

Investigación Sobre El Manejo Del Sargazo En La República Dominicana Año 2023

Juliana Ospina Arizmendy
Anderson Steven Delgado

Universidad Piloto De Colombia
Universidad Del Caribe
Programas: Arquitectura, Relaciones Internacionales, Especialización Seguridad
Informática

Junio 2023

Investigación Sobre El Manejo Del Sargazo En La República Dominicana Año 2023

Juliana Ospina Arizmendy
Anderson Steven Delgado

Tesis Presentada Como Requisito Para Obtener El Título De: Arquitectos

Asesor: Juan Antonio Barbosa Páez

Universidad Piloto De Colombia
Universidad Del Caribe

Programas: Arquitectura, Relaciones Internacionales, Especialización Seguridad
Informática

Junio 2023

Agradecimientos

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

A todos nuestros docentes que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Conforme a esto queremos darles un agradecimiento especial a nuestras compañeras Isabella Segura Moreno – estudiante de la especialización en Seguridad Informática de la Universidad Piloto de Colombia y Evangelista Araujo Cordero – estudiante de negocios internacionales de la universidad Unicaribe en República Dominicana, Quienes colaboraron con nosotros para la investigación inicial de dicho proyecto.

Finalmente queremos expresar nuestros más grandes y sinceros agradecimientos a la Universidad Piloto de Colombia y especialmente al XXX Taller Internacional Interdisciplinario “José María Cifuentes Páez” desarrollado en República Dominicana el cual nos brindó las bases necesarias para iniciar este trabajo de grado.

Juliana Ospina Arizmendy

Anderson Steven Delgado Gómez

Tabla De Contenido

| | |
|--|----|
| Lista de Tablas | 5 |
| Lista de Ilustraciones..... | 6 |
| Resumen..... | 7 |
| Introducción | 8 |
| 1.Localización del Proyecto | 10 |
| 2. Objetivos de la Investigación | 11 |
| 2.1 Objetivo General..... | 11 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 11 |
| 3. Identificación Del Contexto | 12 |
| 4. Problemática..... | 13 |
| 4.1 Pregunta Problema..... | 13 |
| 5. Metodología | 14 |
| 6. Marco Teórico..... | 16 |
| 6.1 Sargazo | 16 |
| 6.1.1 Definición | 16 |
| 6.1.2 Composición y propiedades del alga | 16 |
| 6.1.3Antecedente 1..... | 18 |
| 6.1.4 Antecedente 2..... | 18 |
| 6.2 Gestión o Manejo del Sargazo en República Dominicana | 20 |
| 6.2.1 Técnicas de recolección del Sargazo. | 20 |
| 6.2.1 Mecanismos para la reutilización del Sargazo..... | 20 |
| 6.2.2 Aspectos más relevantes del sistema de monitoreo del sargazo Republica | |

| | |
|--|-----------|
| Dominicana | 21 |
| 6.2.3 Estrategias de la comunidad internacional para gestionar el sargazo..... | 21 |
| 6.3 La cultura, el patrimonio, el turismo y el manejo del sargazo, implementado por el gobierno..... | 21 |
| 6.3.1 Impacto del sargazo en la cultura, el patrimonio y el turismo | 22 |
| 7. Marco Lógico | 23 |
| 7.1 Matriz de Involucrados | 23 |
| 7.2 Árbol de Problemas | 24 |
| 7.3 Árbol de Alternativas..... | 25 |
| 7.5 Matriz Marco Lógico..... | 26 |
| 8. Resultados | 29 |
| 8.1 Identificación Recolección del Sargazo | 29 |
| 8.2 Mecanismos de Reutilización del Sargazo | 29 |
| 8.2.1Proceso de fabricación Biobloques a base de Cáñamo | 31 |
| 8.3 Sistema de monitoreo del sargazo | 34 |
| 8.4 Alianzas Internacionales..... | 37 |
| 8.5 Objetivos de desarrollo sostenible en relación con el proyecto..... | 39 |
| 9. Materiales de Construcción Innovadores Mediante el Sargazo | 41 |
| 9.1 Paneles de Sargazo y madera aglomerada..... | 41 |
| 9.1.1 Producción industrial de la madera aglomerada | 43 |
| 9.1.2 Producción artesanal de la madera aglomerada con Sargazo..... | 44 |
| 10. Conclusiones | 50 |

| | |
|-------------------|----|
| Bibliografía..... | 52 |
|-------------------|----|

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Descripción de la Metodología | 14 |
| Tabla 2 Matriz Involucrados | 23 |
| Tabla 3 Matriz Marco Lógico | 26 |

Lista de Ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1 Infografía Escenarios de presencia de Sargazo en territorio dominicano | 19 |
| Ilustración 2 Diagrama árbol de Problemas | 24 |
| Ilustración 3 Diagrama árbol de Alternativas | 25 |
| Ilustración 4..... | 31 |
| Ilustración 5..... | 31 |
| Ilustración 6..... | 32 |
| Ilustración 7..... | 32 |
| Ilustración 8..... | 32 |
| Ilustración 9..... | 33 |
| Ilustración 10..... | 39 |
| Ilustración 11..... | 39 |
| Ilustración 12..... | 40 |
| Ilustración 13..... | 40 |
| Ilustración 14: Representación gráfica de los tipos de madera aglomerada | 42 |
| Ilustración 15: Representación gráfica de la madera aglomerada enchapada..... | 44 |
| Ilustración 16..... | 45 |
| Ilustración 17: Proceso de cocción..... | 47 |
| Ilustración 18:Representación gráfica del sargazo seco y triturado..... | 48 |
| Ilustración 19: Diseño del bloque..... | 49 |

Resumen

Este proyecto investigativo tiene como objetivo analizar el manejo del sargazo en la República Dominicana desde un enfoque multidisciplinario. El fenómeno del sargazo ha generado preocupación a nivel mundial debido a sus impactos negativos en los ecosistemas costeros y en la economía turística. Con el fin de abordar esta problemática, se plantean cuatro objetivos específicos.

En primer lugar, se busca identificar mecanismos para la reutilización del sargazo. Se explorarán las posibles aplicaciones del sargazo, aprovechamiento como recurso potencialmente útil en el campo de la construcción fundamentado en una arquitectura sostenible, con el fin de mitigar su impacto negativo.

En segundo lugar, Se analizarán las técnicas utilizadas para la detección temprana, seguimiento de su distribución y evaluación de su volumen.

La investigación busca señalar la participación de la comunidad internacional en la lucha contra el sargazo. Se examinarán las iniciativas, colaboraciones y experiencias de otros países. Por último, se relacionará la cultura, el patrimonio y el turismo con el manejo del sargazo implementado por el gobierno. Se analizará cómo el sargazo ha afectado la imagen de las playas y destinos turísticos dominicanos.

Este proyecto busca contribuir al conocimiento y promover soluciones sostenibles para mitigar los efectos negativos del sargazo en la República Dominicana. Se espera que los resultados obtenidos sean de utilidad para los actores involucrados en la gestión del sargazo, incluyendo instituciones gubernamentales, científicos, comunidades locales y la industria turística.

Palabras claves: Sargazo, cultura, patrimonio, Arquitectura, Sostenibilidad, Biodegradable, Construcción, Reutilización, turismo, Republica Dominicana.

Introducción

El creciente fenómeno del sargazo ha generado una preocupación significativa a nivel mundial debido a sus impactos negativos en los ecosistemas costeros y en la economía de las regiones turísticas. La República Dominicana, como uno de los destinos turísticos más importantes del Caribe, no ha sido ajena a esta problemática. Con el fin de abordar esta situación de manera integral, se plantea este proyecto investigativo, el cual tiene como objetivo general analizar, desde un enfoque multidisciplinario, el manejo del sargazo en la República Dominicana.

Para lograr este objetivo, se han establecido una serie de objetivos específicos que permitirán profundizar en diferentes aspectos relacionados con el manejo del sargazo en el país.

En primer lugar, se busca identificar mecanismos para la reutilización del sargazo, considerando sus posibles aplicaciones en sectores como la Construcción. Este enfoque busca no solo mitigar el impacto negativo del sargazo, sino también potenciar un desarrollo económico en base a esta materia prima.

En segundo lugar, se pretende comprender los aspectos más relevantes del sistema de monitoreo del sargazo en la República Dominicana. Esto implica analizar las técnicas utilizadas para la detección temprana, el seguimiento de su distribución y la evaluación de su volumen. El conocimiento y la mejora de estos aspectos son fundamentales para una gestión eficiente del sargazo y la implementación de medidas preventivas y correctivas adecuadas.

Se busca señalar la participación de la comunidad internacional en la lucha contra el sargazo. Dada la naturaleza transnacional de este fenómeno, es crucial examinar las iniciativas, colaboraciones, experiencias de otros países y organizaciones internacionales en la gestión del sargazo. Esto permitirá identificar lecciones aprendidas, mejores prácticas y posibles oportunidades de cooperación para la República Dominicana.

Para finalizar se propone relacionar la cultura, el patrimonio y el turismo con el manejo del sargazo implementado por el gobierno. El sargazo ha afectado la imagen de las playas y los destinos turísticos dominicanos, por lo que es importante comprender cómo se está abordando esta problemática desde una perspectiva turística y cómo se puede preservar el patrimonio natural y cultural asociado a estas áreas.

Finalmente, se busca contribuir al conocimiento y promover soluciones sostenibles para mitigar los efectos negativos del sargazo en el país. Planteando materiales de construcción a un costo inferior al comercial, que a la vez evidencia un índice menor de gases contaminantes a la atmosfera, Para así generar mayor número de empleo local en la zona estudiada. Partiendo desde la recolección del sargazo, Hasta su transformación en materia prima para la elaboración de distintos materiales de construcción.

1. Localización del Proyecto

El proyecto se llevará a cabo en la República Dominicana, en la ciudad de Santo Domingo, capital del país que se encuentra en la costa sur de la isla, bañada por el Mar Caribe. En particular, se centrará en el área del Malecón de Santo Domingo, que es una icónica avenida costera que se extiende a lo largo del litoral de la ciudad. El Malecón es un lugar de gran importancia turística y cultural, conocido por sus parques, monumentos históricos, restaurantes y vistas panorámicas al mar, examinando las medidas implementadas por el gobierno y las estrategias relacionadas con el turismo, la preservación del patrimonio y la mitigación de los impactos negativos del sargazo en el Malecón y sus alrededores.

2. Objetivos de la Investigación

2.1 Objetivo General

Analizar desde un enfoque multidisciplinario el manejo del sargazo en la República Dominicana.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar mecanismos para la reutilización del sargazo, enfocado en materiales implementados en la construcción.
- Comprender los aspectos más relevantes del sistema de monitoreo del sargazo en República Dominicana.
- Señalar las estrategias de la comunidad internacional para gestionar el sargazo.
- Relacionar la cultura, el patrimonio arquitectónico y el turismo con la gestión del sargazo, implementado por el gobierno de la República Dominicana.
- Identificar y establecer un punto de innovación para materiales de construcción en República Dominicana

3. Identificación Del Contexto

La ciudad de Santo Domingo, Capital de República Dominicana. Se destaca por su centro histórico Colonial, el cual está contiguo del Gran Malecón; Patrimonio histórico. Cabe resaltar su importancia cultural donde se realizan actividades al aire libre, puesto que es un lugar muy transitado en el que existen hoteles, bares, restaurantes e importantes zonas que representan símbolos patrios de diferentes épocas del país. Logrando de esta forma que "Santo Domingo – Republica Dominicana sea el noveno destino más popular del caribe", como lo menciona el ministerio de turismo de Republica Dominicana (2022).

4. Problemática

A lo largo de los años, El gran malecón de Santo Domingo se ha visto afectado por el sargazo; el cual es una macroalga que crece en gran cantidad e impide el disfrute de las playas turistas. "Durante el año 2011 a 2023 se estima un crecimiento acelerado que representa 13 millones de toneladas", Según un análisis satelital de NASA Y universidad del Sur de florida (marzo, 2023). La producción excesiva de dicha alga permite la descomposición en la orilla generando gases tóxicos como el metano, muy peligrosos para la salud e incómodo por su mal olor. Teniendo como consecuencia una disminución de turistas en el malecón durante los meses de junio a septiembre, afectando a los hoteles, Restaurantes, Bares, y vendedores ambulantes de la zona en específico.

De igual manera otra de las problemáticas que afecta a la región es la escasa regulación en la producción de ladrillos para construcción que genera gran variedad de efectos adversos, evidenciados a través de diversos factores ambientales como las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), partículas suspendidas en el aire, contaminación del suelo, alto consumo de agua, producción aguas residuales tóxicas, afectación a los ecosistemas y riesgos para la salud humana. Estas son las principales consecuencias y los impactos negativos asociados con la extracción de arcilla, el proceso de cocción de ladrillos en hornos tradicionales y las malas prácticas en la gestión de residuos.

4.1 Pregunta Problema

¿Qué estrategias innovadoras se pueden establecer con el fin de promover el buen manejo del sargazo como herramienta para el crecimiento económico y fomento del turismo en el país?

5. Metodología

La metodología propuesta se basa en 4 fases iniciales, las cuales permiten comprender la fundamentación teórica por la cual se muestra el tema del sargazo en Santo Domingo, capital de república dominicana. En la fase 1, se tiene en cuenta una revisión bibliográfica de 6 fuentes certificadas nacionales e internacionalmente, conforme a esto, se realizó un análisis de referentes teniendo en cuenta en temas específicos, donde se lograron analizar mecanismo de reutilización del sargazo, sistemas de monitoreo y la participación de comunidad internacional. Teniendo en cuenta las anteriores fases, se realiza la fase 3, la cual es una visita de campo a república dominicana donde podremos analizar y ver desde primera fuente lo planteado. Para así finalizar en la fase 4, la cual se puede llegar a conclusiones como lo son dichas estrategias que pueden permitir un adecuado uso y manipulación del sargazo en dicha zona en específico como lo es el malecón de santo domingo.

Tabla 1 Descripción de la Metodología

| Fase | Componente | Contenido |
|--------|------------------------|---|
| Fase 1 | Revisión bibliográfica | <ul style="list-style-type: none"> • Página Web: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Título: Búsqueda de soluciones al sargazo en el caribe. • Artículo de revista: France 24. Título: Sargazo, Problema sin solución a la vista para la turística Republica Dominicana • Boletín vigilancia tecnológica 2. Título: Estudio sobre tecnologías sobre la recolección del sargazo • Periódico EL PAIS. Título: El potencial del sargazo |
| | Análisis De Referentes | <ul style="list-style-type: none"> • Revista de arquitectura: Archdaily. Título: mexicano transforma sargazo en bloques para construcción |

| | | |
|---------------|--|---|
| Fase 2 | <p>Análisis de opciones de un bloque de construcción sostenible</p> <p>Análisis de un sistema de monitoreo para el sargazo</p> <p>Análisis comercialización del sargazo</p> <p>Análisis – Materiales sostenibles</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Entrevista: Diario Libre. Título: Republica Dominicana adquiere sistema de monitoreo satelital de sargazo • Página Web de santo domingo: La República. Título: El sargazo que llega al país lo venden en el extranjero • Tesis de grado – Universidad Piloto de Colombia. Título: El cáñamo como material alternativo en la construcción |
| Fase 3 | <p>Visita De Campo</p> <p>Recolectar diferentes perspectivas respecto a hoteles, usuarios, y habitantes de la zona sobre el sargazo y sus afectaciones</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Santo Domingo – Malecón • Ciudad Colonial • Punta Cana |
| Fase 4 | <p>Conclusiones De La Investigación</p> | <p>Se concluirá identificando estrategias que el gobierno de república dominicana utiliza, y aquellas que podrían implementar para mejorar sus índices turísticos y de accesibilidad a viviendas de calidad a bajo costo para los habitantes de Republica Dominicana.</p> |

Nota: En la gráfica presentada se exponen los pasos a tomar para el desarrollo de la investigación dividida en cuatro fases metodológicas. Fuente: Elaboración propia, 2023

6. Marco Teórico

El sargazo ha emergido como un desafío ambiental significativo en la República Dominicana en los últimos años. Este fenómeno, caracterizado por la llegada masiva de algas marinas a las costas, ha generado una serie de consecuencias negativas para el ecosistema costero, la economía y la sociedad en general. Ante esta problemática, se hace necesario abordarla desde una perspectiva integral que involucre la gestión o manejo del sargazo, la valoración de la cultura y el patrimonio, y el impacto en la industria turística, uno de los pilares económicos del país.

6.1 Sargazo

6.1.1 Definición

El sargazo es un alga marina parda, originaria de zonas tropicales y subtropicales, que constituye un hábitat importante para diversas especies marinas.

El sargazo pelágico ofrece un hábitat estructural pseudobentónico (*se refiere a un organismo que vive en contacto temporal o permanente con el fondo de aguas dulces o marinas*), para una fauna asociada de varios grupos de invertebrados y una fauna móvil de tortugas, aves, crustáceos y peces (Martin, 2016)

6.1.2 Composición y propiedades del alga

Según estudios publicados por parte de expertos en polisacáridos de paredes celulares como lo es la doctora en farmacia farmacéutica Ponce Nora y Paola Laurienzo se entiende que las algas pardas producen diferentes polisacáridos tales como laminaranos, alginatos, y fucoidanos. Estos últimos generalmente contienen grandes proporciones de L-fucosa y grupos éster, junto con pequeñas cantidades de otros azúcares como xilosa, manosa y ácido glucurónico

Laminaranos: La laminarina, conocida también como laminaran, es un componente activo que se extrae y aísla del talo seco de las algas pardas. Se encuentra en las frondas de algas como Laminaria y Saccharina, y en menor medida en especies como Ascophyllum, Fucus y Undaria. La laminarina se compone de β -(1-3)-glucano con enlaces β -(1-6) formando cadenas de 20-25 unidades.

Existen dos tipos de cadenas de laminaranos, denominadas M y G, dependiendo de su extremo reductor. Las cadenas M finalizan con un 1-O sustituido por D-manitol, mientras que las cadenas G terminan con glucosa como extremo reductor.

La solubilidad de la laminarina en agua varía según el grado de ramificación. Se han utilizado diversos métodos para extraerla, como la molienda, la precipitación en medios ácidos o alcalinos, la ultrafiltración y la diálisis. Los ácidos comúnmente empleados son el ácido clorhídrico y el ácido sulfúrico a una concentración de 0.1 M.

El contenido de laminarina en las algas presenta variaciones estacionales y está influenciado por el hábitat, llegando a representar hasta un 32% del peso seco en ciertos casos.

Alginatos: Son derivados de algas pardas y se presentan en dos formas: ácida y salina. La variante ácida se denomina ácido algínico y es un polímero lineal de naturaleza poliurónica, mientras que la variante salina es un componente esencial de la pared celular presente en todas las algas pardas.

Los alginatos son esencialmente sales del ácido algínico que se encuentran en la estructura de la pared celular y en las regiones intercelulares de las algas pardas. En su estado natural, tienden a formar geles al interactuar con iones como Ca^{+2} , Na^{+} , Mg^{+2} , Sr^{+2} y Ba^{+2} . Su función principal es proporcionar resistencia y flexibilidad a las algas.

Estos alginatos son polímeros lineales compuestos por unidades de ácido β -D-manurónico (M), ácido α -L-gulurónico (G), y una tercera región con segmentos alternados de ambos ácidos (MM, GG, MG). Es importante destacar que los alginatos no presentan una estructura secuencial de unidades monoméricas repetitivas, lo que significa que la composición monomérica por sí sola no es suficiente para describir su estructura completa. Además, la fuerza del gel resultante del alginato puede variar según la predominancia de uno u otro monómero en su composición.

Fucoidanos: Son polisacáridos presentes en la matriz extracelular de las paredes celulares de las algas pardas. Su composición química es altamente variable, con informes que indican alrededor del 50% al 90% de L-fucosa, de 35% a 45% de sulfatos y menos del 8% de ácido urónico, dependiendo de factores ecofisiológicos. Estos polisacáridos son estructuras poliméricas de carbohidratos que consisten en diversos monosacáridos unidos por diferentes enlaces glucosídicos.

Debido a la naturaleza heterogénea de los fucoidanos, cada uno extraído de un alga se considera único, con características estructurales distintas. La composición de los fucoidanos varía según la especie de alga, el método de extracción, la época de cosecha y las condiciones climáticas locales.

Estos fucoidanos se desempeñan como moléculas fortalecedoras de la pared celular, brindando protección contra la desecación cuando las algas quedan expuestas a la bajada de la marea. También participan en la regulación iónica y osmótica en las algas que los producen. Pueden constituir más del 40% del peso de las paredes celulares de las algas y se pueden extraer con facilidad mediante agua caliente o soluciones ácidas.

Los fucoidanos son viscosos en concentraciones bajas y susceptibles a la degradación por ácidos y bases diluidos.

6.1.3 Antecedente 1

Autor: CATI – Centro de Apoyo a la Tecnología e Innovación

Título: INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA TECNOLOGÍAS SOBRE LA RECOLECCIÓN DEL SARGAZO

Año: 2018

Resumen: La acumulación y descomposición de cantidades masivas de las algas pardas *Sargassum natans* y *Sargassum fluitans* en las costas antillanas se ha convertido en un problema importante de Centroamérica y el Caribe, afectando gravemente al turismo.

Los resultados obtenidos revelaron que en el ciclo de vida con respecto a esta tecnología se mantuvo estable desde el año 2011 hasta el año 2013, no obstante, en los siguientes dos años posteriores esta tecnología sufrió un declive, ya que la necesidad de protección por patente fue mínima. Sin embargo, para el año 2016 esta tecnología volvió a repuntar debido al arribo masivo de sargazo en las diferentes regiones del mundo. (Innovación, 2018).

6.1.4 Antecedente 2

Autor: Lindsay Margaret Martin

Título: PELAGIC SARGASSUM AND ITS ASSOCIATED MOBILE FAUNA IN THE CARIBBEAN, GULF OF MEXICO, AND SARGASSO SEA

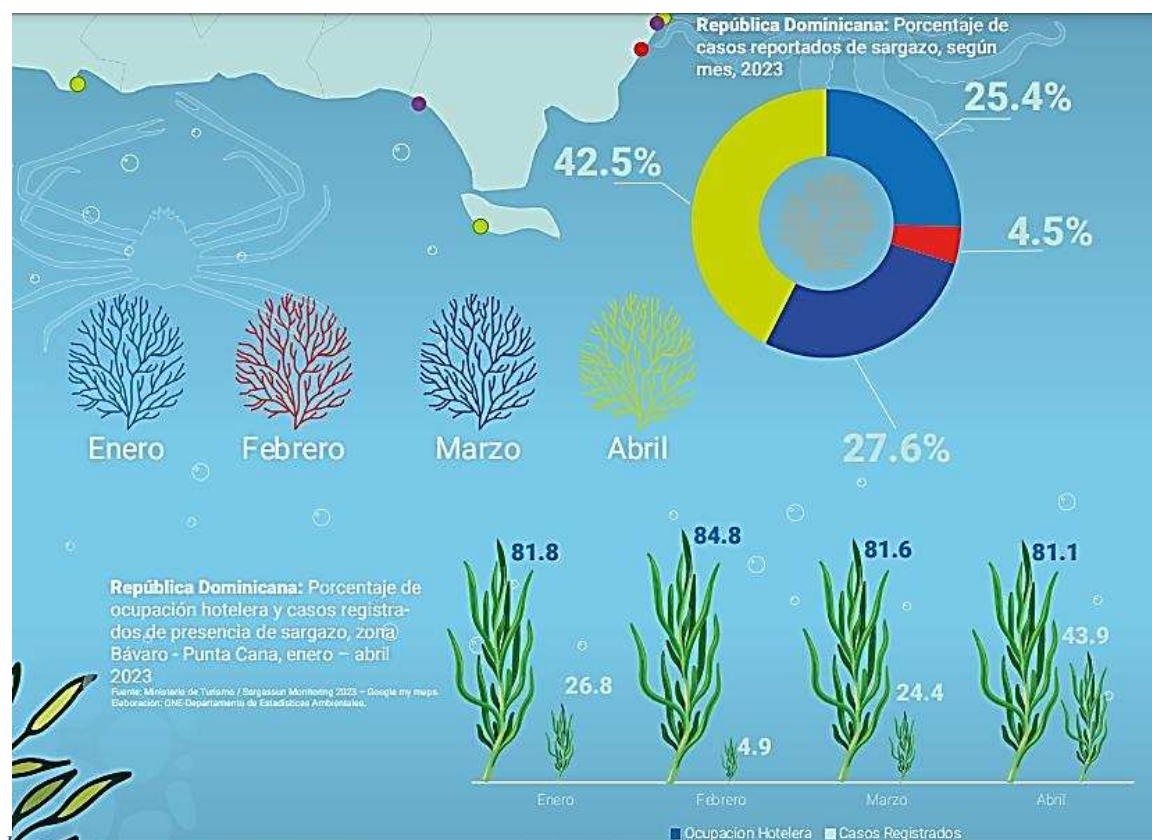
Año: mayo 2016

Resumen: Hay muchas especies del género *Sargassum* distribuidas en aguas tropicales y subtropicales, pero solo dos, *S. natans* y *S. fluitans*, tienen un ciclo de vida completamente pelágico y ofrecen estructuras de apoyo ecológico de diferentes formas en ambientes pobres en nutrientes. El sargazo representa una especie clave que soporta niveles relativamente altos de biodiversidad, que se requiere para el mantenimiento de la salud y la resiliencia de un ecosistema único que actualmente enfrenta muchas presiones antropogénicas. Si bien se estudió durante años, no se han realizado comparaciones simultáneas entre las tres regiones en las que *Sargassum* se encuentra con mayor frecuencia: el Golfo de México, el Caribe y el Mar de los Sargazos. Se recolectaron muestras de sargazo con redes de inmersión y la macrofauna asociada de estas tres regiones durante la primavera/verano de 2015 para examinar las diferencias en las especies, la estructura y la distribución de la fauna de sargazo. Una abundancia inusualmente grande de las formas raras *S. natans* VIII se observó en las tres regiones además de las formas más comunes de *S. natans* I y *S. fluitans* III. Grupos e hileras aislados de *Sargassum* eran igualmente comunes en las tres regiones, mientras que las esteras eran comparativamente raras. El sargazo del Golfo, el Caribe y el Mar de los

Sargazos compartió cinco especies comunes (frecuencia > 10%). Las diferencias en las formas físicas de *Sargassum* tuvieron un marcado efecto en la diversidad y abundancia de la fauna. En las tres regiones, se encontraron menos individuos y especies en *S. natans* VIII, menos compacto y de hoja ancha, que en *S. natans* I y *S. fluitans* III, más densos. La mayoría de estas especies son especies bentónicas que requieren físicamente el sustrato *Sargassum* (a diferencia de la mayoría de los peces) y, por lo tanto, es probable que eviten el *S. natans* VIII suelto, que ofrece menos área de superficie y protección contra

depredadores. Este estudio identifica las diferencias en la abundancia y diversidad de la macrofauna entre las variedades de *Sargassum* y destaca el potencial de cambios dramáticos en el ensamblaje de la comunidad que podrían resultar de las floraciones de *Sargassum* y los cambios de especies a gran escala. (MARTIN, 2016).

Ilustración 1 Infografía Escenarios de presencia de Sargazo en territorio dominicano



Nota: En la siguiente imagen se puede evidenciar que para año 2023, los 4 primeros meses del año, el mes con el mayor porcentaje de presencia del sargazo fue abril con un 42,5%, y registrando una ocupación hotelera del 81,1%. Se analiza que el mes con un menor número de casos registrados de sargazo, es el mismo mes donde la ocupación hotelera aumenta un 3%.

Fuente: página oficial de la (ONE) Oficina Nacional de Estadística de la República Dominicana. Adaptada de (Hernández, 2023)

6.2 Gestión o Manejo del Sargazo en República Dominicana

La gestión o manejo del sargazo se refiere a las acciones y estrategias implementadas para hacer frente a este fenómeno. Comprende la recolección y disposición adecuada del sargazo, así como la prevención y mitigación de sus efectos. La gestión efectiva del sargazo requiere de la cooperación y coordinación entre diferentes actores, como autoridades gubernamentales, científicos, organizaciones no gubernamentales y comunidades locales.

6.2.1 Técnicas de recolección del Sargazo.

En algunos casos las empresas levantan mallas retenedoras para luego recoger estas microalgas en barcasas, esos botes pueden costar más de un millón de dólares y toma entre tres y cuatro meses para construirse, mientras que el bote de SOS Carbon cuesta alrededor de 30,000 dólares y tarda entre dos y cuatro semanas en armarse. Consiste en instalar en las embarcaciones unos equipos que tienen capacidad para recoger alrededor 300 metros cúbicos de sargazo antes de que llegue a las costas. (Tejeda, 2022).

6.2.1 Mecanismos para la reutilización del Sargazo

Quintana Roo han sufrido fuertes plagas de sargazo lo cual representa un problema importante para los habitantes locales quienes año con año se han dedicado a limpiar las playas exhaustivamente durante la temporada de abril-agosto. Durante la temporada del año 2018, se habían retirado cerca de 60 toneladas de sargazo de las costas y los locales se preguntaron cómo invertir este fenómeno natural para utilizarlo a su favor. Seis años antes, esta pregunta llevó a Omar Vázquez Sánchez a fundar Blue-Green de Puerto Morelos, una empresa que demostró la utilidad del sargazo como biomaterial en el sector de la construcción erigiendo –en tan solo 15 días–, una casa con bloques hechos a base de adobe y sargazo. Esta mezcla fue sometida a pruebas de resistencia por parte de la UNAM y demostró ser capaz de resistir fuertes sismos y vientos de huracán.

Actualmente, la empresa Blue-Green ya se encuentra trabajando en Belice y República Dominicana, y ha firmado un convenio con la Embajada de Francia para las

Antillas francesas. El material se está popularizando debido a que los costos se reducen a entre un 30% y 40% de lo que normalmente cuesta construir una casa. (Arellano, 2022)

6.2.2 Aspectos más relevantes del sistema de monitoreo del sargazo República Dominicana

La Autoridad Nacional de Asuntos Marítimos de la República Dominicana (Anamar) adquirió un servicio satelital de detección y seguimiento de sargazo en aguas abiertas, a la empresa francesa CLS, pionera en el suministro de soluciones de vigilancia y control para la Tierra desde 1986. La sociedad es proveedor exclusivo de los datos ambientales del reconocido sistema Argos.

El técnico de Anamar, Omar Shamir Reynoso, explicó a Diario Libre que el sistema funciona a través de la teledetección con varios satélites que capturan imágenes con resolución de hasta 20 metros en la superficie del mar. "Por la firma espectral del alga en superficie, ellos (los satélites), la detectan y se interpreta en un mapa", explicó el técnico. Este es el primer sistema de detección satelital funcionando en la República Dominicana. (Cid, 2022).

6.2.3 Estrategias de la comunidad internacional para gestionar el sargazo.

En búsqueda de solución del sargazo, diversas entidades nacionales e internacionales participaron en un panel virtual en el que plantearon la necesidad de abordar esta problemática desde un esfuerzo conjunto de los países de la región.

En tal sentido, el embajador de México en el país, Carlos Peñafiel, manifestó el interés de su nación en desarrollar un proyecto de cooperación multilateral entre México y República Dominicana, con asistencia técnica de la FAO. (organization, 2021).

En la cumbre del Caribe entre los jefes de Estado y/o de Gobierno realizada en Guatemala en mayo del 2023, la República Dominicana logró la aclamación unánime de todos los países que componen la Asociación de Estados del Caribe (AEC) para enfrentar el sargazo como una emergencia regional en virtud de la amenaza que representa para el desarrollo de los países afectados, y abogó por la unificación de la región para abordar los grandes retos comunes.

6.3 La cultura, el patrimonio, el turismo y el manejo del sargazo, implementado por el gobierno.

La llegada masiva de sargazo afecta no solo los recursos naturales, sino también

los aspectos culturales y patrimoniales de las comunidades costeras. Estos espacios, que representan identidades locales, tradiciones y modos de vida, se ven amenazados por la presencia del sargazo y sus consecuencias. La integración de la cultura y el patrimonio en la gestión del sargazo permite fortalecer la resiliencia de las comunidades y valorar su papel en la conservación del entorno natural. El turismo es un sector clave en la economía dominicana, y la presencia del sargazo tiene un impacto significativo en esta industria. Las playas afectadas por el sargazo pierden atractivo turístico, lo que puede resultar en una disminución de visitantes y afectar los ingresos del sector.

6.3.1 Impacto del sargazo en la cultura, el patrimonio y el turismo

"El sargazo es una carga económica importante. La mayoría de los hoteles sufren con el tema y han hecho inversiones en barreras (para evitar el avance del alga) y para su recolección en agua y en tierra", expresó David Llivre, presidente de la asociación local de hoteleros (Asonahores). Con 10,5 millones de habitantes, República Dominicana recibió a 8,5 millones de turistas en 2022.

José Armando Severino, de la Asociación de Comerciantes y del Sindicato de Trabajadores Playeros de Boca Chica, informó que desde el sábado de la semana pasada el sargazo comenzó a llegar en grandes cantidades a la playa.

Sostuvo que la presencia del alga afecta notablemente la actividad comercial, debido a que los dominicanos y turistas se abstienen de visitar el lugar más emblemático del gran Santo Domingo. (Ramírez, 2023).

7. Marco Lógico

7.1 Matriz de Involucrados

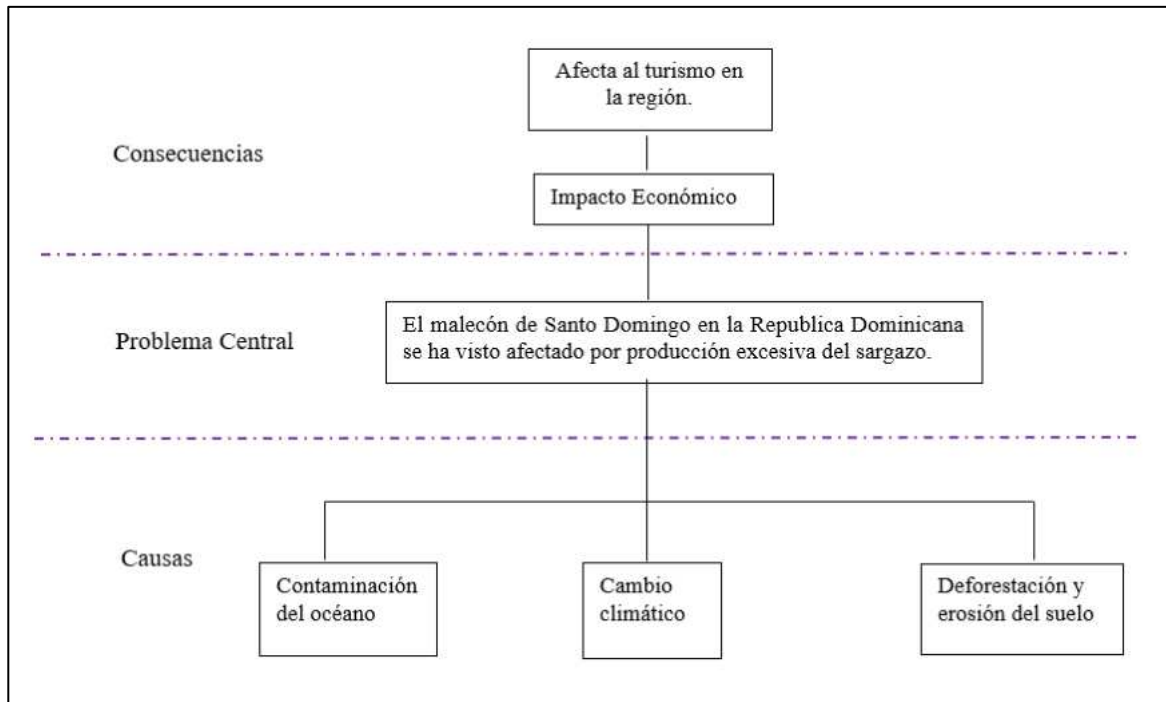
Tabla 2 Matriz Involucrados

| Actor | Rol | Interés | Jerarquización de Impacto |
|------------------------|-----------------------|--|----------------------------------|
| Turistas | Principales afectados | Afecta sus planes vacaciones. No permite un óptimo disfrute de las zonas afectadas. | ALTO |
| Comerciantes | Principales afectados | Afecta la economía de los Comercios de servicios y productos, vendedores informales, hoteles y restaurantes. Puesto que se ve un menor número de turistas. | ALTO |
| Habitantes de la Zona. | Afectados Indirectos | Afectación de la salud por la descomposición de las algas en las orillas de las playas. No pueden hacer uso cotidiano de sus playas turísticas. | MEDIO |

Nota: En esta grafica se hace una clasificación de acuerdo con el grado de impacto para los involucrados en la problemática. Fuente: Elaboración propia, 2023

7.2 Árbol de Problemas

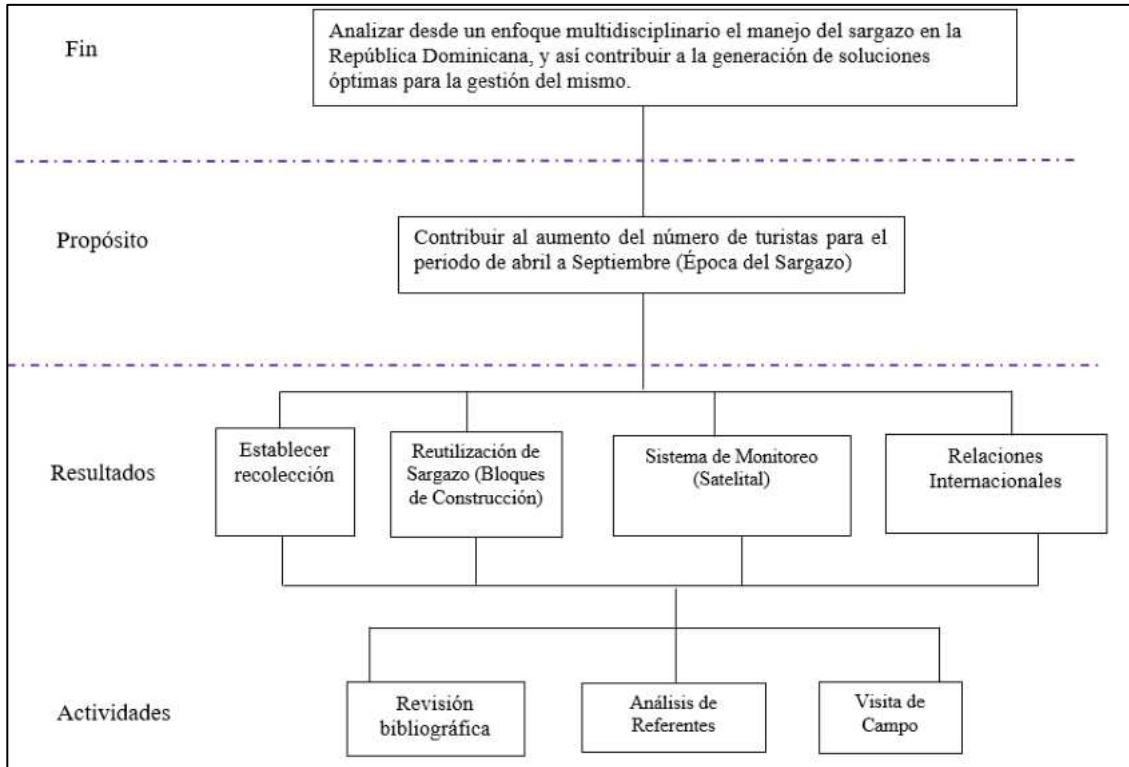
Ilustración 2 Diagrama árbol de Problemas



Nota: En esta ilustración se resume la problemática en la cual gira esta investigación desde las causas hasta las consecuencias. Fuente: Elaboración propia, 2023

7.3 Árbol de Alternativas

Ilustración 3 Diagrama árbol de Alternativas



Nota: En esta ilustración se exponen cuáles son los alcances que tendrá dicha investigación nombradas como un paso a paso desde las actividades hasta el fin. Fuente: Elaboración propia,

2023

7.5 Matriz Marco Lógico

Tabla 3 Matriz Marco Lógico

| | | | |
|---|--|---|--|
| <p>Finalidad: Analizar desde un enfoque multidisciplinario el manejo del sargazo en la República Dominicana, y así contribuir a la generación de soluciones óptimas para la gestión de este.</p> | | | |
| <p>Cumplir a cabalidad los 4 objetivos específicos.</p> | $= \frac{4}{\# \text{Objetivos E.}} * 100\%$ | <p>Entrega final del Documento de Investigación.</p> | <p>-La información encontrada sobre los mecanismos de reutilización del sargazo será utilizada para fines sostenibles y rentables.</p> <p>-La gestión de monitoreo del sargazo tiende robustecer y a brindar información que facilita la detección temprana para la posterior recolección y reutilización de este.</p> |
| <p>Propósito: Contribuir al aumento del número de turistas para el periodo de abril a Septiembre (Época del Sargazo)</p> | | | |
| <p>Comparativa del mes de febrero que representa el menor número de casos de sargazo vs abril último mes registrado en época de Sargazo.</p> | <p>Febrero 2023 = Casos Sargazo 4,9 vs Ocupación hotelera. 84.8%</p> <p>Abril 2023 = Casos Sargazo 43,9 vs Ocupación hotelera. 81.1%</p> | <p>Fuente: Sargazo, problema sin solución a la vista para la turística Republica Dominicana.</p> <p>Página Oficial: Oficina Nacional de Estadística Republica Dominicana.</p> | <p>Los artículos encontrados sobre mecanismos de reutilización y técnicas de recolección del sargazo (fuentes nacionales e internaciones) brindan la información necesaria para proponer soluciones más óptimas.</p> |
| <p>Resultados: Son las obras y servicios que se requieren para el proyecto.</p> | | | |
| <p>Fuente: Andrés Bisonó</p> | | | |

| | | | |
|---|---------------------------|--|---|
| Establecer recolección | 1 día | León, el joven que busca una solución al problema del sargazo. | |
| Reutilización de Sargazo (Bloques de Construcción) | 2 días | Fuente: mexicano transforma sargazo en bloques para construcción. | La articulación adecuada de los resultados establecidos puede convertirse en una guía que contribuya a la creación de un sistema integral de gestión del sargazo. |
| Sistema de Monitoreo (Satelital) | En tiempo real. | Fuente: Republica Dominicana adquiere sistema de monitoreo satelital de sargazo. | |
| Relaciones Internacionales | Estimado 1 semana, 1 mes. | Fuente: Universidades de Republica Dominicana buscan alianzas internacionales para hacer frente al Sargazo. | |
| Actividades: Recopilación y análisis de información científica sobre el Sargazo. | | | |
| Revisión bibliográfica | Dos Semana | Fuente: Sargazo, Problema sin solución a la vista para la turística Republica Dominicana | |

| | | | |
|---------------------------|--|---|---|
| | | Boletín vigilancia tecnológica | |
| | | Fuente: Estudio sobre tecnologías sobre la recolección del sargazo | Se cumple con las actividades propuestas en los tiempos establecidos. |
| Análisis de Referentes | Dos semanas | Fuente: Republica Dominicana adquiere sistema de monitoreo satelital de sargazo Página Web de santo domingo: La República. Fuente: El sargazo que llega al país lo venden en el extranjero | |
| Visita de Campo | Una semana de recorrido por: Santo Domingo – Malecón Ciudad Colonial Punta Cana | Fuente Propia (Fotografías) | |

Nota: Con el desarrollo de esta matriz se busca especificar el paso a paso de esta investigación

donde se plantean el propósito, actividades y resultados. Fuente: Elaboración propia, 2023

8. Resultados

8.1 Identificación Recolección del Sargazo

El ingeniero Andrés Bisonó León se ha dedicado a desarrollar una compañía conocida como Sargassum Ocean Sequestration of Carbon (SOS Carbon) cuya misión es recolectar el sargazo con una inversión de aproximadamente 30.000 dólares para la implementación de un bote que tarda de 2 a 3 semanas en ensamblarse esto sin tener en cuenta la mano de obra que será necesaria para realizar el proceso de recolección. Estos indicadores son muy positivos pues en comparación de los otros métodos los costos son menores pues requieren de una inversión mayor al millón de dólares en un tiempo de desarrollo que toma de 3 a 4 meses en la construcción del barco.

Estos barcos tienen la capacidad de recolectar alrededor de 300 m³ de algas mediante un método de intercepción del alga cuando cruza el límite permitido para su recolección antes de que llegue a las orillas del malecón donde inicia su proceso de descomposición. Como resultado clave de esta compañía podemos rescatar un potencial de negocio donde se beneficia a la mano de obra local y se fomenta el turismo en todas las temporadas del año manteniendo así un flujo constante en la economía que gira en torno al malecón.

8.2 Mecanismos de Reutilización del Sargazo

En respuesta a la problemática creciente de la acumulación del sargazo surgen propuestas como la de Blue-green quien utiliza el sargazo como materia prima para el desarrollo de unos bio bloques para construcciones de casas que requieren menor inversión económica pues según estudios publicados por su fundador Omar Vázquez. Se logro desarrollar en tan solo 15 días una casa completa hecha con adobe y sargazo, logrando obtener entre el 30% - 40% del bloque en dicha alga, fue sometido a pruebas de sismo resistencias, y fue avalado con éxito. Uno de los puntos esenciales de este proyecto es la disminución de costos de producción, ya que se reducen en un 30 a 40% de lo que

normalmente cuesta construir una casa.

Es importante destacar el potencial de negocio que se encuentra en las playas del malecón ya que el costo de un bloque de este tipo es de aproximadamente 0.70 US, cuenta como todo ladrillo de este tipo con dos huecos internos de 2 pulgadas cada uno los cuales facilitan la construcción, la instalación hidráulica y eléctrica, además brindan un confort térmico ya que promueven la evaporación del calor. (Mónica Arellano – 2022).

Actualmente se ha estado desarrollando investigaciones donde se han planteado prototipos de bloques que no necesitan de un proceso de cocción, se trata de ladrillos de adobe cuya materia prima son fibras naturales y una masa tipo barro que resulta de la combinación en cantidades específicas de arcilla, arena y cal.

La combinación de estos elementos se lleva a un molde diseñado a medida y después de ser comprimido se deja secar al sol para que adquiera su consistencia final.

Dentro de los aspectos que valen la pena resaltar con esta nueva iniciativa encontramos que gracias a la facilidad en el proceso de fabricación y manipulación es más económico lo cual incentiva su implementación en la zona también es un material termoacústico y el ruido del exterior es mucho menor que otros tipos de construcciones por el grosor del muro. Su diseño hace que la construcción sea más versátil y agiliza todos los procesos Contribuyendo a la vez a la conservación de los ecosistemas, al no generar una cantidad considerable de desechos y suprimiendo por completo la emisión de dióxido de carbono (CO₂)

8.2.1 Proceso de fabricación Biobloques a base de Cáñamo

1. Separación y peso de materiales: Inicialmente se separaron y se pesaron cada uno de los materiales hasta dar con el peso correspondiente.

Ilustración 4



2. Mezcla inicial: Se mezclaron primero los ingredientes secos (cáñamo y cal) y posteriormente se fue agregando el agua

Ilustración 5



3. Mezcla: Inicialmente se trabajó con la cantidad estipulada de cal. Sin embargo, al mezclar los elementos, la consistencia quedó un poco líquida, así que se añadió más de cal.

Ilustración 6

4. Enmoldar: Los moldes utilizados fueron suministrados por el paquete Tecnológico Gualam

Ilustración 7

5. Prensado: Una vez las mezclas en el molde, se llevó a la prensa se ejerció bastante presión para que compactara muy bien

Ilustración 8

Resultados: El bloque resultó consistente, compacto y firme. Se evidencia la alta cantidad de cal, razón por la cual, es pesado. Debido a que para esta ocasión se seleccionó la fibra más pequeña, se observan buenos resultados.

Ilustración 9



Nota: Este proceso se tomó como referencia de la tesis: El cannabis sativa como material alternativo en la construcción – uso del cáñamo en Colombia en la fabricación de bloques para muros divisorios, realizada por la Arquitecta Danixa Alejandra Rodríguez Pérez, de la Universidad Piloto de Colombia.

Otra alternativa para aprovechar el sargazo la plantea una empresa que tomó la iniciativa de fabricar jabones artesanales y con ello, además de sacar provecho del alga incentiva la contratación de la mano de obra local.

Biomaya aprovecha las enormes cantidades de sargazo que llegan al mar de Quintana Roo sacando provecho del alga que emplean como materia prima para la elaboración de dicho producto, este proyecto se vuelve sustentable pues los jabones son adquiridos por varios de los hoteles de las zonas turísticas de la ciudad.

Los jabones están hechos 100% de sargazo además de esto el producto cumple con FDA 21 CFR 177.1630 lo que dice que el empaque es fabricado con PET, libre de contenidos tóxicos o contaminantes de mantos acuíferos y subsuelo cuando éste es colocado en depósitos sanitarios lo que lo consolida como totalmente sustentable.

De igual manera la empresa busca destacar que "Con tu compra ayudas a la limpieza y conservación de las Playas en la Riviera Maya y generas empleos

autosustentables de la región." (Osvaldo, 2019).

El alga como instrumento para la generación de energía es un aspecto que llama la atención pues en la ciudad de Santo Domingo “las empresas Streamline Integrated Energy Corp y la SENER Ingeniería y Sistema (SAS), harán una alianza para procesar y convertir en energía el sargazo, que invade las costas dominicanas.”.

Estas dos empresas plantean aportar a la generación energética de la zona tomando como base una mezcla de sargazo y residuos sólidos estos serán procesados en la planta de vaporización energética de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de San Pedro de Macorís. Las compañías informaron que, al ser procesado con los residuos sólidos urbanos, el 30% del peso del sargazo se convertirá en energía, equivalente a 36,000 J, en potencia de diseño térmico, “garantizando una solución circular a los problemas del cambio climático, medio ambientales y económicos que afectan el país” (Silvestre, 2023)

Cabe destacar aquellas propiedades físicas y químicas que permiten al sargazo ser un material óptimo para la reutilización en materiales de construcción.

Composición química:

- Almidón: 0.1
- Celulosa: 20.3
- Hemicelulosa: 42.8
- Lignina: 7.3
- Proteína: 9.6
- Extractos: 1.9
- Ceniza: 17.1

Conforme a esto, se evidenciaron 2 formas de degradación del sargazo para su transformación:

- 1: Deshidratación – pérdida de masa cerca al 4.7 %
- 2: Degradación térmica – temperatura de 190 – 400 c aprox.

8.3 Sistema de monitoreo del sargazo

La república dominicana en el año 2022 adquirió una licencia con la compañía francesa CLS, esta empresa ofrece servicio de (VIGILANCIA DE LOS OCÉANOS)

Soluciones para la medición, la observación, la modelización y la previsión de la superficie, la profundidad del océano, un centenar de especialistas en océanos

proporcionan diariamente datos a la comunidad científica internacional.

Esta licencia permite hacer uso de un software llamado SAMTool, esta herramienta realiza un monitoreo satelital, brindando imágenes multiespectrales es decir dentro de rangos de longitud de onda específicos, esto es posible mediante los sensores abordo de satélites.

La organización que administra esta herramienta se llama ANAMAR (Autoridad Nacional de Asuntos Marítimos) esta entidad puede ver el estado actual, en tiempo real, del sargazo en las costas y posteriormente alertar a las autoridades y actores correspondientes en el caso de que se deban preparar para un arribazón mayor.

Actualmente existen dos protocolos para reportar los avistamientos excesivos de sargazo, uno es de carácter público mediante reporte documento PDF en la página principal de ANAMAR cada 5 días y el segundo es de carácter privado de manera diaria únicamente a los organizamos militares y gubernamentales que toman sus propias decisiones sobre la gestión de recolección.

Las personas que administran la plataforma tienen un perfil científico y militar, actualmente tiene soporte de la empresa dueña del software, pero no cuentan con capacitaciones de entrenamiento para el manejo de la mismo en temas como administración, seguridad de la información, toma de BACKUP.

La organización cuenta con una política de seguridad de la información, tiene control de accesos físicos mediante tarjeta de NFC Near Field Communication, para el ingreso al laboratorio. Tiene una única cuenta para el ingreso a la plataforma que usan actualmente 4 personas.

Los sistemas de información que usan en el laboratorio aparte del software SAMTool es Excel para analizar la data recolectada.

Desventajas del Software no dice la cantidad exacta de sargazo que llegara a la playa, se presentan falsos positivos en el visor se evidencia un gran numero de sargazo y al final no corresponde porque nunca llega a la playa.

Para tener una panorámica más general, se utiliza informes del Satellite-based Sargassum Watch System (SaWS) de la Universidad del Sur de Florida (SFU, por sus siglas en inglés) para llevar una base de datos desde el 2018 donde se almacena un estimado de la cantidad aproximada en millones de toneladas métricas del sargazo que circuló por el Caribe mensualmente. Con esta base de datos solo se ha hecho análisis simple (promedios y porcentajes para expresar aumento o disminución de un año a otro, sumatoria del total anual). También, esta misma universidad comparte mapas por mes del promedio de densidad de sargazo que circuló por las aguas de la República Dominicana entre el 2015 y el 2021.

La información suministrada se recolecto en conversación presencial con el capital de Fragata Máximo Peña y en llamada por la herramienta Teams de Microsoft con la Biología Andrea Valcárcel Abud Encargada División de Laboratorio Oceánico.

Aspectos para resaltar: como la empresa que administra la herramienta es de Gobierno, esta cobijada en la estrategia Nacional de Ciberseguridad de la República Dominicana, esta estrategia esta soportada bajo 4 pilares:

- Marco legal y fortalecimiento institucional.
- Protección de infraestructuras críticas nacionales e infraestructuras TI
- Educación y cultura de ciberseguridad
- Alianzas nacionales e internacionales

Cuenta con una entidad llamada Centro Nacional y sus siglas (CNCS) que se dedicada al desarrollo de la ciberseguridad, al fortalecimiento de la confianza digital del usuario dominicano y a la protección de la infraestructura crítica y tecnológica del Estado dominicano. Mediante la colaboración de un equipo responsable de asistir en la respuesta a incidentes cibernéticos de la infraestructura critica nacional y de TI del estado dominicano, así como asesorar y difundir información de valor para incrementar los niveles de seguridad cibernético, incluyendo metodologías de ataques y amenazas este equipo se denomina Equipo nacional de respuesta a incidentes cibernéticos del CNCS

(CSIRT-RD).

8.4 Alianzas Internacionales

Universidades firman acuerdo para la red de investigación, manejo y tratamiento del sargazo en República Dominicana, el jueves 26 de enero 2023 en Santo Domingo, la Universidad APEC junto a la UASD, UNPHU, PUCMM, INTEC, UNIBE, UFHEC y UNISA llevaron a cabo un convenio específico de colaboración interinstitucional para la creación y puesta en ejecución de una red de universidades para la investigación, manejo y tratamiento del sargazo en República Dominicana, a través del desarrollo de proyectos que estén subsidiados por instituciones del sector público y el sector privado.

Las rúbricas fueron plasmadas por el Dr. Franklyn Holguín Haché, rector de la Universidad APEC; maestro Editrudis Beltrán Crisóstomo, rector de la Universidad Autónoma de Santo Domingo; Dr. Julio Sánchez Mariñez, rector del Instituto Tecnológico de Santo Domingo; Dra. Odile Camilo Vincent, rectora de la Universidad Iberoamericana; Licdo. Alberto Ramírez Cabral, rector de la Universidad Federico Henríquez y Carvajal; Ing. Ángel María Castillo Brito, rector de la universidad ISA; Dr. Juan Gabriel Faxas, vicerrector de Investigación e Innovación de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra; y la Licda. Josefina Pepín, vicerrectora de investigación, vinculación e internacionalización de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña.

Las palabras de bienvenida estuvieron a cargo del Dr. Franklyn Holguín Haché, rector de la Universidad APEC, quien en su disertación expresó: “La presencia del sargazo en las playas dominicanas no solo afecta el medio ambiente sino también una de las principales actividades económicas del país: el turismo. Esto implica una intervención oportuna, certera y sostenible en el tiempo, que permita resolver la recolección del sargazo con un menor costo operativo y la utilización de este”.

En ese mismo orden, el Dr. Alvin Rodríguez, director de Investigación de Unapec, tuvo a su cargo una breve contextualización del camino recorrido hasta la fecha en pro de la firma de este significativo acuerdo, manifestando: “Con esta iniciativa se formará una comisión que se encargará de llevar la parte operativa del convenio, compuesta por los ocho directores de investigación de cada una de las universidades firmantes.

De esa forma, se brindarán respuestas a esta problemática, ya que permitirá el desarrollo y fortalecimiento de investigaciones, así como la búsqueda de soluciones basadas en métodos científicos que tributen al nacimiento de nuevas tecnologías.

El acto protocolar fue llevado a cabo en el Salón APEC de la Cultura José María Bonetti Burgos, donde se dieron cita, además, el Prof. Carlos Sangiovanni, vicerrector Académico de Unapec, decanos y directores académicos de Unapec, autoridades y colaboradores de las universidades presentes.

Alianza del Sargazo del Gran Caribe: Aunque no es una alianza específica para República Dominicana, el país forma parte de la Alianza del Sargazo del Gran Caribe, que incluye a varios países afectados por el sargazo en la región del Caribe. Esta alianza busca coordinar esfuerzos, compartir mejores prácticas y buscar soluciones conjuntas para abordar el problema del sargazo.

Acuerdo de colaboración con México: En 2015, República Dominicana y México firmaron un acuerdo para cooperar en la investigación, monitoreo y mitigación del sargazo en el mar Caribe. Este acuerdo tiene como objetivo compartir información, experiencias y tecnologías para combatir el fenómeno.

Además de estos acuerdos y alianzas, República Dominicana ha implementado acciones a nivel nacional para hacer frente al sargazo, como el despliegue de barreras flotantes, la limpieza manual de las playas afectadas y el uso de maquinaria especializada para retirar el sargazo acumulado en la costa.

8.5 Objetivos de desarrollo sostenible en relación con el proyecto

Ilustración 10



8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra

8.3 Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros

Ilustración 11



11.3 De aquí a 2030, aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los

asentamientos humanos en todos los países.

11.4 Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo

11.6 De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.

Ilustración 12



12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales

12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización

Ilustración 13



13.2 Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales

9. Materiales de Construcción Innovadores Mediante el Sargazo

La primera parte de este proyecto de grado se basó en una investigación exhaustiva de la materia prima y de referentes que trabajaran con materiales sostenibles para una construcción mas viable.

Teniendo esto en cuenta, planteamos dos propuestas de materiales para la construcción buscando la innovación, funcionalidad y sostenibilidad en las nuevas formas de construir debido a esto diseñamos bloques de arcilla y sargazo con fines decorativos para muros divisorios y paneles de sargazo y madera aglomerada para aislamiento termo acústico al interior de las viviendas.

9.1 Paneles de Sargazo y madera aglomerada

La madera aglomerada es un tipo de tablero de madera compuesto que se fabrica a partir de partículas de madera como virutas, serrín y otros restos de madera, que se unen y prensan para formar láminas sólidas. Este material se utiliza con frecuencia en la creación de muebles, armarios, paneles de pared y otros artículos de carpintería.

Para formar paneles de madera aglomerada, las partículas de madera se mezclan con adhesivos, como resinas de formaldehído de urea, formaldehído de fenol o formaldehído de melamina, y luego se prensan bajo presión y calor. Se pueden obtener varios grados de madera aglomerada, desde productos de baja densidad utilizados en construcción hasta tableros más densos y resistentes para muebles, dependiendo del tipo de adhesivo y del proceso de fabricación.

La madera aglomerada es apreciada por su versatilidad, bajo costo y capacidad para moldear una amplia gama de formas y tamaños en comparación con la madera maciza. Sin embargo, tiene limitaciones, como su menor resistencia a la humedad en comparación con la madera contrachapada o la madera maciza. Por lo tanto, su uso debe

ser evaluado en función de las necesidades específicas del proyecto y las condiciones en las que se utilizará.

Al igual que el aglomerado, los tableros MDP también están hechos de partículas de madera comprimidas con resina sintética y prensadas con calor, con la diferencia de que las partículas finas se depositan en las caras y las más gruesas en el núcleo. Esto permite un mejor acabado, un mejor ajuste del panel y más posibilidades de aplicación para revestimientos.

A pesar de que no es tan resistente a la humedad y puede tener algunas imperfecciones es importante destacar que el consumo de madera para la fabricación del MDP es menor que en la fabricación del MDF, podemos decir que, entre los dos, el MDP es más respetuoso aún con el medio ambiente.

Ilustración 14: Representación gráfica de los tipos de madera aglomerada



Nota: En la siguiente imagen se pueden evidenciar las variaciones físicas y estéticas en la madera aglomerada que pueden ser MDF, MDP o contrachapado dependiendo de la densidad y composición de las astillas de madera.

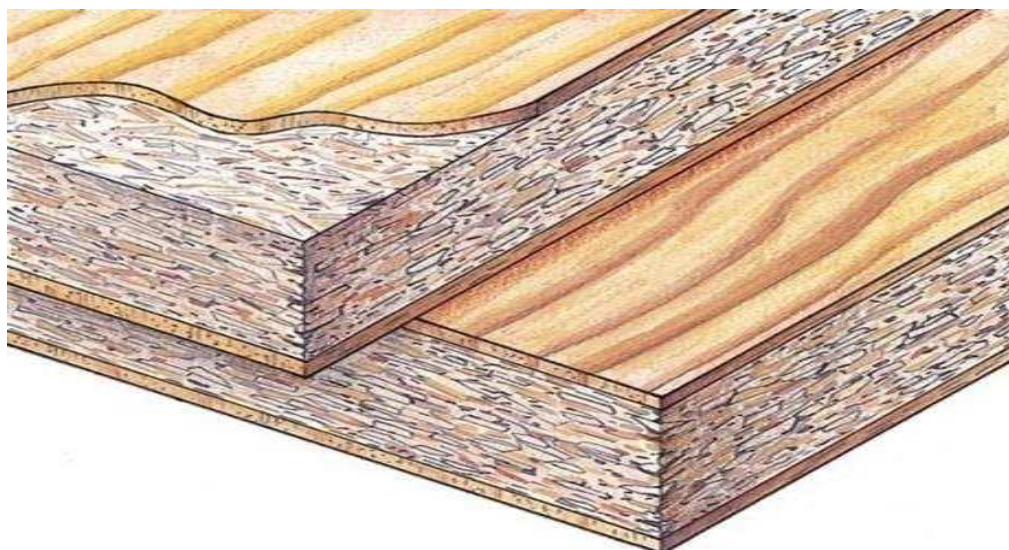
Fuente: Souza, Eduardo. "Tableros de madera: diferencias entre MDF, MDP, Contrachapado y OSB" [Painéis de madeira: As diferenças entre MDF, MDP, Compensado e OSB] 07 ene 2022. ArchDaily Colombia.

9.1.1 Producción industrial de la madera aglomerada

- **Recepción de materias primas:** La madera en bruto se recibe y almacena en el sitio de producción. Puede provenir de diversas fuentes, como restos de madera, recortes de aserradero o aserrín.
- **Reducción de tamaño:** la madera en bruto se descompone en partículas más pequeñas utilizando equipos de desfibrado, astillado o trituración. Estas partículas deben tener un tamaño y forma específicos para el tipo de tablero que se produce.
- **Secado de granos:** Los pellets de madera se secan en secadoras industriales para reducir la humedad al nivel adecuado. La humedad debe estar en un rango estrecho para lograr una buena adhesión del adhesivo.
- **Mezcla de partículas y adhesivos:** Las partículas secas se mezclan con el adhesivo adecuado en una máquina mezcladora. En este punto, se pueden agregar agentes de unión y catalizadores para mejorar las propiedades del tablero.
- **Formación de la "manta" o "matriz":** La mezcla de partículas y adhesivo se vierte en una cinta transportadora o bandeja para formar una capa uniforme llamada manta o matriz.
- **Prensado en caliente:** La manta se coloca en una prensa de calor y presión. En esta etapa, se aplica calor y presión para activar los adhesivos y comprimir las partículas de madera juntas. La temperatura y la presión varían según el tipo de tablero que se está produciendo.
- **Enfriamiento y endurecimiento:** Después del prensado, el tablero se enfría y se endurece. Esto puede implicar enfriadores de agua o aire.
- **Corte y acabado:** Los tableros se cortan en dimensiones y formas específicas según

los requisitos del cliente o la estandarización del panel. También se realizan los tratamientos de superficie, como lijado, pintura o recubrimientos.

Ilustración 15: Representación gráfica de la madera aglomerada enchapada



Nota: En la siguiente imagen se puede evidenciar de forma esquemática la composición interna de un tablero de madera aglomerada contrachapado.

Fuente: Souza, Eduardo. "Tableros de madera: diferencias entre MDF, MDP, Contrachapado y OSB" [Painéis de madeira: As diferenças entre MDF, MDP, Compensado e OSB] 07 ene 2022. ArchDaily Colombia.

9.1.2 Producción artesanal de la madera aglomerada con Sargazo

- Recepción y preparación de la madera: Es necesario recolecta la madera cruda de fuentes como recortes de aserraderos, virutas de carpintería, o incluso tablones de madera que se deseen reutilizar. Se deben clasificar y seleccionar las piezas según el tipo y el tamaño.
- Recepción y preparación del alga: Se recolecta el Sargazo y una vez este lo más seco posible, se clasifican las partes del alga que son aptas para la mezcla y se tritura hasta el punto de obtener una masa uniforme.
- Reducción de tamaño y uniformidad: Si las piezas de madera son demasiado

grandes es necesario triturarlas en pedazos más pequeños con herramientas de corte. El tamaño de las partículas dependerá de las necesidades físicas del panel, es clave tener en cuenta que entre más pequeñas sean las partículas mejor será la adherencia con el adhesivo.

- Mezcla de partículas y adhesivo: En un recipiente grande se mezclan las partículas de madera y el Sargazo con los adhesivos adecuados, la cantidad de adhesivo necesaria variará según la cantidad y el tipo de madera que se esté utilizando.
- Formación de la "manta" o "matriz": Se coloca la mezcla de partículas y adhesivo en un molde con superficie plana para formar una capa uniforme. Se presionan las partículas con una tabla o prensa para compactarlas lo máximo posible.
- Prensado en frío: una vez realizado el primer prensado se colocan pesos sobre la superficie plana para ejercer presión constante sobre la mezcla. Se deja que la madera repose durante al menos 24 horas para que el adhesivo seque y endurezca.
- Corte y acabado: Una vez que la mezcla esté seca y endurecida, se procede a cortar el tablero en las dimensiones y formas deseadas utilizando herramientas de corte, utilizamos herramientas de lijado para alisar la superficie del tablero.

Ilustración 16



La producción e implementación de madera aglomerada se ha hecho cada vez más recurrente en el ámbito comercial, en especial la fabricación con procesos artesanales reduce los índices de contaminación y se posiciona como una de las mejores alternativas a la madera maciza utilizada en las industrias años atrás. Con esta investigación lo que buscamos es ampliar el panorama, proponiendo alternativas más económicas y ecológicas con índices de contaminación más bajos y de menor impacto para poder ser usados en miles de viviendas.

La madera con Sargazo aglomerado fomenta la conservación de los bosques y la biodiversidad al disminuir la necesidad de talar árboles y darle un nuevo uso a las algas que se descomponen en las playas, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático y al mantenimiento de los servicios ecosistémicos que proporcionan los bosques y los mares. Al aprovechar residuos de madera y subproductos de la industria forestal, se reduce la generación de desechos, promoviendo una gestión más sostenible de los recursos naturales en los ecosistemas.

Con esta propuesta también se evidencian beneficios económicos partiendo de la materia prima que conlleva costos mínimos como lo es la recolección del sargazo que abre la puerta a nuevas oportunidades de trabajo para los recolectores en las playas.

Los recortes de madera de menor calidad para reutilizar tienen menor valor y su recolección se realiza en los desechos de las industrias madereras. Además, su proceso de fabricación suele requerir menos energía y recursos, lo que se traduce en costos de producción más bajos beneficiando tanto a fabricantes como consumidores.

En resumen, la producción de madera aglomerada combinada con sargazo en su composición se erige como una opción ecológica y económica a la madera aglomerada tradicional. Su capacidad para reducir la presión sobre los bosques, preservación de las costas, su eficiencia en términos de costos y recursos, así como su versatilidad en diseño y fabricación, la convierten en una elección atractiva tanto para la industria como para los consumidores.

No obstante, es importante tener en cuenta que el proceso tradicional de producción de madera aglomerada plantea desafíos, como el incremento del tiempo en su producción y una posible reducción en su resistencia, datos que hasta el momento no nos es posible corroborar hasta realizar pruebas de laboratorio con los prototipos que estamos planteando teóricamente en esta investigación.

Producción de bloques convencionales:

Los bloques convencionales de arcilla se elaboran por medio de un paso a paso.

1: Elección de la materia prima – Arcilla. La cual esta elegida por sus propiedades físicas, las cuales son capaces de absorber hasta el 70% de peso, de agua. Tiene una gran capacidad de absorción, lo que permite moldear el bloque a disposición, pero cuando se seca presenta un aspecto terroso.

2: Maduración: Se crea un proceso de trituración y tratamiento a la arcilla para obtener la consistencia adecuada

3: Tratamiento mecánico previo: Proceso de purificación y refinación de la materia prima

4: Deposito de materia prima procesada: Se homogeniza la arcilla

5: Humidificación: Se agrega agua para obtener la humedad necesaria

6: Moldeado: Se compacta la mezcla de las dimensiones deseadas

7: Secado: Se elimina el agua

8: Cocción: Los ladrillos ya secados se colocan en el horno a 900 Grados Celsius

Ilustración 17: Proceso de cocción



Teniendo este proceso de bloques convencionales, nos dispusimos a analizar el proceso adecuado para bloques divisorios en sargazo.

Dichos bloques dispondrían de una materia prima como lo es el sargazo - localizada en el Malecón de Santo Domingo, República dominicana. Donde se recolectaría a la orilla del mar y conforme a esto se le haría el debido tratamiento el cual consta de:

1: Limpieza: Un lavado a dicha materia prima, por la contaminación que suele traer del mar

2: Preparación: Se procede a agregar aditivos que permitan disminuir su olor

3: Secado: Conforme a esto se procesaría dicha alga a un método de secado adecuado y así poder eliminar toda la absorción de agua.

Ilustración 18: Representación gráfica del sargazo seco y triturado

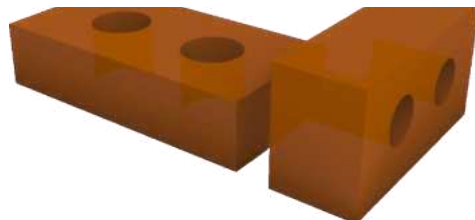


4: Triturado: Con el fin de poder agregar el sargazo a dicha mezcla para los bloques, se tritura de tal forma que permita una mezcla homogénea.

Teniendo la materia prima tratada, Se continua con la elaboración específica de los bloques divisorios, donde se tratará un proceso similar a los convencionales.

Especificaciones Tecnicas del ladrillo de sargazo

Ilustración 19 – Diseño del bloque



Nota: Fuente propia

Se pretende obtener un prototipo de bloque, el cual su composición estaría compuesta de: 40% Arcilla y 60% Sargazo, Siendo así adecuados para muros divisorios, pero no estructurales, por el alto índice de sargazo. Sus dimensiones serian de 30 cm x 12 cm x 6 cm. Tendría un peso aproximado de 3.25 kg, para así finalmente lograr una mejora en confort termino del 5% y en capacidad financiera se reducirían los costos en comparación a un bloque tradicional del 3%. Lo cual nos permite empezar a impulsar una construcción más sostenible y con un precio mas bajo en Republica Dominicana.

10. Conclusiones

Se observó cómo el gobierno está en búsqueda de constantes soluciones para la gestión del sargazo, al inicio de la investigación pudimos notar el descontento de las personas que viven cerca a el malecón, puesto que consideraban que el gobierno no intentaba ayudar con la situación presentada con esta alga, pero conforme investigábamos, encontramos bastantes opciones de soluciones, con respecto a recolección, reutilización que lograron identificar productos creados con sargazo, como lo son bloques sostenibles, jabón y la generación de energía pero realmente el problema identificado ha sido el costo – beneficio. Donde dichos proyectos no han sido rentables económicamente ya que cuesta mucho producirlos y su inversión no retorna. Lo que genera que dichos proyectos no sean lo más viable.

En cuanto a la producción de bloques sostenibles, se logró evidenciar un impacto positivo en el desarrollo económico donde al disminuir los costos de producción del bloque lo hace más asequible para la construcción de viviendas en Santo Domingo estableciendo una buena base para equilibrio entre el costo y la calidad en las construcciones. A pesar de ser una excelente alternativa se evidencia una dificultad en su implementación porque se necesita un porcentaje muy bajo de sargazo para la producción de un bloque óptimo, que pueda ser usado en las construcciones, este valor corresponde a un 40%, al mismo tiempo la cantidad de sargazo recolectado tiende a ser mucho mayor al que se necesita para la elaboración de los bloques. Por este motivo se hace la siguiente apreciación; consideramos pertinente el establecer estrategias a gran escala en la producción y promoción de dicho producto acompañado de incentivos a las empresas para que se involucren y aporten en la solución de este problema.

En conclusión, esta investigación propone nuevas estrategias sostenibles en torno al manejo del sargazo a través de un análisis exhaustivo partiendo desde el monitoreo satelital, pasando por los sistemas de recolección y almacenamiento y posterior proceso de reutilización para materias primas en el campo de la construcción sostenible.

Los resultados de nuestro estudio permiten comprender que el sargazo es una fuente potencial de empleo y desarrollo tecnológico en la región buscando que al aplicar las estrategias que planteamos se genere un flujo económico en la región generando otras fuentes de ingresos, el desarrollo de infraestructuras de bajo costo y preservación de los ecosistemas.

Si bien nuestro aporte teórico es prometedor, somos conscientes de las limitaciones en este estudio. Las pruebas en campo fueron escasas y hasta el momento por dificultad en la obtención de la materia prima fue complicado realizar las pruebas en laboratorio que sustentan el componente teórico de este documento es por esto que como recomendación para futuras investigaciones consideramos pertinente poner en práctica los procesos que dejamos planteados anteriormente lo cual con certeza abrirá la posibilidad de generar nuevas hipótesis y proporcionará una comprensión aún mayor de todo el potencial que vimos en el sargazo.

Bibliografía

- Arellano, M. (27 de Agosto de 2022). *Mexicano transforma sargazo en bloques para construcción como solución a la plaga cíclica*. Obtenido de Archdaily:
<https://www.archdaily.co/co/986538/mexicano-transforma-sargazo-en-bloques-para-construccion-como-solucion-a-la-plaga-ciclica>
- Cid, M. d. (25 de Mayo de 2022). *República Dominicana adquiere sistema de monitoreo satelital de sargazo*. Obtenido de Diario Libre:
<https://www.diariolibre.com/planeta/medioambiente/2022/05/25/rd-monitoreara-sargazo-por-satelite/1851206>
- Diego Bernal Chimal, A. G. (27 de mayo de 2020). *Papel a base de sargazo*. Mexico.
- Hernández, R. (5 de Mayo de 2023). *Escenarios de presencias de Sargazo en territorio Dominicano*. Obtenido de ONE- Oficina Nacional de Estadística:
<https://www.one.gob.do/publicaciones/2023/infografia-sobre-escenarios-de-presencias-de-sargazo-en-territorio-dominicano/?altTemplate=publicacionOnline>
- Innovación, C. -C. (2018). *INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA TECNOLOGÍAS SOBRE LA RECOLECCIÓN DEL SARGAZO*. Obtenido de OMPI:
http://www.registronacional.go.cr/propiedad_industrial/Documentos/IVT%20TECNOLOGIAS%20SOBRE%20RECOLECCION%20DEL%20SARGAZO,%20RED%20CATI%20CARD%20REPUBLICA%20DOMINICANA.PDF
- Ladrillera Mecanizada*. (2021). Obtenido de Ladrillera Mecanizada:
<https://www.ladrillramecanizada.com/blog/proceso-ladrillo/>
- Martin, L. M. (Mayo de 2016). *PELAGIC SARGASSUM AND ITS ASSOCIATED MOBILE FAUNA IN THE CARIBBEAN, GULF OF MEXICO, AND SARGASSO SEA*. Obtenido de CORE: <https://core.ac.uk/reader/79652940>

- MARTIN, L. M. (Mayo de 2016). *Submitted to the Office of Graduate and Professional Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of* . Obtenido de Core: <https://core.ac.uk/reader/79652940>
- Nora M.A. Ponce, C. A., & a L. Flores, C. A. (2003). *Fucoidans from the brown seaweed Adenocystis utricularis: extraction methods, antiviral activity and structural studies*.
- organization, F. F. (24 de Noviembre de 2021). *Cooperación internacional enfrentará arribo de sargazo en costas del Gran Caribe*. Obtenido de FAO en República Dominicana: <https://www.fao.org/republica-dominicana/noticias/detail-events/en/c/1457242/>
- Oswaldo, A. B. (2019). *¿Qué es el sargazo? Algunas Aplicaciones del sargazo*. Obtenido de Biomaya: <https://www.biomaya.mx/index.html>
- Paola Laurienzo, E. (2018). *Marine Polysaccharides*. MPDI BOOKS.
- Ramírez, J. M. (26 de Abril de 2023). *Sargazo invade costas y playas Santo Domingo y San Pedro*. Obtenido de Hoy Guardianes de la Verdad: <https://hoy.com.do/costas-y-playas-de-sd-y-spm-invadidas-por-el-sargazo/>
- Rodríguez Pérez, D. A. (Junio de 2023). *El cannabis sativa como material alternativo en la construcción - Uso del Cáñamo en Colombia en la fabricación de bloques para muros divisorios*. Bogota, Colombia: Universidad Piloto de Colombia .
- Silvestre, E. (16 de mayo de 2023). *Procesarán sargazo para producir energía eléctrica*. Obtenido de El día: <https://eldia.com.do/procesaran-sargazo-para-producir-energia-electrica>
- Tejeda, L. (18 de octubre de 2022). *Andrés Bisonó León, el joven que busca una solución al problema del sargazo*. Obtenido de forbes: <https://forbes.do/negocios/2022-10-18/materia-prima>
- Unidas, O. d. (s.f.). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

W.A.J.P. Wijesinghe, Y.-J. J. (2012). *Biological activities and potential industrial applications of fucose rich sulfated polysaccharides and fucoidans isolated from brown seaweeds*. ScienceDirect.