago de nopal. Se describe a continuación la metodología de extracción del mucilago de nopal.

Para dar comienzo con la extracción de mucilago de nopal acudimos dentro de la zona semidesértica de Huichapan Hidalgo, donde encontramos gran variedad de nopales de diferentes especies (opuntia) generalmente comestibles.

La Figura 5 muestra nopales de la clase (opuntia) de penca grande como mediana en un ambiente semidesértico dentro de la zona. Se recolectaron varias pencas con el objetivo de extraer la cantidad suficiente de mucilago que emplearemos en la etapa experimental.

Figura 5 Selección y corte de nopal



Fuente: Autoría propia

Posterior a la recolección de pencas de nopal, se limpiaron con agua y con una herramienta de corte (cuchillo) se les eliminó las espinas. Una vez que las pencas de nopal fueron cortadas en cuadros y se depositaron en un recipiente con agua durante un tiempo de 24 horas. En la Figura 6 identificamos el proceso de corte del nopal.

Figura 6 Corte del nopal en pequeñas fracciones



Fuente: Autoría propia

Después de dejar remojar los cuadros de nopal en un recipiente, con ayuda de un colador se separará el mucilago de nopal como observamos en la Figura 7.

Figura 7 Proceso de separación del mucilago de nopal



Fuente: Autoría propia

A partir de este punto separamos el mucilago de nopal el cual será almacenado por medio de recipientes. La Figura 8 muestra tanto mucilago de nopal obtenido después del proceso de colado como los recipientes con mucilago de nopal.

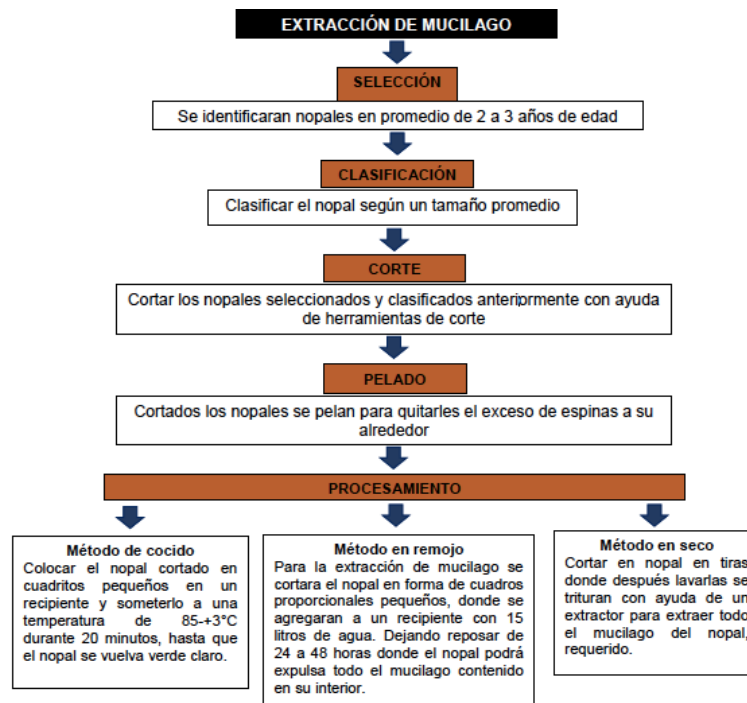
Figura 8 Mucilago de nopal en recipientes



Fuente: Autoría propia

La Figura 9 muestra la síntesis metodológica para la extracción del mucilago de nopal.

Figura 9 Metodología de extracción de mucilago de nopal



Fuente: Autoría propia

Etapa 3. Aplicación de los impermeabilizantes tradicionales elaborados en probetas

Se aplicaron los impermeabilizantes a las probetas previamente elaboradas. Se limpiaron previamente las probetas con el objetivo de contar con superficie homogénea para aplicar el impermeabilizante. El impermeabilizante se aplicó por medio de una brocha en tres capas. En la Figura 10 muestra el proceso de aplicación de impermeabilizante en las probetas.

Figura 10 Impermeabilizantes aplicados en las probetas



Fuente: Autoría propia

Etapa 4. Monitoreo de filtración en probetas

Con la ayuda de inyectores se aplicó una cantidad de agua sobre la superficie de las probetas con el objetivo de medir la permeabilidad del sistema. El monitoreo de la filtración consistió en monitorear en un tiempo (t) la cantidad de agua que se filtró de la cara superior de la probeta a su cara inferior. En la Figura 11 observamos la colocación de agua en las probetas por medio de los inyectores.

Figura 11 Monitoreo de filtración en probetas

Fuente: Autoría propia

2.3 Resultados

Los resultados que se obtuvieron a partir del ensayo de filtración/permeabilidad en las probetas de concreto son los siguientes:

Tabla 2 Resultados de los ensayos de filtración

Impermeabilizante	Cantidad de agua agregada	Filtración después de 6 horas	Filtración después de 12 horas	Filtración después de 24 horas	Total, de mililitros
Probeta Impermeabilizante a base de cal	50 mililitros	1.2 mililitros	1.8 mililitros	2.1 mililitros	5.1 mililitros
Probeta Impermeabilizante a base de cal + mucilago	50 mililitros	1.1 mililitros	2.0 mililitros	2.3 mililitros	5.4 mililitros
Probeta sin Impermeabilizante	50 mililitros	5 mililitros	8.3 mililitros	9.2 mililitros	22.5 mililitros

Fuente: Autoría propia

2.4 Agradecimientos

Igualmente deseo agradecer el apoyo brindado por los estudiantes del ITESHU, C. VILLEDA-VILLEDA, Susana, C. PEREZ-IRINEO, Omar & C. CRISTINO-PERALES, María Guadalupe para el desarrollo de la presente investigación.

2.5 Conclusiones

La humedad dentro de la vivienda causa un alto impacto los usuarios desde el punto de vista de salud, económico y de confort. Hoy en día identificamos en el mercado una gran variedad de impermeabilizantes industrializados que por su alto costo y su impacto negativo al ambiente se cuestiona su uso.

De la presente investigación destacamos los siguientes puntos a manera de conclusión del desempeño ante la filtración de agua/humedad del impermeabilizante a base de mucilago de nopal: muy buen comportamiento del impermeabilizante ante la filtración de agua, bajo costo, rapidez de aplicación, el secado y contribuye con el medio ambiente contaminación.

Se debe continuar fortaleciendo el escenario de investigación de los procedimientos actuales de impermeabilización el desempeño ante la filtración en distintos materiales y geometría que conforman a la cubierta.

2.6 Referencias

- [1] Espinoza Canales, A. (2016). Caracterización técnica-económica para la implementación de impermeabilizantes naturales en vivienda de autoconstrucción, popular y de interés social.
- [2] Kubal, M. T. (2008). Construction waterproofing handbook.
- [3] Vargas-Rodríguez, L., Figueroa, G. A., Méndez, C. H. H., Nieto, A. P., Vieyra, M. I. G., & Núñez, J. R. R. (2016). Propiedades físicas del mucílago de nopal. *Acta Universitaria*, 26(1), 8-11.
- [4] Simba Cumbajin, E. S. (2007). La impermeabilización en construcciones nuevas y existentes (Bachelor's thesis, QUITO/EPN/2007).
- [5] INEGI. 2015b. Encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares (2014). Módulo de condiciones socioeconómicas 2014: microdatos. Módulo de bienestar autorreportado 2014: microdatos. México: INEGI.

Capítulo 3 Diseño y construcción de módulos de block no estructural incorporando el reciclaje de taparrosas

Chapter 3 Design and construction of non-structural block modules incorporating the recycling of taparrosas

BADILLO-ÁNGELES, Sergio´, TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth†* and VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María´´

´División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

´´División de Ingeniería en Energías Renovables, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

ID 1^{er} Coautor: *Sergio, Badillo-Ángeles*

ID 1^{er} Coautor: *Zaira Betzabeth, Trejo-Torres* / **CVU CONACYT ID:** 774137

ID 2^{do} Coautor: *Karla María, Velázquez-Lucho* / **CVU CONACYT ID:** 415160

DOI: 10.35429/H.2021.14.1.35.45

S. Badillo, Z. Trejo and K. Velázquez

* ztrejo@iteshu.edu.mx

J. Serrano, J. Rodríguez, Z. Trejo, K. Velázquez, J. Marmolejo, D. Pineda. (AA. VV.) *Arquitectura y sustentabilidad. Handbooks-©ECORFAN-México, Hidalgo, 2021.*

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo reportar el diseño y la construcción de bloques de concreto no estructural incorporando taparrosas de botellas de tereftalato de polietileno (PET) como material de sustitución del granzón, ya que éstas taparrosas pueden ser incorporadas si están aplastadas o trituradas en partículas más pequeñas (aproximadas a 1cm), lo que permitirá mejorar el block, dando una textura diferente al mismo. Gracias a las propiedades del plástico, este block alternativo podrá ser más ligero que el block tradicional, considerándolo como block no estructural, mismo que puede ser implementado como muros divisorios en las diversas construcciones dentro del ámbito de la arquitectura. Partiendo de que tiene una gran variedad de aplicaciones, esto conllevaría a reducir los costos de producción de este. Por otra parte, es de suma importancia caracterizar el block y para esto es necesario llevar a cabo pruebas térmicas, acústicas y de resistencia. Con respecto a este último, la resistencia a la compresión del block ecológico es una de las metas más importantes del prototipo ya que debe de regirse a la normatividad estipulada por la MNX-C-441-ONNCCE-2013. Además, el plástico genera un buen aislamiento térmico y su tiempo de degradación se estima entre 200 y 300 años, lo que garantiza una vivienda de gran durabilidad a través del tiempo.

Resistencia, Reciclaje, Materiales

Abstract

The present research aims to report the design and construction of non-structural concrete blocks incorporating caps from polyethylene terephthalate (PET) bottles as a replacement material for granzón, since these caps can be incorporated if they are crushed or crushed into particles. smaller (approximately 1 cm), which will improve the block, giving it a different texture. Thanks to the properties of plastic, this alternative block may be lighter than the traditional block, considering it as a non-structural block, which can be implemented as dividing walls in the various constructions within the field of architecture. Given that it has a wide variety of applications, this would lead to reducing its production costs. On the other hand, it is very important to characterize the block and for this it is necessary to carry out thermal, acoustic and resistance tests. Regarding the latter, the compressive strength of the ecological block is one of the most important goals of the prototype since it must abide by the regulations stipulated by the MNX-C-441-ONNCCE-2013. In addition, plastic generates good thermal insulation, and its degradation time is estimated between 200 and 300 years, which guarantees a highly durable home over time.

Resistance, Recycling, Materials

3.1 Introducción

Este prototipo parte de la necesidad que se tiene en la actualidad, de disminuir los índices de contaminación en nuestro entorno, ya que una de las principales causas de contaminación son las botellas de PET, las cuales son arrojadas a la superficie terrestre en general llegando hasta mar, afectando no solo la vida terrestre, sino la marina, pues éste es un material no biodegradable y puede tardar hasta mil años en desintegrarse. Hoy en día lo que se hace con este tipo de material en nuestro país, es recolectarlo y las personas encargadas de ello, reciben una remuneración económica al llevarlo con un intermediario, quien, a su vez, lo ofrecerá al sector privado, quienes encontrarán un segundo uso para su posterior venta a o el mismo reciclaje de botellas de PET.

De acuerdo con Ortiz (2019) el PET sigue siendo el poliéster más común en el envasado y el almacenamiento con alimentos.

Figura 1 Taparrosas de botellas de Pet

Fuente: Autoría propia

El PET cuenta con características físicas importantes, pues es ligero, resistente, transparente, estético, seguro, inocuo, presenta facilidad de almacenamiento y es reciclable. Tiene ventajas, principalmente por la adaptación apropiada que requiere el mercado, bajos costos de producción, aunque, el aumento en el consumo incrementa el uso de materia prima para la producción de nuevos envases, ocasionando un problema ambiental por el empleo excesivo de recursos naturales y, por ende, el incremento de los residuos (Sánchez y Bravo, 2013).

Una vez desechado el PET se acumula en lugares públicos (ver figura 1), rellenos sanitarios o tiraderos, obedeciendo a un mal manejo (Da Rosa, Michelin y Campomanes, 2011). Con el pasar del tiempo genera un impacto negativo al ambiente, sin importar la etapa del ciclo de vida en el que se encuentre. El impacto se puede dar desde el agotamiento de recursos naturales no renovables hasta la emisión de contaminantes a la atmosfera. Por lo anterior, el reciclaje hace parte de las múltiples opciones para minimizar y contrarrestar dichos daños. Una vez es desechado es necesario separar, recolectar, trasladar y disponer para reciclaje (Vásquez et al., 2013).

De acuerdo con la publicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en México (Ley de Prevención, 2018), se define a los residuos de la siguiente forma: “son materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentran en estado sólido o semisólido, líquido o gaseoso”. También son clasificados en residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos. Esta misma Ley define que los residuos sólidos urbanos (RSU) son los que se “generan en las casas habitación, que resultan de la eliminación de materiales que se utilizan en actividades domésticas, establecimientos o vías públicas”. Entre los RSU se encuentran los plásticos, llamados normalmente “polímeros”, son productos orgánicos a base de carbono y cadenas de moléculas (Góngora, 2014); entre los derivados o categorías se encuentra el polietileno tereftalato (PET), este es utilizado en actividades productivas como la construcción, la agricultura, las comunicaciones, el transporte, ganadería y el comercio local, principalmente cumpliendo funciones de envase y embalaje, entre otras.

Atendiendo la problemática de los crecientes desechos de PET, la búsqueda por darle un nuevo uso, de alto impacto y calidad, se vuelve más necesario. Un sector que representa área de oportunidad es el de las edificaciones. De acuerdo con Franco en (2018) el bloque de cemento se define como un material prefabricado que se utiliza principalmente para construir muros. Al igual que los ladrillos comunes, los bloques funcionan en conjunto al apilarse y al unirse con mortero (generalmente por cemento, arena y agua).

Aunque los primeros bloques –masificados a comienzos de 1900– eran fabricados a mano, actualmente es un material que se produce de forma automatizada, elaborando miles de bloques por hora. Sin embargo, al no necesitar de cocción, cada unidad puede ser fabricada en obra por albañiles no especializados, entregando una ventaja que puede ser efectiva en ciertos casos.

Retomando la problemática anterior y considerando esta área de oportunidad en el campo de las edificaciones, el diseño y construcción del prototipo de bloque de concreto planteado en esta investigación, se realiza mediante la integración de un equipo de profesionistas expertos en el área, así como de estudiantes involucrados en la carrera de arquitectura, en colaboración con una empresa de producción de bloques de concreto de la zona.

Para esto se llevan a cabo diversas pruebas de dosificación de los materiales a emplear tales como; cemento portland tipo I, arena y la trituración de los taparrosas de PET. También se ha considerado el tiempo de secado a la sombra del prototipo. Una vez transcurrido el tiempo correspondiente, se requiere de la realización de las pruebas de resistencias las cuales se desarrollan con base en la Norma Oficial NMX-C-441-ONNCCE-2011, dichas pruebas son realizadas en un laboratorio de materiales certificado, y se requiere de la realización de estas pruebas, a los 7, 14 y 28 días después de la elaboración. Si el prototipo logra la resistencia esperada se continúa con el análisis de costos de producción y análisis de peso volumétrico, de no ser así, se realizarán ajustes de dosificación en los materiales, posteriormente las pruebas y finalmente someter el prototipo a carga por compresión.

Se tomará en cuenta dos aspectos importantes, uno es la norma MNX-C-441-ONNCCE-2013, que como ya se dijo, permite conocer la resistencia establecida del bloque no estructural e identificar si cumple con los estándares de resistencia, indicando un mínimo de 28 kg/cm² en cuanto resistencia a la compresión, esto individualmente por pieza (bloque), y determinar las posibles mezclas a desarrollar para su futura construcción en serie e implementación en campo dependiendo del resultado obtenido.

Cuando se tiene un resultado fallido, se procede a realizar más pruebas con diferentes mezclas y proporciones a las ya elaboradas en un principio, esto con el objetivo de llegar al resultado que se requiere para dicha norma.

El segundo punto, es la recolección de taparrosas de botellas de PET, ya que con esto se pretende ayudar al medio ambiente, enfocándose principalmente a la disminución de dichos residuos en la zona del valle del mezquital en el estado de Hidalgo.

Las medidas o dimensiones de los blocks de concreto más comunes se encuentran estandarizados en 12x20x40 cm, 13x20x40 cm y 14x20x40 cm, por lo que sigue este patrón en la presente investigación con la visión de plantear una implementación en muros divisorios que permita reducir el peso a la edificación y su costo de producción, así como el cumplimiento de la norma MNX-C-441-ONNCCE-2013.

3.2 Metodología a desarrollar

Se da inicio al proceso de investigación, el cual permite la obtención de resultados basados en la elaboración del bloque de concreto no estructural incorporando la trituración de los taparrosas del PET.

Este análisis se lleva a cabo desarrollando dos mezclas posibles, con la finalidad de obtener resultados variables, lo cual permitirá el desarrollo o propuestas para el cumplimiento de la normatividad aplicable para los bloques de concreto no estructural, tal como se observa en la Tabla 1 (Resistencia a la compresión por la MNX-C-441-ONNCCE)

Los productos objeto la presente norma deben cumplir los valores de resistencia a la compresión mínima que se debe de establecer. Estos valores mínimos pueden ser inferiores si el reglamento de construcciones local lo permite.

Tabla 1 Resistencia a la compresión

Tipo de pieza	Resistencia minima promedio N/mm ² (kgf/cm ²)	Resistencia minima individual N/mm ² (kgf/cm ²)
Bloques y tabicones	3.5 (35)	3.0 (28)
Tabique recocido	3.0 (30)	3.0 (25)
Tabique, ladrillo extruido	3.0 (30)	2.5 (25)
Celosía	2.5 (25)	2.0 (20)
Piezas hechas a mano	2.5 (25)	2.0 (20)

Fuente: MNX-C-441-ONNCCE-2013

Cabe mencionar que, en la tabla anterior de resistencia a la compresión, los prototipos a desarrollar deben de cumplir con una resistencia en los rangos de 35 kgf/cm² a 28kgf/cm², esto se logra determinar por medio de un laboratorio de materiales en donde se llevara a cabo el desarrollo de la prueba correspondiente.

Al conocer las materias primas que se utilizan para elaborar bloques de cemento, ahora se debe tomar en cuenta otra parte importante, la cantidad de material tal como se observa en la Tabla 2 (Proporciones con respecto a los materiales empleados).

Tabla 2 Proporciones de las materias prima

Cantidad	Mezcla m ³	Agua litros	Cemento	Arena	Grava
60 bloques	1	40	50 kg	150 kg	200 kg
120 bloques	2	80	100 kg	300 kg	400 kg
240 bloques	3	160	200 kg	600 kg	800 kg
480 bloques	4	320	400 kg	1200 kg	1600 kg
960 bloques	5	640	800 kg	2400 kg	3200 kg

Fuente de consulta:

Posteriormente a el establecimiento de los materiales y sus proporciones necesarias, se lleva a cabo la recolección de los taparrosas del PET, obtenida de diversos envases los cuales se consideran como Residuos Sólidos Urbanos, lo cual permite el desarrollo de la actividad del reciclaje correspondiente, como se observas en la Fig. 2, se obtienen taparrosas de diferentes tipos, colores y tamaños las cuales una vez recolectadas, se debe de realizar el proceso de trituración de estas.

Figura 2 Recolección de los taparrosas del PET

Fuente: Autoría propia

Una vez recolectadas las taparrosas del PET, se realiza el proceso de trituración de la misma el cual consiste en reducir el tamaño de las partículas de una sustancia por la molienda, con partículas menores a 1cm de espesor de cada pedazo de PET, esto permitirá la correcta adherencia del PET, a las demás materias primas utilizadas en la elaboración de los bloques de concreto, los cuales son cemento, arena, granzón (grava) y agua, como podemos observar en la Fig. 3 la obtención de la trituración de la taparrosas en un molino destinado para la trituración del maíz.

Figura 3 Obtención de la trituración de los taparrosas del PET



Fuente: Autoría propia

Avanzado el proceso de elaboración se continúa con el pesaje adecuado de las respectivas mezclas, esto para el desarrollo de los prototipos correspondientes, tal como se observa en la Fig. 4, del mismo modo un paso importante en el desarrollo es llevar a cabo la mezcla correspondiente para la integración de las materias primas a utilizar esto lo podemos determinar en la Fig. 5.

Figura 4 Pesaje de materia prima a utilizar



Fuente: Autoría propia

Figura 5 Integración de materiales a utilizar identificando la trituración de los taparrosas



Fuente: Autoría propia

Una vez obtenida la mezcla correspondiente se continua con el proceso de vaciado dentro del molde correspondiente del block de concreto, el cual estipula por normatividad las dimensiones correspondientes basadas en 40x20x14 cm, considerando un block no estructural, una vez en el molde se lleva a la prensa en donde se realiza la compresión y vibrado de los materiales, finalmente en la Fig. 6 podemos observar el proceso final que conlleva el block.

Figura 6 Obtención del prototipo



Fuente: Autoría propia

Es importante hacer notar que en un block ecológico no se considera el proceso de cocción ya que esto puede afectar la integración de la taparrosas de PET, por lo cual se decide que el proceso de secado del block se considerara a temperatura ambiente, identificando también un área de oportunidad en la reducción del proceso de cocción de los blocks, lo cual reduce la contaminación al medio ambiente, dicho proceso se puede observar en la Fig. 7, donde se realiza el almacenaje del block a temperatura ambiente.

Figura 7 Proceso de almacenamiento del prototipo



Fuente: Autoría propia

Una vez obtenidos los prototipos y avanzada la investigación se propone que los blocks secados a temperatura ambiente sean cubiertos con plástico, pues esto permitirá un efecto invernadero, generando mayor calor y que el proceso de secado se reduzca al menor tiempo posible como podemos observar en la Fig. 8.

Figura 8 Cubierta de block para su secado natural a 7, 14 y 28 días



Fuente: Autoría propia

Cabe mencionar que todo el proceso de desarrollo y construcción de los prototipos se desarrolló para blocks con una edad de 7, 14 y 28 días, que son las recomendadas por la normatividad MNX-C-441-ONNCCE-2013.

3.3 Resultados

Una vez desarrollados los prototipos y contabilizado el tiempo de edad desde su elaboración, se puede reportar una serie de características para cada prototipo, las cuales son descritas a continuación.

Prototipo 1. Este prototipo consta de lo siguiente:

- 1 kg de cemento.
- 5.500 kg de granzón o grava
- kg de arena

- 300gs de taparroasca

Peso de los prototipos

Como podemos observar en la tabla 3, se indican los pesos obtenidos del prototipo 1.

Tabla 3 Peso de los prototipos según su edad de elaboración

7 días	14 días	28 días
10.90 kg	10.85 kg	9.34 kg

Fuente: Autoría propia

Una vez caracterizados los pesos, posteriormente se lleva a cabo el proceso del estudio de resistencia a la compresión del block no estructural en un laboratorio de materiales certificado.

Como podemos observar en la Fig. 9 y 10, el proceso de resistencia a la compresión del prototipo se realiza mediante una maquina universal.

Figura 9 Cabeceo del block con sulfato



Fuente: Autoría propia

Figura 10 Realización de prueba a la compresión



Fuente: Autoría propia

Resistencia a la compresión del prototipo 1

Como podemos observar en la tabla 4, se reportan los resultados obtenidos por parte del laboratorio de materias en la resistencia a la compresión.

Tabla 4 Resistencia a la compresión. Prototipo 1

7 días	14 días	28 días
16.4 kgf/cm ²	16.8 kgf/cm ²	17.2 kgf/cm ²

Fuente: Autoría propia

Prototipo 2. Este prototipo consta de lo siguiente:

- 1.100 kg de cemento.
- 5.500 kg de granzón o grava.
- 4 kg de arena.
- 250 kg de taparrosas.

Peso de los prototipos

Como se puede observar, en la tabla 5 se indican los pesos obtenidos del prototipo 2

Tabla 5 Peso de los prototipos según su edad de elaboración

7 días	14 días	28 días
11.500 kg	11.400 kg	11.05 kg

Fuente: Autoría propia

Posteriormente se lleva a cabo el proceso del estudio de resistencia a la compresión del block no estructural en un laboratorio de materiales certificado, tal cual se realizó con el prototipo 1.

Resistencia a la compresión del prototipo 2

Como se puede observar en la tabla 6, se reportan los resultados obtenidos por parte del laboratorio de materias en la resistencia a la compresión.

Tabla 6 Resistencia a la compresión. Prototipo 2

7 días	14 días	28 días
21.700 kgf/cm ²	22.200 kgf/cm ²	23.500 kgf/cm ²

Fuente: Autoría propia

3.4 Conclusiones

Uno de los objetivos principales de esta investigación, es lograr el cumplimiento de la norma mexicana MNX-C-441-ONNCCE-2013, el cual determina que la resistencia a la compresión para bloques no estructurales oscila en los rangos de 35 kgf/cm² y 28 kgf/cm², una vez obtenidos los resultados de los prototipos se llegó a la conclusión de que la mezcla que más se acerca a la resistencia antes mencionada es del prototipo 2, en una edad de 28 días después de su elaboración, pues mostró una resistencia de 23.500 kgf/cm², lo que otorga una pauta para la creación de mayores mezclas hasta alcanzar el cumplimiento de la normatividad.

Del mismo modo, con respecto a los pesos volumétricos de las piezas de bloque no estructural, se determinó que el block tradicional tiene un peso aproximado de 12kg por pieza, y el block elaborado ecológicamente con la incorporación de la taparrosca del PET, logra un peso de 9.34 kg lo cual reduce su peso en un 22% con respecto al tradicional, lo cual convierte a este en un material factible considerado no estructural, para ser utilizado como muro divisorio o en plata alta para reducir el peso en la edificación.

Finalmente se puede agregar una ventaja más, pues el block no estructural conllevó a la reducción en su costo de producción, Mientras que un block tradicional tiene un costo aproximado de \$9.80 pesos, en la elaboración de los prototipos de esta investigación, se obtuvo un costo de \$8.20, reduciendo su costo de producción en 16%.

3.5 Referencias

Alejandro Navas Carro, J. C. (2014). PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LOS BLOQUES Y LA MAMPOSTERÍA DE CONCRETO. Ingeniería, 129-144.

CHACÓN, W. F. (2015). Concreto Ecológico a Partir de Material PET, Vidrio y Tapas de Bebidas Refrescantes y Alcohólicas. Instituto de Estudios Ambientales – IDEA

Franco., J. T. (27 feb 2018). "Arquitectura con bloques de cemento: ¿cómo construir con este material modular y de bajo costo". ArchDaily México.

G, J. F. (2008). Bloques de concreto. IMCYC.

Héctor Arturo Ortiz (2019), Historia del poliestireno, Recuperado 16 de Junio de 2019, <http://www.polyfex-eps.com/historia-del-poliestireno/>

Hernández Sampieri, Interamericana Editores, S.A de C.V., 2006

México, I. d. (2014). Ener-Habitat, Evaluación térmica de la envolvente arquitectónica. Mexico.

MNX-C-441-ONNCCE-2013

Sánchez, L., y Bravo, M. (2013). Los plásticos:reyes de la vida moderna. Revista Gestión, 160: 52 - 55.

Vásquez, A., Espinosa, R., Beltrán, M., & Maribel, V. (2013). El reciclaje de los plásticos. Universidad Autónoma Metropolitana, 1: 1-16.

Capítulo 4 Prototipo de modulo para saneamiento de aguas servidas para reutilizarlas en edificaciones sustentables

Chapter 4 Prototype sewage sanitation module for reuse in sustainable buildings

PINEDA-PRADO, Daniel Alejandro†*´ & MARMOLEJO-QUINTANAR, Jaqueline´

´División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

ID 1^{er} Autor: *Daniel Alejandro, Pineda-Prado* / **CVU CONACYT ID:** 1162083

ID 1^{er} Coautor: *Jaqueline, Marmolejo-Quintanar* / **CVU CONACYT ID:** 878169

DOI: 10.35429/H.2021.14.1.46.52

D. Pineda & J. Marmolejo

* dapineda@iteshu.edu.mx

J. Serrano, J. Rodríguez, Z. Trejo, K. Velázquez, J. Marmolejo, D. Pineda. (AA. VV.) *Arquitectura y sustentabilidad. Handbooks-©ECORFAN-México, Hidalgo, 2021.*

Resumen

La falta de agua en los sectores es sinónimo de pobreza, problemas de salud, desórdenes sociales y conflictos entre habitantes, lo cual se puede resumir en lo que comúnmente se define como baja calidad de vida, ya que los seres humanos tienen necesidades básicas que deben ser satisfechas para subsistir y cumplir con sus tareas diarias. El proceso de captación en fuentes naturales para las poblaciones que lo demandan y las redes de distribución, es limitado en cuanto a capacidad y años de servicio debido a sus características que fueron definidas al momento de su diseño y construcción. El aumento de la población, el deterioro de los materiales y el mal uso de las instalaciones, frecuentemente provocan la modificación o implementación de nuevas redes de distribución, en comunidades en las que el servicio de agua potable se ha vuelto precario. Los usos del agua potable se convierten constantemente en aguas residuales, lo que nos hace reflexionar sobre el impacto que esta genera en el medio ambiente, la economía y la salud, por eso se desea implementar el tratamiento de aguas residuales en el lugar, con procesos de tratamiento de sistemas tradicionales, convencionales, alternativos y naturales.

Metas

- Diseñar un módulo de reactor para el tratamiento de aguas residuales in situ, fusionando y adaptando sistemas alternativos de forma sencilla, práctica, económica, de pequeña escala, de bajo consumo energético y accesible.
- Calcular el caudal inicial y las dimensiones de cada una de sus partes, anticipando un gap volumétrico en su capacidad de admisión.
- Tener el lugar para implementar la propuesta constructiva del módulo.
- Utilizar filtros naturales y regionales en beneficio de la economía familiar.
- Construir un módulo de tratamiento accesible y funcional que cumpla con la normativa vigente.

Aguas residuales, Tratamiento, Filtración

Abstract

The lack of water in the sectors is synonymous with poverty, health problems, social disorders and conflicts between inhabitants, which can be summarized in what is commonly defined as a low quality of life, since human beings have basic needs that must be satisfied to subsist and fulfill their daily tasks. The capture process in natural sources for the populations that demand it and the distribution networks, is limited in terms of capacity and years of service due to its characteristics that were defined at the time of its design and construction. The increase in the population, the deterioration of the materials and the misuse of the facilities, frequently provoke the modification or implementation of new distribution networks, in communities in which the drinking water service has become precarious. The uses of drinking water are constantly converted into sewage, which makes us reflect on the impact that this generates on the environment, the economy and health, that is why it is desired to implement the treatment of sewage in the place, with treatment processes of traditional, conventional, alternative and natural systems.

Goals

- Design a reactor module for the treatment of sewage in situ, merging and adapting alternative systems in a simple, practical, economical, small-scale, low-energy consumption and accessible way.
- Calculate the initial flow rate and the dimensions of each of its parts, anticipating a volume gap in its capacity of admission.
- Have the place to implement the constructive proposal of the module.
- Use natural and regional filters to benefit the family economy.

- Build an accessible and functional treatment module that complies with current regulations.

Wastewater, Treatment, Filtration

4.1 Introducción

Consecuencias graves de contaminación directa para el ambiente, sobre todo para los mantos freáticos de los cuales se extrae el agua que se consume de manera sobreexplotada, acción que trae implicaciones serias a la salud y razón por la cual es conveniente la decisión de tratar las aguas previo al vertido en el medio [1], [28]. Por tanto, es evidente realizar el siguiente planteamiento: ¿Cómo se pueden regenerar las aguas servidas de manera sencilla, práctica, accesible, económica y de fácil manejo in situ? La solución debe surgir de la necesidad de las personas por mejorar su calidad de vida y salud. En efecto, es por esto, por lo que las personas deben empezar a sentir esa necesidad y tener la actitud de solucionar la situación anticipadamente, es decir, tratar el agua servida inmediatamente después de utilizarla y antes de enviarla al medio, considerando en el proceso un enfoque revolucionario e integrador al retomar y fusionar algunos sistemas regeneradores que se encuentran en la naturaleza, sin olvidar lo estético y funcional que puede ser la solución, como una respuesta favorable al ambiente y al cambiante ritmo acelerado de urbanización [2], [11].

La intención e interés del proyecto es dar a conocer a todos aquellos que se sientan comprometidos en la necesidad de mejorar el ambiente en pro del beneficio propio, al público en general y en especial a las autoridades; la mejora del sistema de tratamiento alternativo.

El vertido del agua servida al medio físico, es un serio problema para el ambiente y la población a nivel mundial, ya que el volumen de la disponibilidad del agua puede verse comprometido e inclusive se puede estar consumiendo agua de dudosa calidad en este momento, resultado de la contaminación de las aguas servida a los acuíferos [3], [4].

Lo anterior, lleva a pensar en la eficiencia en el uso que se le da al agua, así como en el manejo del agua servida resultante, ya que se tendría que replantear la cantidad de agua que se utiliza en las diferentes instalaciones para ahorrar en el gasto, además de evitar el uso excesivo de productos de limpieza que son difíciles de eliminar del agua servida. En ese mismo sentido, el tratamiento inmediato garantiza la seguridad ambiental y la disponibilidad del agua en el futuro al eficientar el manejo de los recursos naturales [6], [7].

Una contribución en el manejo del agua servida, es la Normativa que ayuda a definir el tratamiento del agua servida y la calidad del agua tratada para su vertido al medio, esto con la intención de prever los daños al medio.

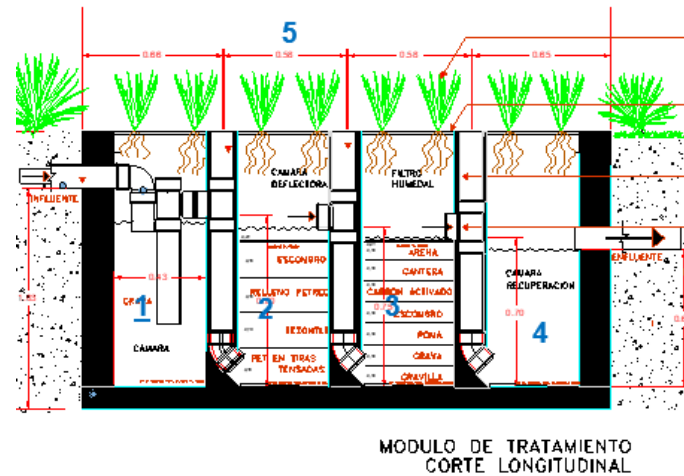
4.2 Metodología

Considerando lo anterior, el presente proyecto partirá del análisis y discusión de aspectos relacionados con la disposición del lugar y área específica para la implementación del proyecto del módulo. Una vez definido el lugar se procederá a integrar en el diseño del módulo, sistemas y procesos regeneradores de agua tradicionales en una secuencia lógica y racional, considerando la continuidad del efluente al ciclo hidrológico natural y la reutilización. Al mismo tiempo se procederá a calcular la población atendida, dejando una holgura pertinente del volumen en su capacidad de admisión, que permita calcular a su vez el caudal de inicio y con ello dimensionar las etapas del módulo. Simultáneamente se organizará un programa para suministrar los recursos y aplicarlos en el momento oportuno.

Los procesos regeneradores de agua tradicionales son variados, por ello se seleccionarán e integrarán los adecuados según las características del agua servida, con una secuencia operativa lógica y racional, visualizado como parte integral de todo, un proceso de tratamiento dentro del ciclo hidrológico artificial, que permita al efluente en proceso, mejorar su calidad y continuar su curso en el ciclo hidrológico natural y reutilizarlo en el ciclo artificial, reduciendo con ello el consumo de agua potable y la carga contaminante al medio.

Se procede a construir la cámara del módulo de aguas servidas con concreto armado $f'c:150 \text{ Kg/cm}^2$, cuidando siempre que las medidas especificadas sean respetadas, es importante mencionar que para el resultado óptimo, se recomienda ampliamente el uso de concreto, ya que de utilizarse otros materiales como el tabique, el block o cualquier otro material prefabricado en los muros, se tiene la posibilidad de que la humedad sea transferida a los muros y estos no generen la misma cantidad de agua tratada en los cálculos del módulo, así mismo, puede sufrir deterioro debido a la porosidad del material, mismo que el concreto no presenta.

Figura 1 Funcionamiento de Modulo de saneamiento



Fuente: Autoría propia

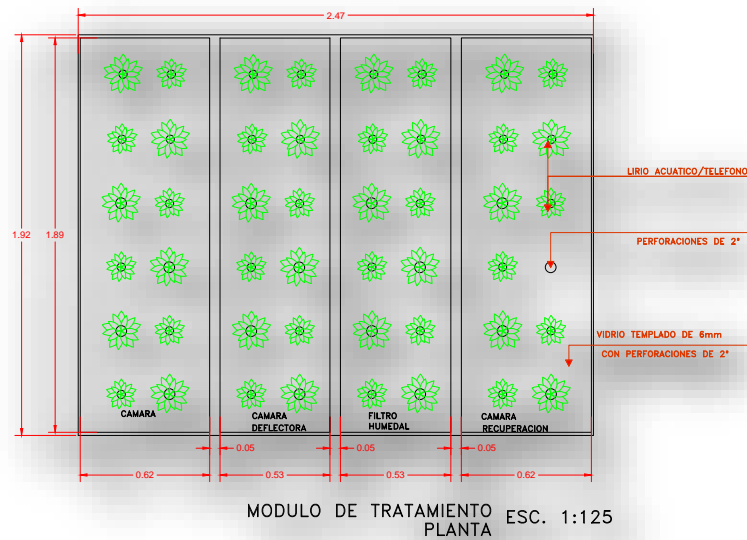
A continuación, se explica el proceso de construcción de cada una de las cámaras:

1. Cámara de recuperación la cual se rellena con grava;(ver figura 1)
2. Cámara deflectora, con una base de tiras de PET tensadas, tezontle, relleno pétreo, escombros y bastidor de pellón. Cada uno de los filtros mencionados dentro de un tipo de canastilla, para su facilidad de mantenimiento. (Ver figura 1)
3. Filtro Humedal, el cual se rellena con gravilla, grava, poma, escombros, carbón activado, cantera, arena y un bastidor de pellón. Cada uno de los filtros mencionados dentro de un tipo de canastilla, para su facilidad de mantenimiento. (Ver figura 1)
4. Cámara de recuperación en la cual se coloca únicamente un bastidor de pellón y es aquí donde se aplica la cloración. (Ver figura 1)

Una vez colocados los filtros para sedimentar los sólidos, se busca mantener una imagen agradable para el usuario, sin olvidar el proceso de limpieza del agua, es por ello que en la parte superior de cada una de las 4 cámaras de filtración, finalmente se coloca el ultimo filtro.

5. Un vidrio templado de 6mm con perforaciones de 2" dentro de las cuales se acomoda lirio acuático y teléfono, estas plantas deben tener la raíz limpia, libre de tierra o lodo, se deben lavar antes de colocarlas sobre el vidrio. Como se muestra en la figura 1 y 2.

Figura 2 Funcionamiento de Modulo de saneamiento



Fuente: Autoría propia

4.3 Resultados y discusión

A continuación, en la Figura 3, se muestra el módulo, colocando los filtros naturales como lo indican los planos.

Figura 3 Filtros de grava, gravilla, arena, escombro, tezontle y carbón activado



Fuente: Autoría propia

En la Figura 4, se muestra el módulo, en la fase de filtración de agua, así mismo la vegetación que se implementó en este importante proceso.

Figura 4 Modulo en funcionamiento

Fuente: Autoría propia

4.4 Agradecimiento

Este proyecto fue financiado por el Tecnológico Nacional de México, a través de la convocatoria nacional de investigación para docentes 2019.

4.5 Conclusiones

El módulo para saneamiento de aguas servidas en forma definitiva contribuye con el ahorro en el consumo de agua potable.

A la no contaminación de los mantos freáticos, debido a que el agua excedente se conduce por medio superficial a la red de drenaje pluvial municipal, o a las calles en caso de que la vivienda no se encuentre en una comunidad urbanizada con este servicio, en ambos casos, los residuos no contienen contaminantes al medio ambiente.

Con la implementación de este módulo, se promueve que el agua que se desecharía hacia el drenaje se puede reutilizar, generando un Impacto en beneficio de la sociedad, tanto económico como ambiental. Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Contribuye a la cultura del cuidado y conservación del recurso hídrico en las comunidades y desarrollos urbanos.

A un ahorro económico para las familias, debido a que el volumen de agua a emplear en todos sus servicios es menor, por parte de los organismos reguladores del agua, avalados por la Comisión Nacional del Agua, (C. N A.)

4.6 Referencias

1. Casas, A., Tapias, J., Bustamante, I. D., Iglesias, J. A., Miguel, Á. D., Lillo, J., & Salas, J. J. (2011). Guía metodológica para el uso de aguas regeneradas en riego y recarga de acuíferos.
2. Celis Hidalgo, J., Junod Montano, J., & Sandoval Estrada, M. (2005). Recientes aplicaciones de la depuración de aguas residuales con plantas acuáticas. *Theoria*, 14(1).
3. Chulluncuy, N. C. (2011). Tratamiento de agua para consumo humano. *Ingeniería Industrial*, (29), 153-170.
4. Comisión Europea. (2012). ¿Te beberías tus aguas residuales? Folletos sobre el agua para los jóvenes. (1a ed.). Luxemburgo-Bélgica: Oficinas de Publicaciones de la Unión Europea

5. CONAGUA (Enero 2009). Avanzan las obras del Túnel Emisor Oriente; en fecha próxima se licitará la construcción de la planta de tratamiento Atotonilco. Consultado el 19 de agosto del 2015 de: www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/NotaP/BOLETIN%20003-09.pdf
6. Arreguín, F. (1991). Uso eficiente del agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Ingeniería Hidráulica en México, (2): 9-22
7. Guerrero, M. (2006). El agua (No. Q111 C53 1998). Secretaría de Educación Pública. [SEP]
8. Cordero, M. D. L., Hernández, U., & Nelson, P. (2011). Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (FGAS), 2 filtros lentos de arena (FLA), sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento (Bachelor's thesis).
9. Jalife, A. (2015, Domingo 30 de agosto). Bajo la lupa ¡Teatro del absurdo!: “un mundo sin agua”, según Der Spiegel. La Jornada, p.12
10. Ugalde, C. (2016). Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales, tanque séptico-filtro anaerobio de flujo ascendente (Master's thesis, Universidad de Guayaquil: Facultad de Arquitectura y Urbanismo).
11. SEMARNAT Y CONAGUA. (2013). Manual de sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizados en Japón. (1a [SEP]ed.). México: Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento.

Capítulo 5 Resultados de laboratorio, del funcionamiento de un prototipo de modulo para saneamiento de aguas servidas

Chapter 5 Laboratory results of the operation of a prototype sewage treatment module

MARMOLEJO-QUINTANAR, Jaqueline†*´ & PINEDA-PRADO, Daniel Alejandro´

´División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

ID 1^{er} Autor: *Jaqueline, Marmolejo-Quintanar* / **CVU CONACYT-ID:** 878169

ID 1^{er} Coautor: *Daniel Alejandro, Pineda-Prado* / **CVU CONACYT -ID:** 1162083

DOI: 10.35429/H.2021.14.1.53.58

J. Marmolejo & D. Pineda

* jmarmolejo@iteshu.edu.mx

J. Serrano, J. Rodríguez, Z. Trejo, K. Velázquez, J. Marmolejo, D. Pineda. (AA. VV.) *Arquitectura y sustentabilidad. Handbooks-©ECORFAN-México, Hidalgo, 2021.*

Resumen

Con base al desperdicio de agua, que se hace por parte de la población humana, al no tener una conciencia de la importancia del cuidado del agua y que es un elemento vital para toda la población mundial, se ha generado un módulo para el tratamiento de aguas servidas, donde puedan implementarse los recursos naturales y al instante cumpla con una funcionalidad que requieran los usuarios de alguna vivienda.

El agua potable se convierte en aguas servidas en forma inherente, impactando el ambiente, la salud y la economía. Los mantos freáticos de donde se extrae el agua para el consumo humano, se muestra que tratar las aguas servidas al medio es sencillo, práctico, económico y de fácil manejo -¿Cómo diseñar un módulo para aguas domiciliarias que abarque las características anteriores? Se analizan conceptos de tratamiento tradicional, alternativo y natural. Como el Tiempo de Retención Hidráulica, (TRH), superficie de contacto, recorrido por deflectores, filtro con agregados absorbentes y adsorbentes, evapotransportación y humedal, que simplificados se desarrollan y proponen un sistema de tratamiento que conjuntamente con los sistemas técnico- constructivos optimicen el funcionamiento integral, además se propone un proceso constructivo y su secuencia de funcionamiento. Como resultado se tiene un módulo integrado a la instalación sanitaria que resume los procesos de tratamiento planteados en cuatro etapas, facilitando la continuidad del agua dentro de los ciclos hidrológicos artificial y natural, observando la mejora en la calidad del agua tratada cuando el proceso es al instante, el proceso constructivo es simple en su ejecución, con bajos costos operativos, y de mantenimiento, el impacto ambiental es reducido.

Aguas residuales, Tratamiento, Filtración

Abstract

Based on the waste of water, which is done by the human population, not having an awareness of the importance of water care and that it is a vital element for the entire world population, a module has been generated for the treatment of sewage, where natural resources can be implemented and instantly fulfill a functionality required by the users of a home. Drinking water inherently becomes wastewater, impacting the environment, health and the economy. The groundwater tables from which the water is extracted for human consumption, it is shown that treating wastewater to the environment is simple, practical, economical and easy to use -How to design a module for domestic water that covers the above characteristics? Concepts of traditional, alternative and natural treatment are analyzed. Such as the Hydraulic Retention Time, (HRT), contact surface, path through deflectors, filter with absorbent and adsorbent aggregates, evapotransportation and wetland, which simplified development and propose a treatment system that together with the technical-constructive systems optimize the integral operation, in addition a construction process and its sequence of operation are proposed. As a result, there is a module integrated into the sanitary installation that summarizes the treatment processes proposed in four stages, facilitating the continuity of the water within the artificial and natural hydrological cycles, observing the improvement in the quality of the treated water when the process is at Instantly, the construction process is simple in its execution, with low operating and maintenance costs, the environmental impact is reduced.

Wastewater, Treatment, Filtration

5.1 Introducción

Con el tiempo las aguas servidas están cambiando drásticamente en volumen y contenido, pero no así la forma en que se dispone de ellas; en consecuencia, el tiempo se agota para remediar la contaminación generada en el agua utilizada, en el sentido de que se está saturando el sistema natural de purificación del planeta, y es evidente que se tiene que resolver de alguna forma esta desmedida contaminación de las aguas.

Las ventajas de la mejora del sistema, por mencionar algunas, es que por considerarlo como parte integral de las instalaciones sanitarias es ya una mejora en la forma de pensar y actuar de las personas, el usuario se ocupa únicamente de realizar un mantenimiento preventivo periódico y para retirar lodos generados y someterlos a un proceso de disecación que posteriormente se utilizaran como abono en jardines, otra es que el sistema se puede mejorar en el ahorro de energía.

En el marco ambiental, al identificar el patrón de desechos en función del consumo de agua potable, se pueden definir los diferentes tipos de contaminantes y organismos presentes en las aguas servidas, así como en las opciones de mejora en el sistema, apoyándose en las reglamentaciones y Normas de calidad de las aguas servidas para medir las afectaciones al medio, hecho que puede validar el sistema de tratamiento in situ y comprobar que el tratamiento al momento de servir el agua, ambientalmente es más viable y económico que si se deja correr al medio.

Se analizará la planta convencional establecida con sus pros y contras, se precisan los aportes que se puedan agregar significativamente a la mejora funcional, económica y operativa del proceso en el módulo.

En el tema de las aguas servidas se define el gasto y el patrón de desechos en función del consumo de agua potable, las condiciones, tipos de contaminantes y organismos presentes, observando que todos ellos en su conjunto son producto del crecimiento poblacional, señalando que el vertido del agua servida al medio trae consigo problemas ambientales y de salud; por ende, es primordial hacer énfasis en la eficiencia en el uso del agua, en ese sentido, puede decirse que el agua es renovable por cuenta propia, porque se está reintegrando una vez tratada al gran ciclo hidrológico.

En cuanto al sistema regenerador, se tomará como base la definición y criterios del tratamiento, biodegradabilidad y saneamiento del agua servida, observando los procesos de tratamiento al mismo tiempo que las Normas para el tratamiento de aguas residuales y vertido de contaminantes al medio, las cuales regulan los límites máximos permisibles de contaminantes descargados a los cuerpos de agua naturales. La educación en relación a la cultura del agua, juega un papel muy importante al momento de estudiar algún tipo de tecnología de tratamiento alternativo como: fosa séptica, fosa aerobia, deflectores, filtros, evapotranspiración, humedal y elegir los más adecuados para mejorar la eficiencia en el tratamiento y así poder verter el agua pre-tratada en el riego de jardines y el medio, observando que el material residual producto del tratamiento -lodos- se pueden utilizar como composta después de un proceso de desecación.

Tabla 1 Cálculo de Capacidad del módulo de Saneamiento

Capacidad de Saneamiento del módulo				
Espacio	Ancho (mts.)	Largo (mts.)	Altura (mts.)	Volumen (m ³)
Cámara 1	0.43	0.80	1.00	0.344
Cámara 2	0.43	0.70	1.00	0.301
Cámara 3	0.43	0.70	1.00	0.301
Cámara 4	0.43	0.70	1.00	0.301
Volumen total				1.247

Fuente: Autoría propia

Con esto se tiene que en una vivienda de 5 integrantes consume 750lt/día, y el modulo puede filtrar 1,247 lt/día.

5.2 Metodología

Considerando lo anterior, el presente proyecto partirá del análisis y discusión de aspectos relacionados con la disposición del lugar y área específica para la implementación del proyecto del módulo. Una vez definido el lugar se procederá a integrar en el diseño del módulo, sistemas y procesos regeneradores de agua tradicionales en una secuencia lógica y racional, considerando la continuidad del efluente al ciclo hidrológico natural y a la reutilización. Al mismo tiempo se procederá a calcular la población atendida, dejando una holgura pertinente del volumen en su capacidad de admisión, que permita calcular a su vez el caudal de inicio y con ello dimensionar las etapas del módulo. Simultáneamente se organizará un programa para suministrar los recursos y aplicarlos en el momento oportuno.

La búsqueda y disponibilidad del lugar y área específica para implementar el módulo es importante, para ello se realizará investigación en campo para definir los lugares con la necesidad de regenerar sus aguas servidas, con la clara intención de que estas no tengan que realizar recorridos largos, para evitar que la contaminación se asimile pronto en el agua, complicando y retardando su tratamiento posterior.

Los procesos regeneradores de agua tradicionales son variados, por ello se seleccionarán e integrarán los adecuados según las características del agua servida, con una secuencia operativa lógica y racional, visualizado como parte integral de todo un proceso de tratamiento dentro del ciclo hidrológico artificial, que permita al efluente en proceso, mejorar su calidad y continuar su curso en el ciclo hidrológico natural y reutilizarlo en el ciclo artificial, reduciendo con ello el consumo de agua potable y la carga contaminante al medio.

Para el cálculo del caudal de inicio, así como de las dimensiones de las etapas del sistema ver tabla 1, dependen de definir la población que se atenderá y el gasto que se contempla por persona de acuerdo a la zona y a la norma establecida para escuelas, previendo una holgura de volumen en su capacidad de admisión. En ese sentido, establecer que el modulo planteado será Como parte del proceso creativo y constructivo se encuentra previamente la investigación, para lo cual es necesario dar a conocer y difundir los resultados obtenidos del proyecto, para ello se plantea realizar un artículo y ponencia con los cuales se compartirá el conocimiento, participando en eventos relacionados con el tema del tratamiento de agua servida dentro y fuera del plantel. A continuación, en la figura 1, se muestra el módulo en funcionamiento.

Figura 1 Módulo de saneamiento



Fuente: Autoría propia

5.3 Resultados y discusión

En la tabla 2. Se muestran los resultados de laboratorio del agua tratada, los cuales indican que se cumple con las siguientes normas según corresponde: NOM-003-ECOL-1997, NMX-AA-051-SCFI-2016, NMX-AA-058-SCFI-2001, NMX-AA-093-SCFI-2018, NMX-AA-042-SCFI-2015, NMX-AA-030/2-SCFI-2011, NMX-AA-005-SCFI-2013, NMX-AA-113-SCFI-2012, NMX-AA-006-SCFI-2010.

Tabla 2 Resultados de laboratorio, del módulo de Saneamiento

Parámetro	Resultado	Maximo permisible
Arsénico	0,0214 mg/L	0,4000 mg/L
Cadmio	<0,010 mg/L	0,400 mg/L
Cianuros	<0,010 mg/L	3,000 mg/L
Cobre	<0,050 mg/L	6,000 mg/L
Coliformes Fecales	1 100 NMP/100mL	2 000 NMP/100mL
Conductividad Eléctrica A 25 °C	2 210µS/cm	-
Cromo Total	0,075 mg/L	1,500 mg/L
Demanda Bioquímica De Oxígeno	393,00 mg/L	200,0 mg/L
Demanda Química De Oxígeno	753,6 mg/L	-
Fosforo Total	7,238 mg/L	30,000 mg/L
Grasas Y Aceites	13,1 mg/L	25,0 mg/L
Huevos De Helmito	<0,2 HH/L	5 HH/L
Materia Flotante	ausente	ausente
Mercurio	<0,0010 mg/L	<0,0200 mg/L
Níquel	<0,050 mg/L	4,000 mg/L
Nitrógeno Total	10,321 mg/L	60,000 mg/L
Plomo	<0,100 mg/L	1,000 mg/L
Potencial De Hidrogeno A 25 °C	9,8 unidades	5,00-10,00 unidades
Solidos Sedimentables	<0,5 mL/L	2,0 mL/L
Solidos Suspendidos Totales	96 mg/L	200 mg/L
Temperatura	24 °C	-
Zinc	0,084 mg/L	20,000 mg/L

Fuente: Orozco & Asociados, Análisis Químicos Industriales

Cada uno de los resultados, cumplen con los valores máximos permisibles.

5.4 Agradecimiento

Al Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, así como a la División de Arquitectura del ITESHU, y al cuerpo académico de la misma institución, así como a los alumnos participantes en la realización del módulo.

5.5 Conclusiones

El módulo para saneamiento de aguas servidas en forma definitiva

- Contribuye con el ahorro en el consumo de agua potable.
- Promueve que el agua que se desecharía hacia el drenaje se puede reutilizar.
- Genera un Impacto en beneficio de la sociedad.
- Mejora la economía familiar, al erogar menores cuotas de consumo de agua

5.6 Referencias

1. Acosta, M. & Arellano, S. & Becerra, F. & Buendía, E. (Marzo del 2011). Agua y medio ambiente. (1ª ed.). México: Porrúa.
2. Aguilera, F. (2006). Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales. Polis. Revista Latinoamericana, (14).
3. Arango, Á., (2004). La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua. Revista Lasallista de Investigación, 2004, vol. 1, no 2.
4. Arnáiz, C., Isac, L., & Lebrato, J. (2000). Tratamiento biológico de aguas residuales. Tecnología del Agua, 1.

5. Arreguín, F. (1991). Uso eficiente del agua. Instituto Mexicano de Tecnología del agua. Ingeniería Hidráulica en México.
6. Audefroy, J. (2011). El alcantarillado sanitario como modelo global construcción de riesgo local. Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil, 11(1), 1-11.
7. Berlijn J., Brouwer C. (2006). Manuales para educación agropecuaria, Riego y drenaje. (3ª ed.). México: SEP/Trillas.
8. Bourguett Ortiz, V., J. (2003). Manual para el uso eficiente y racional del agua. ¡Utiliza sólo la necesaria!. (1ªed.) México: IMTA
9. Brooks, B. (2002). Agua: manejo a nivel local. IDRC.
10. Bruins, H. J. (2003). Manejo del agua en períodos de sequía. Ingeniería del agua, 10(3), 327-335.
11. SEMARNAT Y CONAGUA. (2013). Manual de sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizados en Japón.

Capítulo 6 Diseño y construcción de block ecológico no estructural incorporando el reciclaje de unicele

Chapter 6 Design and construction of ecological non-structural block incorporating unicele recycling

TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth†*, VELÁZQUEZ-LUCHO, Karla María'', SERRANO-ARELLANO, Juan' y RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos'

†División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

''División de Ingeniería en Energías Renovables, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan., Domicilio Conocido, el Saucillo Municipio de Huichapan Hgo, México.

ID 1^{er} Autor: Zaira Betzabeth, Trejo-Torres / **CVU CONACYT-ID:** 774137

ID 1^{er} Coautor: Karla María, Velázquez-Lucho / **CVU CONACYT ID:** 415160

ID 2^{do} Coautor: Juan, Serrano-Arellano / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 3^{er} Autor: Juan Carlos, Rodríguez-Uribe / **CVU CONACYT-ID:** 166235

DOI: 10.35429/H.2021.14.1.59.68

Z. Trejo, K. Velázquez, J. Serrano y J. Rodríguez

* ztrejo@iteshu.edu.mx

J. Serrano, J. Rodríguez, Z. Trejo, K. Velázquez, J. Marmolejo, D. Pineda. (AA. VV.) Arquitectura y sustentabilidad. Handbooks-©ECORFAN-México, Hidalgo, 2021.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo, desarrollar un prototipo de block macizo de tipo no estructural incorporando el reciclaje de unicelel, el cual cumpliera con lo que especifica la norma MNX-C-441-ONNCCE-2013, para lo cual se desarrollaron dos prototipos de bloques, que se enviaron a un laboratorio certificado para realizarles la prueba de compresión. Teniendo en cuenta que para tal tema en cuestión se implementó una encuesta, la cual solo se tuvo muestra en el lugar donde se realizaron los bloques, esto ayudo a tener una partida para poder desarrollar las proporciones que se usarían en los bloques, y así tener respuestas favorables o próximas a la norma. El prototipo del bloque de concreto, al contener un agregado ligero obtendrá esta característica, con la posibilidad que su manejo y acarreo se realice con mayor agilidad, el cual podrá estar a disposición del público en general.

Unicel, Reciclaje, Ecológico, Reutilizar

Abstract

The objective of this study was to develop a prototype of a non-structural solid block incorporating Styrofoam recycling, which would comply with the requirements of the MNX-C-441-ONNCCE-2013 standard, for which two prototypes of blocks, which were sent to a certified laboratory for compression testing. Taking into account that for this subject in question a survey was implemented, which only had a sample in the place where the blocks were made, this helped to have a game to be able to develop the proportions that would be used in the blocks, and thus have responses favorable or close to the norm. The concrete block prototype, by containing a light aggregate, will obtain this characteristic, with the possibility that its handling and hauling is carried out with greater agility, which may be available to the general public.

Unicel, Recycling, Ecological, Reuse

6.1 Introducción

A través de los avances tecnológicos los materiales para la construcción se han desarrollado de una manera considerable, debido a esta misma circunstancia se generan grandes cantidades de desechos que contaminan al medio ambiente los cuales algunos de estos no cuentan con un ciclo de reciclaje adecuado, así sin que diferentes tipos de residuos sólidos urbanos tenga una segunda vida de forma positiva que beneficie a la reducción del calentamiento global y contaminación de los ecosistemas.

Debido al gran desarrollo de la población, la cual conlleva al aumento de la construcción de edificaciones en las zonas urbanas. Estas al realizarse generan un crecimiento considerable de contaminación, por lo cual es necesario optar por nuevos sistemas constructivos para un mejor cuidado del medio ambiente y los recursos naturales que nos rodea.

Realizando un análisis breve y conciso, los residuos sólidos urbanos que no cuenta con una amplia cadena de reciclaje es el unicelel (poliestireno expandido), por lo cual se quiere realizar un prototipo de block no estructural, de tipo divisorio que pueda ayudar a disminuir la cantidad de residuos de unicelel (poliestireno expandido) que se genera en la construcción, la industria y la vida cotidiana de las personas en general, teniendo presente que se realizará la colecta de unicelel que no se encuentre contaminada de aceite, así como de algún otro tipo de desmoldante, ya que los residuos de este material sintético que se generan a diario en nuestra zona, de Huichapan e Ixmiquilpan y alrededores no se le proporciona un manejo adecuado, de tal forma que no perjudique al ecosistema y no obstante genere contaminación al medio ambiente.

Block macizo de concreto

Los romanos comenzaron a utilizar el mortero de cemento en el año 200 a. C. para unir piezas de piedra en la fabricación de sus construcciones y su arquitectura. (Bloqueras.org., 2017)

Los bloques que Harmon diseñó, tenían de medidas 8 pulgadas (20,3 cm) por 10 pulgadas (25,4 cm) por 30 pulgadas (76,2 cm), y eran tan pesados que se tenían que alzar en su sitio con una grúa pequeña. (Bloqueras.org., 2017)

Para aquella época, los primeros blocks que se hacían se solían realizar a mano, y la capacidad de producción promedio era de 10 piezas/bloques por hora. Actualmente, la elaboración de blocks de concreto es un proceso sumamente automatizado que es capaz de producir hasta 2.000 piezas por hora. (Bloqueras.org., 2017)

Trabajos recientes de investigadores mexicanos dan cuenta que los constructores mayas y aztecas, al carecer de bancos de piedra cercanos, desarrollaron la construcción de gran parte de sus estructuras con ladrillos (comúnmente denominados tabiques) unidos con morteros de cal adicionados con materiales puzolánicos y otros minerales de considerable resistencia y dureza. (Vidaud, 2013)

Antecedentes del Cemento:

En el antiguo Egipto (alrededor del año 2,570 a. C.) se utilizaron pastas obtenidas con mezclas de yesos y calizas disueltas en agua, para poder unir sólidamente sillares de piedra; como las que aún perduran entre los bloques calizos de la Gran Pirámide de Gizeh. Hacia el año 500 a. C., los griegos utilizaban en sus construcciones una mezcla de materiales provenientes de depósitos volcánicos, con caliza, agua y arena. Los romanos desarrollaron el llamado cemento romano o puzolánico. La puzolana contiene sílice y alúmina, que al combinarse químicamente con la cal da como resultado el cemento puzolánico; material que ha demostrado tener un gran desempeño, tanto respecto a su resistencia como a su durabilidad. (Vidaud, 2013)

Arena

Conjunto de partículas pequeñas de rocas que se acumulan en las orillas del mar o de los ríos, que se usan para elaborar morteros y concretos. (Construpedia, 2020)

La Arena es una roca incoherente cuyos granos son inferiores a 5 mm.

Según su tamaño, se agrupan en:

- Gruesa: entre 5 y 2 mm.
- Media: entre 2 y 1 mm.
- Fina: menos de 1 mm.
- Limo: menos de 0,08 mm.

Por su yacimiento se las clasifica en mina, río, marinas y artificiales, cuando se las obtiene por machaqueo. (Construpedia, 2020)

Piedra pómez

La piedra pómez, pumita o pumicita es una materia prima mineral de origen volcánico (piro clastos), en cuya composición intervienen mayoritariamente la sílice y la alúmina, con porcentajes aproximados del orden de: 70% de Si O₂ y 13% de Al₂ O₂. La piedra pómez es una roca con alta porosidad, ligera (densidades entre 0,4 a 0,9 g/cm³), friable, eficaz aislante térmico y con propiedades puzolánicas. Por ser considerada una puzolana natural de bajo coste, la piedra pómez es un ingrediente importante en la elaboración del cemento Portland, aumentando su durabilidad química (resistencia frente al ataque por las aguas puras, carbónicas, agresivas o ligeramente ácidas). Aparte de este uso industrial, se emplea piedra pómez en la fabricación de filtros, abrasivos y en usos agrícolas. (IGME, 2003)

Unicel (Poliestireno)

Antecedente Histórico Del Poliestireno

El primer acercamiento por parte del hombre hacia los polímeros fue el celuloide, creado por John Wesley Hyatt; patentado en 1869. Staudinger observó que el Poliestireno se podía fraccionar en diferentes muestras en soluciones con diferente viscosidad; lo que contradecía la idea de que era un agregado coloidal. Postuló así, que el Poliestireno era un polímero de alto peso molecular y que las sustancias poliméricas no estaban sujetas por medio de fuerzas de asociación. Además introdujo el término de macromoléculas para describir a las cadenas poliméricas de estireno, y para 1932 descubrió que el Poliestireno no podía presentar una forma cristalina debido a su falta de estéreo-regularidad; lo que lo convertía en un material amorfo.

6.2 Metodología para desarrollar

Variables

Se toma en cuenta las dos diferentes mezclas que se realizarán, para cada uno de los dos prototipos las cuales son las siguientes:

Mezcla 1:

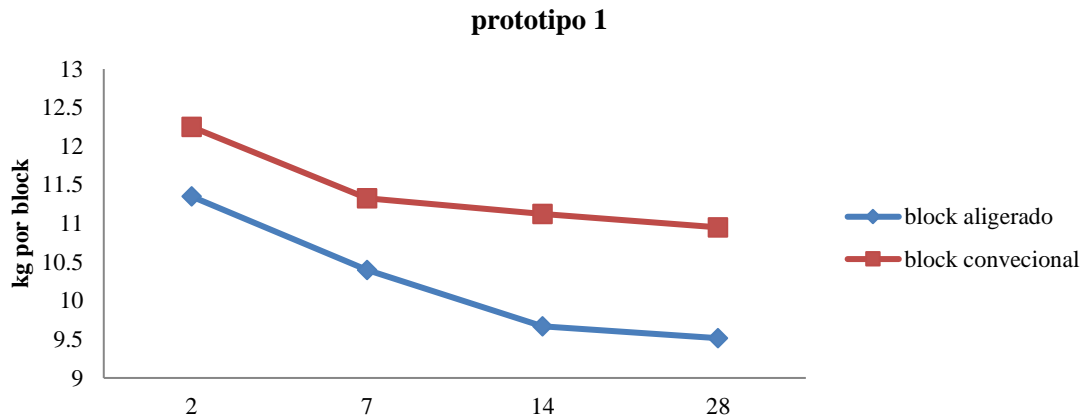
- botes de 19 litros de piedra pómez.
- 1 bote de 19 litros de unicel.
- $\frac{1}{4}$ de bote de 19 litros de cemento imperio de la empresa fortaleza.
- Agua entre 5 y 7 litros, aproximadamente.

Mezcla 2:

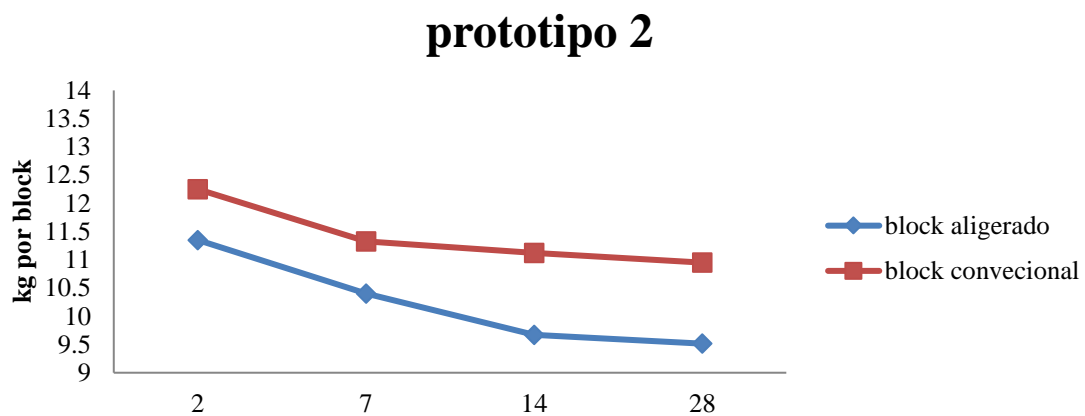
- botes de 19 litros de piedra pómez.
- $\frac{1}{2}$ bote de 19 litros de unicel.
- $\frac{1}{4}$ de bote de 19 litros de cemento imperio de la empresa fortaleza.
- Agua lo suficiente para humedecer la mezcla.

Operacionalización de variables

Obteniendo los resultados de laboratorio, se puede realizar comparativas entre un block convencional a uno aligerado con unicel, realizando la comparativa en peso como unidad de medida el kg. Los datos arrojan las tablas siguientes. (Figura 1 y 2).

Gráfico 1 Comparativa de prototipo 1 a 2, 7, 14 y 28 días

Fuente: Autoría propia

Gráfico 2 Comparativa de prototipo 2 a 2, 7, 14 y 28 días

Fuente: Autoría propia

Posteriormente se continuo con la recolección del unigel se realizó en diferentes puntos, los residuos tenían la función de proteger electrodomésticos y algunas herramientas, las cuales finalizando su función seria desechados, produciendo contaminación al medio ambiente, el unigel acopiado se almaceno como se muestra en la figura 3, de tal manera que al desintegrarlo fuera lo suficiente para complementar la mezcla para la fabricación del block.

Figura 1 Recolección del Unigel

Fuente: Autoría propia

El unícel previamente acopiado se redujo de tamaño de forma manual (figura 4), con el apoyo de una persona más, ya que el proceso requiere de un amplio tiempo para poder reducir a tamaño más pequeño el unícel, anteriormente el unícel se trató de triturar en un molino para zacate, debido a que el unícel no cuenta con un peso elevado este se dispersaba por el lugar.

Figura 2 Desintegración del Unícel



Fuente: Autoría propia

Posteriormente se procede a medir la cantidad de unícel que se agregaría a la primera mezcla, para fabricar el block. El unícel se midió con un bote de 19 litros (figura 5), ya que es la unidad de medida comúnmente utilizada en la fabricación de los bloques y en la construcción.

Figura 3 Almacenamiento y medida de la cantidad de unícel



Fuente: Autoría propia

Fabricación

La fabricación contempla la mitad de la capacidad que almacena la tolva, a la misma vez no se realizó la mezcla con menos cantidad, debido a que las aspas de la maquina no alcanzarían a revolver todos los materiales, ya que solo se realizarían una cantidad mínima de cada uno de los prototipos. Se vertió los materiales que conforma la mezcla para la fabricación del block, las cuales son la piedra pómez, cemento, unícel y agua con forme a la proporción que a continuación se muestra:

- botes de 19 litros de piedra pómez.
- 1 bote de 19 litros de unícel.

- ¼ de bote de 19 litros de cemento imperio de la empresa fortaleza.
- Agua entre 5 y 7 litros, aproximadamente

La mezcla del prototipo uno se vertieron los materiales como se muestra en la lista anterior, toda la materia se mezcló durante un minuto aproximadamente hasta tener una mezcla homogénea (figura 6 y 7) el material mezclado se vertió a la tolva del vibrador para fabricar los blocks.

Figura 4 Adicionamiento del unigel a la mezcla uno



Fuente: Autoría propia

Figura 5 Mezclado de los materiales de manera homogénea



Fuente: Autoría propia

La mezcla del prototipo uno y dos, al introducirlo al molde se vibró entre 40 y 60 segundos (figura 8), este tiempo es el vibrado que normalmente se les da a los bloques que se fabrican en esta inmediateción, además el operador de la maquina distingue por el sonido cuando el material deja de compactarse y no vierte más mezcla al molde.

Figura 6 Vibrado de las mezclas para fabricar los bloques



Fuente: Autoría propia

La mezcla del segundo prototipo se realizó bajo el mismo procedimiento del primer espécimen, destacando que la mezcla contiene diferentes proporciones de algunos de los materiales, los elementos empleados son los que se muestran a continuación:

- 4 botes de 19 litros de piedra pómez.
- ½ bote de 19 litros de unicel.
- ¼ de bote de 19 litros de cemento imperio de la empresa fortaleza.
- Agua lo suficiente para humedecer la mezcla.

El resultado de la segunda mezcla se percibe a simple vista con una reducción de unicel considerable, respectivamente a la mezcla uno que a continuación se comparan en la figura 7 y 8.

Figura 7 Resultado de la mezcla 1



Fuente: Autoría propia

Figura 8 Resultado de la mezcla



Fuente: Autoría propia

La vibro compactación de cada una de las mezclas se realizó por separado, resultando dos piezas por cada vez que se realizó este procedimiento, los elementos resultados, se moldean sobre una base de madera (figura 9) la cual ayuda al manejo de los bloques, y colocarlos a fraguar a temperatura ambiente sobre una superficie predeterminada, en este caso los bloques tuvieron un cuidadoso fraguado, desde su inicio se mantuvieron bajo la sombra, al día posterior a su elaboración se desmoldó y se colocaron bajo una sombra y se cubrieron con una lona, esto para que mantuvieran un fraguado lento y con esto la posibilidad de aumentar la dureza de cada prototipo.

Figura 9 Bloques retirados de la máquina moldeadora marcadas por prototipo y situadas a la sombra



Fuente: Autoría propia

Posterior al fraguado se enviaron al laboratorio para realizar la prueba de compresión a cada uno de los prototipos, en el laboratorio se realiza un procedimiento para el debido tronado de los bloques.

6.3 Resultados

Resistencia a la compresión del **prototipo 1**.

Como podemos observar en la Tabla 1, se anexan los resultados obtenidos por parte del laboratorio de materiales en la resistencia a la compresión.

Tabla 1 Resistencia a la compresión Prototipo 1

7 días	14 días	28 días
9.4 kgf/cm ²	10.30 kgf/cm ²	12.10 kgf/cm ²

Fuente: Autoría propia

Resistencia a la compresión del **prototipo 2**.

Como podemos observar en la Tabla 2, se anexan los resultados obtenidos por parte del laboratorio de materiales en la resistencia a la compresión.

Tabla 2 Resistencia a la compresión Prototipo 2

7 días	14 días	28 días
23.60 kgf/cm ²	27.30 kgf/cm ²	30.30 kgf/cm ²

Fuente: Autoría propia

6.4 Agradecimientos

Al Instituto Tecnológico Superior de Huichapan por su apoyo en la gestión del proceso de investigación, a los colaboradores, al estudiante de la carrera de arquitectura, NANDHO, MARTINEZ, Salvador por su apoyo en el desarrollo de la investigación.

6.5 Conclusiones

Los prototipos desarrollados pueden ser mejorados para así poder cumplir la normatividad, la cual es de uso no estructural. Se tiene una muestra positiva la cual se pretende realizar prototipos con las características similares y observar los resultados.

Este nuevo material al contar con las características que rige la norma de los bloques de tipo no estructural, pudiera sustituir a otros materiales que se usan para delimitar espacios, aportando el beneficio de contar con espacios de confort térmico, ya que normalmente estos lugares son muy fríos por los materiales que se usan no retienen energía calorífica para transmitirla posteriormente.

En la actualidad existen gran cantidad de materiales innovadores, pero al no ser promovidos por las personas dedicadas a la construcción y solo usar materiales tradicionales, estos novedosos materiales se quedan solo en una buena investigación.

6.6 Referencias

1. Bloqueras.org. (2017). Bloqueras.org. Obtenido de Recuperado el 8 de 09 de 2020, de bloqueras.org: <https://bloqueras.org/bloques-concreto/#top>
2. Construpedia. (Noviembre de 2020). Construpedia. Obtenido de Construpedia: <https://www.construmatica.com/construpedia/Arena>
3. IGME. (Abril de 2003). Panoramaminero. Obtenido de http://www.igme.es/panoramaminero/historico/2003_04/ppomez03.pdf
4. Ortíz, H. A. (2019). Historia del Poliestireno. Polfex.
5. Vidaud, E. (2013). Tipos de Block. Revistacyt.

Capítulo 7 Sistema de impermeabilizante con base a mortero y mucilago de nopal (*Opuntia ficus-indica*)

Chapter 7 Waterproofing system based on mortar and cactus mucilage (*Opuntia ficus-indica*)

RODRÍGUEZ-URIBE, Juan Carlos†*, SERRANO-ARELLANO, Juan´ y TREJO-TORRES, Zaira Betzabeth´

´División de Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan-ITESHU-TecNM. Dom. Conocido S/N, El Saucillo, Huichapan, Hgo, C.P. 42411, México.

ID 1^{er} Autor: *Juan Carlos, Rodríguez-Uribe* / **CVU CONACYT ID:** 166235

ID 1^{er} Coautor: *Juan, Serrano-Arellano* / **Researcher ID Thomson:** F-1060-2013

ID 2^{do} Coautor: *Zaira Betzabeth, Trejo-Torres* / **CVU CONACYT ID:** 774137

DOI: 10.35429/H.2021.14.1.69.82

J. Rodríguez, J. Serrano y Z. Trejo

* jcrodriguez@iteshu.edu.mx

J. Serrano, J. Rodríguez, Z. Trejo, K. Velázquez, J. Marmolejo, D. Pineda. (AA. VV.) *Arquitectura y sustentabilidad. Handbooks-©ECORFAN-México, Hidalgo, 2021.*

Resumen

A partir del impacto de los cambios climáticos, se desprende nuestra preocupación ante este escenario ya que toda edificación está expuesta a diferentes agentes climáticos como lo es la lluvia misma que puede impactar negativamente en el desempeño integral de la construcción y por supuesto desencadenar un impacto económico, de salud y de funcionalidad para el usuario. La impermeabilización es un requerimiento sustancial para todo tipo de edificaciones ya sea de uso residencial, comercial e industrial. Aspectos como la geometría y los materiales con los cuales se establecen los sistemas estructurales de cubiertas (losas) juegan un papel fundamental al momento de elegir el sistema de impermeabilizante mas efectivo para incorporar a la edificación. Por lo tanto, nuestro principal planteamiento es enlistar el sistema de impermeabilización con base a mortero y mucilago de nopal para protección de las cubiertas de viviendas con el objetivo de lograr un buen desempeño y conservación de la edificación.

Impermeabilización, Sustentabilidad, Materiales

Abstract

Based on the impact of climate changes, our concern about this scenario arises since the entire building is exposed to different climatic agents such as the rain itself, which can negatively impact the integral performance of the construction and of course trigger an impact economic, health and functionality for the user. Waterproofing is a substantial requirement for all types of buildings and sea for residential, commercial and industrial use. Aspects such as geometry and materials with which the structural roof systems (slabs) were obtained play a fundamental role when choosing the most effective waterproofing system to incorporate into the building. Therefore, our main approach is to enlist the waterproofing system based on mortar and nopal mucilage to protect the roofs of houses in order to achieve good performance and conservation of the building.

Waterproofing, Sustainability, Materials

7.1 Introducción

Hoy en día la filtración de agua dentro del proyecto arquitectónico genera impactos adversos en la funcionalidad del proyecto y en la salud de los ocupantes. La función básica que tiene un impermeabilizante es la de impedir el flujo de agua a través de las diferentes capas que forman el sistema de impermeabilización [1].

Debido a los impactos negativos que produce la migración del agua dentro de una edificación es trascendental el uso de impermeabilizantes para evitar la filtración y con ello asegurar un buen desempeño de la edificación. Los impermeabilizantes son sustancias que cortan el paso del agua, impidiendo su paso, y son usados para cubrir materiales que deben permanecer secos. Su funcionamiento es eliminar o reducir la porosidad del material, llenando filtraciones y aislando la humedad. [2].

Los elementos estructurales por los cuales el agua se filtra dentro del espacio arquitectónico son especialmente: la cubierta(losa), muros y sistema de piso, por ende, hay que realizar un análisis minucioso de estos sistemas para identificar un posible escenario de filtración de agua. En la presente investigación haremos énfasis en el sistema de cubierta con base a mortero y mucilago de nopal [3].

Los aditivos son sustancias que se añaden a las mezclas y pueden ser naturales o sintéticas la proporción de estas deben ser menores al 5% del peso del aglomerante, estas le otorgan propiedades al mortero sin importar la fase de su vida, ya sea mientras esté fresco o cuando ha endurecido. Estos alteran las propiedades, en estado fresco: lo vuelven más manejable, aquí pueden entrar los acelerantes, retardantes, endurecedores, aerantes, etc., en estado sólido, propicia el incremento del rendimiento de la masa, una vez que es colocado. La presentación de estos se puede encontrar en forma líquida, pasta y polvos, y su dosificación varía de acuerdo con las necesidades y lo que se requiere obtener. [4].

Los sistemas de impermeabilización son el conjunto de elementos que, combinados entre sí, garantizan que no se produzcan filtraciones y humedades en las edificaciones [5].

7.2 Metodología

La impermeabilización es un requerimiento básico para todo tipo de estructuras de proyectos arquitectónicos como los son proyectos residenciales, comerciales y fabriles, con el objetivo de lograr una protección contra agentes climáticos. Por ende, es importante identificar los materiales más empleados en México que conforman el sistema estructural de cubiertas (losas) y el desempeño que tienen los distintos sistemas de impermeabilizante al ser aplicado sobre las cubiertas.

Materiales empleados en México en la conformación de techos (cubiertas)

En México el problema del deterioro de la vivienda obedece principalmente a las siguientes causas: A. la estructura ocupacional y de ingresos de la población B. Al crecimiento demográfico C. A la especulación sobre los elementos que componen la vivienda (tierra y materiales).

A continuación, en la Tabla 1 se muestra los materiales empleados en la conformación de las cubiertas de viviendas en México de acuerdo con el censo de INEGI 2015 [6].

Tabla 1 Materiales empleados en la conformación de los techos (cubiertas) en México

Material de construcción predominante en techos	Porcentaje (%)
Losa de concreto o viguetas con bovedilla	75.3
Lámina de fibrocemento ondulada (techo fijo)	0.1
Palma o paja	0.4
Madera o tejamanil	2.3
Terrado con vigería	0.5
Teja	2.2
Material de desecho	0.3
Lámina de Cartón	1.2
Lámina metálica	13.0
Lámina de asbesto	4.7

Fuente: Censo INEGI 2015

En la Tabla 1 logramos identificar los materiales más empleados que constituyen las cubiertas (losas) en México como sistemas estructurales destacando ampliamente el uso de concreto reforzado y elementos metálicos de aquí la importancia de identificar el tipo de impermeabilizantes existentes en el mercado y su desempeño en este tipo de materiales.

Impermeabilizante con base a mortero y cal

Los morteros son tan antiguos como la humanidad misma, remontan sus orígenes a las mezclas de cal de la antigüedad, hace alrededor de 12,000 años, cuando se comenzaron a construir las primeras ciudades. En diversas partes del mundo y por lo tanto varias civilizaciones se incluían en las mezclas, elementos de origen natural como extractos de plantas, es el caso del nopal, el aceite de oliva, pegamentos naturales y caseína, por mencionar algunos [7].

Figura 1 Línea del tiempo: Antecedentes de los impermeabilizantes



Fuente: Autoría propia

Con base a las pruebas de porosidad en muestras de mortero en las que se adicionó elementos naturales, se observa reducción en la porosidad y reducción del tamaño de los poros [7].

Figura 2 Modelo conceptual de cubierta de vivienda con impermeabilizante



Fuente: Autoría propia

7.3 Metodología por desarrollar

La principal función de un impermeabilizante es su capacidad de evitar la filtración de agua y humedad a través de materiales con los que integra una edificación, así se analiza la influencia de mezclas de impermeabilizantes elaborados en laboratorio con componentes tradicionales en probetas.

La propiedad por analizar en los ensayos es la permeabilidad/filtración.

El diseño experimental se llevó a cabo con mezclas de impermeabilizantes tradicionales elaborados en laboratorio. El impermeabilizante tradicional con base a cal y mucilago de nopal es el que emplearemos para el desarrollo de la presente investigación.

El proceso del diseño experimental se divide en las siguientes etapas, la primera etapa consiste en elaborar probetas de mortero ya que es uno de los materiales más utilizados en los elementos estructurales que conforman la cubierta de viviendas, la siguiente etapa consiste en la elaboración y dosificación de los impermeabilizantes tradicionales (a base de cal y mucilago de nopal que emplearemos en los ensayos para continuar con el proceso de aplicar los impermeabilizantes tradicionales en las probetas previamente fabricadas con el objetivo de someterlas a ensayos de permeabilidad para identificar el impermeabilizante con mejor desempeño ante la filtración.

Etapa 1. Elaboración de probetas (mortero).

La cubierta es la parte del edificio más expuesta a las incidencias de agentes climáticos como lo es la lluvia, por ende, la trascendencia de protección de este elemento estructural por medio de la impermeabilización.

Se fabricaron en el laboratorio probetas de mortero dado que es el material más empleado para la construcción de cubiertas en viviendas. Las dimensiones de las probetas fueron elegidas por la necesidad de manejo adecuado en laboratorio.

Procedimiento de elaboración de probetas de mortero

1. Para elaborar las probetas se necesitó de un molde en este caso de madera, para hacer el molde se necesitó de dos pedazos de tabla de dimensiones 45 cm de largo, 5 cm de alto y 2 cm de ancho, después se perforaron dos orificios en las tablas a 3 cm de cada esquina, se compraron dos tornillos largos de 35 cm y 4 mariposas para los tornillos, y pasaron los tornillos por los orificios de la madera, y para las esquinas y el centro del molde se usaron 3 pedazos de triplay tipo duela de dimensiones 20 cm de largo, 9 cm de alto y 1 cm de ancho.

Figura 3 Molde para elaborar las probetas de mortero



Fuente: Autoría propia

2. La preparación de probetas de mortero: para fabricar las probetas de mortero se utilizará una mezcla de cemento mortero, cal, arena y agua para realizar una mezcla con proporción 1:1:10, la probeta tiene unas dimensiones de 20 x 20 x 2.5 cm, estas probetas se realizarán con la finalidad de probar los impermeabilizantes y simular las losas, y con las probetas experimentar como será el comportamiento de la losa con el impermeabilizante.
3. Preparación de la mezcla de mortero, para hacer las probetas se realizó una mezcla de cemento mortero, cal, arena de proporción 1:1:10, para esto se midieron los materiales que fueron, mortero cemento, cal, área y agua, y se mezclaron bien hasta tener una mezcla uniforme semi líquida.

Figura 4 Mezcla de cemento-cal-arena



Fuente: Autoría propia

4. Se vació con la ayuda de una cuchara la mezcla de mortero en el molde para elaborar las probetas, y se vibró la mezcla con una varilla.

Figura 5. Vaciado de la mezcla de cemento-cal-arena



Fuente: Autoría propia

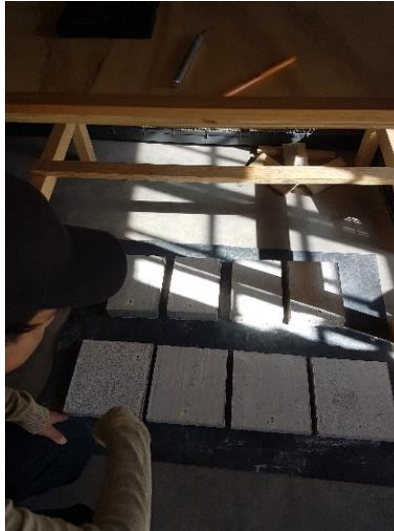
5. Una vez vaciada la mezcla de cemento-cal-arena se dejó secar durante 24 horas con el objetivo de realizar el descimbrado de probetas.

Figura 6 Descimbrado de probetas de mortero



Fuente: Autoría propia

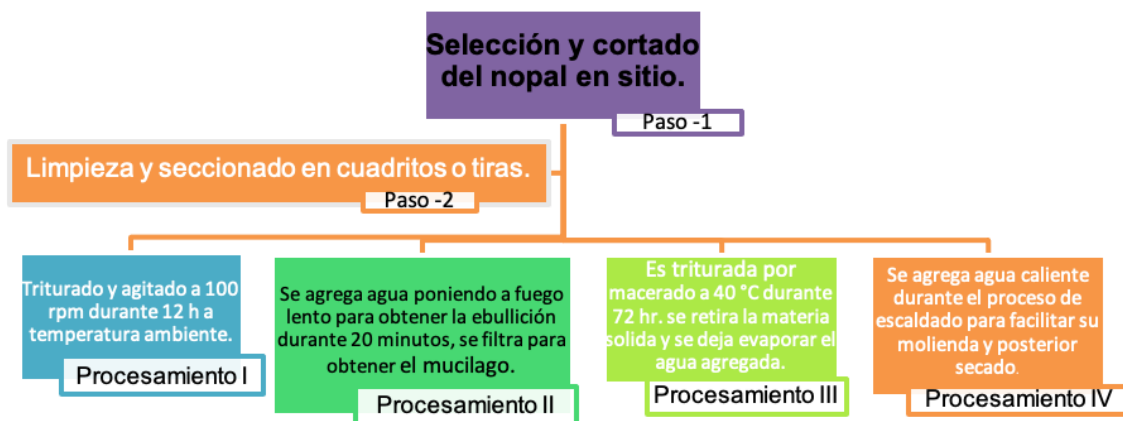
6. Para hacer todas las probetas se realizó la mezcla y se vació en el molde, se dejó secar durante 24 horas y después se desmolda así se repitió el proceso durante 5 días para la elaboración de todas ellas, por último, se etiquetaron las probetas.

Figura 7 Acomodo y etiquetado de las probetas

Fuente: Autoría propia

Etapa 2. Dosificación de impermeabilizante tradicional a base de cal y mucilago.

Para fabricar el impermeabilizante tradicional a base de cal se elaboró en laboratorio una mezcla de agua, cal, cemento blanco y con una dosificación resultante por medio de los volúmenes y pesos volumétricos de los materiales que se emplearon. Extracción del mucilago de nopal. Se describe a continuación la metodología de extracción del mucilago de nopal.

Figura 8 Metodología de extracción del mucilago

Fuente: Autoría propia

Procedimiento de la extracción de baba de nopal (*Opuntia ficus-indica*).

1. El primer paso para comenzar la extracción de mucilago de nopal es recolectar pencas de nopal de la especie (*Opuntia ficus-indica*), para esto se viajó a una zona semiárido en el municipio de Ixmiquilpan, en el municipio de Ixmiquilpan hay zonas protegidas en las cuales está prohibido extraer cactáceas, por lo que se buscó una zona en la que se permita extraer cactáceas, en este caso un terreno de cultivo el que se encuentran plantadas pencas de nopal para la venta y el consumo humano, en el terreno se encontraron nopales de la especie opuntia que se usa para el consumo humano.
2. Al recolectar los nopales, se escogieron los nopales que estaban semi maduras con una vida de entre 2 – 3 años, se escogieron los nopales que ya no se recolectan para el consumo, para de esta manera aprovechar los nopales que ya no son aptos para la venta.

3. Con una cubeta de plástico y un cuchillo se cortaron las pencas de los nopales seleccionados, después con cuidado se manejaron para no espinarse y se colocaron dentro de un recipiente, para de esta manera manejarlos y transportarlos mejor.
4. Después de recolectar las pencas de nopal, se procedió a quitarles las espinas menos profundas con una escoba y después se procedió a pelar las pencas del nopal para retirar las espinas más profundas y también para retirar un poco la piel del nopal.
5. Con ayuda de una tabla de corte y un cuchillo cortamos la penca de nopal en julianas y después en pequeños cuadros.
6. Con los nopales limpios y picados en pequeños cuadros, los depositamos en un recipiente limpio.
7. Después de picar 4 pencas de nopal medianos y colocarlos en un recipiente, se les agrego 2 litros de agua purificada, con la finalidad de hacer que los nopales suelten el mucilago de su interior.
8. Después de agregar el agua el recipiente se tapó y se dejó reposar el agua con el nopal por 3 días, este procedimiento se hace para hacer que el nopal libere el mucilago de su interior.
9. Posteriormente de remojar los nopales en agua por tres días el nopal ya habrá soltado el mucilago de su interior por lo que se procedió a extraer el mucilago que se liberó, para esto con ayuda de un colador se separó el mucilago liquido del material solido que son los trozos de nopal.
10. Posteriormente de remojar los nopales en agua por tres días el nopal ya habrá soltado el mucilago de su interior por lo que se procedió a extraer el mucilago que se liberó, para esto con ayuda de un colador se separó el mucilago liquido del material solido que son los trozos de nopal.
11. Después de colocar el mucilago en frascos de vidrio de les coloco una tapa para sellar el interior y evitar la descomposición del mucilago, y posterior mente se etiquetaron para identificarlos.

La Tabla 1 muestra la relación de la dosificación que se realizó para obtener el mucílago de nopal.

Tabla 1 Cantidad de agregados para obtener mucílago

Materiales		
Materia prima	Cantidad	Unidad de medida
Nopal	2.320	kg
Agua	2.320	litros
Total	4.640	Kg/Litro

Fuente: Autoría propia

Figura 9 Proceso de extracción de mucilago de nopal (Ver procedimiento de extracción de mucilago de nopal)



Fuente: Autoría propia

Proceso de elaboración de impermeabilizante con base a mucilago de nopal (Opuntia Ficus Indica)

Para el diseño y fabricación del impermeabilizante tradicional a base de cal, piedra de alumbre, jabón neutro y mucilago de nopal, se necesita de algunas materias primas, a continuación, se describen los materiales necesarios y las cantidades a utilizar.

Tabla 2 Materiales empleados para la fabricación de Impermeabilizante a base de mucilago de nopal

Material	Unidad	Cantidad (Gramos)
Mucilago de nopal	Gramos	70
Cal de saco	Gramos	30
Piedra de alumbre	Gramos	20
Jabón neutro	Gramos	15
Agua purificada	Gramos	250
	Total	385

Fuente: Autoría propia

Las herramientas que se necesitan para la fabricación del impermeabilizante tradicional de cal, piedra de alumbre, jabón neutro y mucilago de nopal, se describen en la siguiente tabla.

Tabla 3 Herramientas utilizadas para la fabricación de Impermeabilizante a base de mucilago de nopal

Herramienta	Cantidad
Recipiente de acero de 2 litros	1
Recipiente de vidrio de ½ litro	1
Jarra medidora de ½ litro	1
Termómetro digital	1
Mortero de vidrio de laboratorio	1
Rallador	1
Cucharas medidoras de ¼-1 Taza	1
Báscula	1

Fuente: Autoría propia

Figura 10 Materiales y equipo empleados para la elaboración del impermeabilizante a base de mucilago de nopal

Fuente: Autoría propia

Proceso de elaboración del impermeabilizante a base de mucilago de nopal (Ver Figura 9)

1. El primer paso para comenzar con la fabricación del impermeabilizante es rallar el jabón neutro, en este punto se ralla en jabón neutro con ayuda de un rallador especial para obtener trozos pequeños de jabón y el proceso de disolución en agua sea más rápido.
2. El segundo punto es medir la cantidad de jabón a utilizar, se calibro la báscula para que el peso de la cuchara medidora no sumara al peso del material, el jabón se pesó en una báscula y se fue agregando hasta obtener 15 gramos de jabón rallado.
3. El siguiente punto es moler la piedra de alumbre, en este punto se molió la piedra de alumbre con ayuda de un mortero de vidrio de laboratorio, se molió 20 gramos de piedra de alumbre hasta obtener pequeños trozos, este proceso se hace para que la piedra de alumbre se disuelva más rápido con la mezcla.
4. El siguiente punto es medir y pesar la cantidad de cal de saco a utilizar para fabricar el impermeabilizante, en este punto se midió la cal con una báscula, se calibro la báscula para que el peso de la cuchara medidora no sume al peso del material, se midieron 30 gramos de cal o 1/4 de taza.
5. Medida de la cantidad de mucilago de nopal a utilizar para la fabricación del impermeabilizante, en este caso se utilizó el mucilago de nopal extraído en procesos anteriores, se midió el mucilago con una taza medidora para obtener 70 ml de mucilago para agregar a la mezcla.
6. El proceso de la fabricación del impermeabilizante con mucilago de nopal, para empezar con el proceso se midió 250 ml de agua purificada que posteriormente se colocó en un recipiente de acero para posteriormente calentarlo.

7. El siguiente punto es verter los 250 ml de agua purificada en el recipiente de acero para calentarlo, y posteriormente se calentó el agua hasta su punto de ebullición que aproximadamente es de 100 °C, y posteriormente se tomó la temperatura del agua con un termómetro digital, la lectura de la temperatura de agua fue: 67.7 °C o 153.86 °F.
8. El siguiente punto es vaciar el agua caliente en un recipiente de vidrio resistente a altas temperaturas y posterior mente verter 30 gramos de jabón neutro rallado y mezclarlo bien con cuidado de no generar burbujas de aire en la mezcla.
9. Después de mezclar bien el jabón con el agua se le agrega 20 gramos de piedra de alumbre a la mezcla, se le agrego 20 gramos de piedra de alumbre previamente molido y se mezcló bien hasta que todos los trozos solidos de piedra se disuelvan en la mezcla.
10. Después de mezclar bien el jabón, la piedra de alumbre con el agua caliente se le agrego cal de saco, se le agrego 30 gramos de cal de saco a la mezcla, se agregó la cal y se mezcló bien hasta obtener una mezcla semi liquida, sin grumos y homogénea.
11. El siguiente punto es agregar el mucilago de nopal obtenido en procesos anteriores, se le agrego 70 ml o 70 gramos de mucilago de nopal, se le agrego el mucilago de nopal a la a la mezcla y se revolvió bien con los materiales anteriores hasta tener una mezcla homogénea y semilíquida.
12. Se mezclan bien los materiales hasta que se obtenga una mezcla homogénea, consistente y semilíquida.
13. Al tener la mezcla lo siguiente es aplicar el impermeabilizante en la zona a impermeabilizar, para este paso primero se tiene que limpiar la zona a impermeabilizar cuidando de no dejar polvo en la zona, y después aplicar la mezcla en la zona, para aplicarlo se tendrá que tener una brocha de pintor con la que se aplicará la mezcla en 3 capas y después se deja reposar o secar por al menos 24 horas.

Figura 11 Proceso de elaboración del impermeabilizante a base de mucilago de nopal (Ver metodología de impermeabilizante a base de mucilago de nopal)

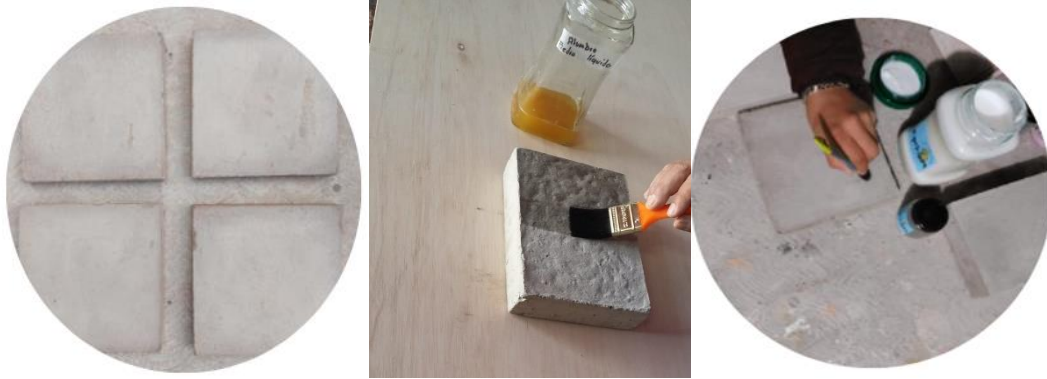


Fuente: Autoría propia

Etapa 3. Aplicación de los impermeabilizantes tradicionales elaborados en probetas

Se aplico el impermeabilizante a las probetas previamente elaboradas. Se limpiaron previamente las probetas con el objetivo de contar con superficie homogénea para aplicar el impermeabilizante. El impermeabilizante se aplicó por medio de una brocha en una capa. En la Figura 12 muestra el proceso de aplicación de impermeabilizante en las probetas.

Figura 12 Impermeabilizante aplicado en las probetas



Fuente: Autoría propia

Etapa 4. Monitoreo de filtración en probetas

Con la ayuda de inyectores se aplicó una cantidad de agua sobre la superficie de las probetas con el objetivo de medir la permeabilidad del sistema. El monitoreo de la filtración consistió en observar en un tiempo (t) la cantidad de agua que se filtró de la cara superior de la probeta a su cara inferior. En la Figura 13 observamos la colocación de agua en las probetas por medio de los inyectores.

Figura 13 Monitoreo de filtración en probetas



Fuente: Autoría propia

7.4 Resultados

Los resultados que se obtuvieron a partir del ensayo de filtración/permeabilidad en las probetas de concreto son los siguientes:

Tabla 4 Resultados de los ensayos de filtración

Impermeabilizante	Cantidad de agua agregada	Filtración después de 6 horas	Filtración después de 12 horas	Filtración después de 24 horas	Total, de mililitros
Probeta Impermeabilizante a base de cal + mucilago	30 mililitros	1 mililitros	1.5 mililitros	2.5 mililitros	6.5 mililitros
Probeta Impermeabilizante sin	30 mililitros	4 mililitros	7 mililitros	9.5 mililitros	25 mililitros

Fuente: Autoría propia

7.5 Agradecimientos

Igualmente deseo agradecer el apoyo brindado por los estudiantes del ITESHU, C. CAMACHO-CAMACHO, Hans, C. PEREZ-MEZQUITE, Juan Daniel, & C. AGUILAR-GARCÍA, Karen y C. DIMAS-DIMAS, Pablo para el desarrollo de la presente investigación.

7.6 Conclusiones

La impermeabilización es un componente fundamental para la protección de las construcciones ante los agentes climáticos. Comprobamos un desempeño por demás sobresaliente del impermeabilizante con base a mucilago de nopal ya que la filtración de agua en la probeta de mortero fue menor comparado con aquella a la cual no se aplicó impermeabilizante. Recomendémosnos continuar con el estudio al profundizar el estudio de las variables que intervienen en el sistema (filtración, porosidad, permeabilidad).

Con el sistema de impermeabilización adecuado junto con la calidad de los procesos de implementación aseguraremos mitigar la filtración de agua por lluvia dentro de la edificación tomando en cuenta valores como la geometría y material de la cubierta (losa) y la ubicación del proyecto (clima). Se evidencio un muy buen desempeño del impermeabilizante con base a mucilago de nopal respecto a la filtración de agua.

7.7 Referencias

- [1] Ocelli Larrea, E. C. (1973). La impermeabilización y su utilización en México (Doctoral dissertation).
- [2] Kubal, M. T. (2008). Construction waterproofing handbook.
- [3] Villalobos González, J. C. (2016). Análisis costo-beneficio de aislamientos térmicos en edificios industriales.
- [4] Rodríguez Haro, E. I. (2016). Caracterización del comportamiento físico-mecánico de morteros de cal hidratada dosificados con agregados orgánicos.
- [5] Cruz, R. C. A., Álvarez, J. J. C., & Posada, A. A. (2013). Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones. *Revista Arquitectura e Ingeniería*, 7(2), 1-51.
- [6] Censo INEGI 2005.
- [7] Ventolà, L., Vendrell, M., Giraldez, P., & Merino, L. (2011). Traditional organic additives improve lime mortars: New old materials for restoration and building natural stone fabrics. *Construction and Building Materials*, 25(8), 3313-3318.

Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Citación: Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 1^{er} Autor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 1^{er} Coautor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 2^{do} Coautor. Apellido, Primer letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre del 3^{er} Coautor. Apellido

Correo institucional [Times New Roman No.10]

Primera letra (EN MAYUSCULAS) del Nombre Editores. Apellidos (eds.) *Título del Handbook [Times New Roman No.10]*, Temas Selectos del área que corresponde ©ECORFAN- Filial, Año.

Abstract

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo, en inglés.

Indicar (3-5) palabras clave en Times New Roman y Negritas No.12

1 Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?.

Enfocar claramente cada una de sus características.

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Capítulo.

Desarrollo de Secciones y Apartados del Capítulo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Capítulos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Capítulo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte Superior con Times New Roman No.12 y Negrita, señalando la fuente en la parte Inferior centrada con Times New Roman No. 10]

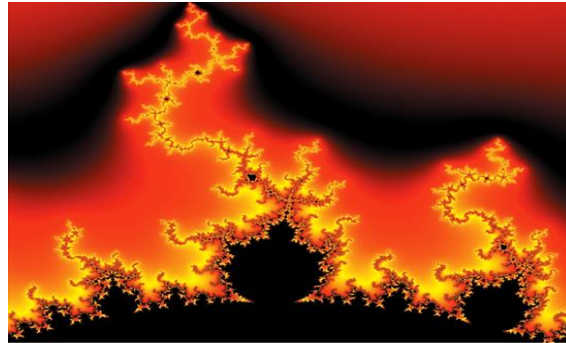
Tabla 1.1 Título

Variable	Descripción	Valor
P ₁	Partición 1	481.00
P ₂	Partición 2	487.00
P ₃	Partición 3	484.00
P ₄	Partición 4	483.50
P ₅	Partición 5	484.00
P ₆	Partición 6	490.79
P ₇	Partición 7	491.61

Fuente:

(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

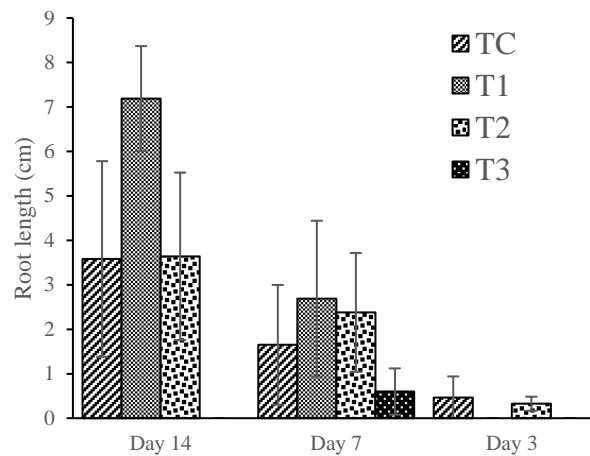
Figura 1.1 Título



Fuente:

(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Gráfico 1.1 Título



Fuente:

(No deberán ser imágenes, todo debe ser editable)

Cada Capítulo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$\int_{lim^{-1}}^{lim^1} = \int \frac{lim^1}{lim^{-1}} = \left[\frac{1(-1)}{lim} \right]^2 = \frac{(0)^2}{lim} = \sqrt{lim} = 0 = 0 \rightarrow \infty$$

(1)

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados.

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Capítulo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Instructions for Scientific, Technological and Innovation Publication

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. **No** deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Capítulo.

Ficha Técnica

Cada Capítulo deberá presentar en un documento Word (.docx):

Nombre del Handbook

Título del Capítulo

Abstract

Keywords

Secciones del Capítulo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

ECORFAN Handbooks se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar la Obra Científica a la Política Editorial del Ecorfan Handbooks. Una vez aceptada la Obra Científica en su versión final, el Ecorfan Handbooks enviará al autor las pruebas para su revisión. Ecorfan® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación de la Obra Científica.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito de la Obra Científica, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de Ecorfan-México, S.C reivindica a los Autores de la Obra Científica que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes de la Obra Científica deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia de la Obra Científica propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título de la Obra Científica:

- El envío de una Obra Científica a Ecorfan Handbooks emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Obra Científica, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en esta Obra Científica ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en la Obra Científica, así como las teorías y los datos procedentes de otras Obras Científicas previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Obra Científica se difunda por los medios que Ecorfan-México, S.C. en su Holding México considere pertinentes para divulgación y difusión de su Obra Científica cediendo sus Derechos de Obra Científica.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de esta Obra Científica se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en la Obra Científica.

Copyright y Acceso

La publicación de esta Obra Científica supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C. en su Holding México para su ECORFAN Handbooks, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada de la Obra Científica y la puesta a disposición de la Obra Científica en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título de la Obra Científica:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre la Obra Científica enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dada a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio a la Obra Científica el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de la Obra Científica. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con la Obra Científica que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter la Obra Científica a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Obras Científicas son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Obra Científica definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza de la Obra Científica presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Handbooks con PLAGSCAN

Evaluación de Obra Científica

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Obra Científica

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Publicación de Obra Científica

Certificado de Obra Científica

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

143 - 50 Itzopan, Ecatepec de Morelos – México. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

TREJO-RAMOS, Iván. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan),sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

143 - 50 Itzopan, Ecatepec de Morelos – México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre – Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenida, Salinas I - Santa Elena-Ecuador.

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Camerún.

Avenida Suroeste, San Sebastian - León-Nicaragua.

31 Kinshasa 6593- Republique Démocratique du Congo.

Avenida San Quentin, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 kilómetros, carretera estadounidense, casa Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Capitán, CP-2060. Luque City- Paraguay.

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán.

43 Calle # 30 -90 B. El Triunfo CP.50001. Bogotá-Colombia.



9 786078 695737

ISBN:978-607-8695-73-7



www.ecorfan.org