



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA
PROPUESTA DE PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO
DE SARGAZO

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN INGENIERÍA

PRESENTA:
HAROLD ARENAS DIMAS

TUTOR PRINCIPAL
FRANCISCA IRENE SOLER ANGUIANO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ciudad Universitaria, Ciudad de México, enero 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a la **Universidad Nacional Autónoma de México** por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de progresar en mi carrera profesional estudiando en sus programas de Maestría.

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutora de tesis, la **Mtra. Francis Irene Soler Anguiano** ya que, con su experiencia, comprensión y paciencia, pero sobre todo su motivación por no desistir en culminar esta investigación, pude llegar hasta donde no pensé alcanzar.

No tengo palabras para expresar mi gratitud por su inmenso apoyo durante este viaje. De manera especial a la **Mtra. Carmen Angelina García Cerrud**, agradezco en todo lo que me ayudó, recopilar datos y el tiempo dedicado a revisar mi trabajo. Los comentarios de mejora, las sugerencias de bibliografía, para revisar conceptos, propuestas y análisis son la base de estas páginas. Esta tesis no sería la que es sin sus recomendaciones.

Gracias infinitas a mi **Madre, Esposa e hijos** por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha y serán el pilar de este logro.

Por último expreso mi gratitud a **mis hermanos**, quienes supieron brindarme su tiempo para escucharme y apoyarme, Sin ustedes, todo esto no habría sido posible. Su amor y sacrificio han sido la luz que guió mi camino a través de este viaje académico.

DEDICATORIAS

Dedico con especial cariño a mi padre querido **Isidro Arenas Ortiz**, quien, aunque no está físicamente presente, sus enseñanzas siguen guiándome día a día. Este logro es en tu honor. Mi corazón todavía llora por tu ausencia, pero sé estas muy orgullo de mi desde donde estas. Te extraño mucho, pero esta dedicatoria es una forma de decirte que siempre estás presente en mí.

A mi madre **Otilia Dimas Cristóbal**, quien con su fortaleza, sabiduría y amor incondicional me ha guiado y apoyado en cada paso de mi vida. Este logro es un triunfo de los dos. Eres mi ejemplo para seguir, porque a pesar de los duros momentos sigues firme, estoy orgulloso de decirte madre.

A mi amada esposa **Érica Amparo Carbajal Hernández**, quien creyó en mí desde el primer día. Por sus sacrificios, su apoyo constante, su paciencia, pero sobre todo por su amor incondicional que han sido la parte integral en mi camino académico y personal. Mi compañera en todo.

Pero sobre todo a mis hijos **Edwin Tonatiúh, Eimy Odette y Edward Hiram**, que son mi motivación y alegría, las piedras angulares para seguir combatiendo en esta vida, el mejor regalo que haya podido recibir de parte de Dios.

RESUMEN	10
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	14
CAPITULO 1. EL SARGAZO	16
1.1 El mar del sargazo.....	16
1.2. Tipos de sargazo	17
1.3. Problemáticas ocasionadas por el sargazo	20
1.4. El sargazo en el mundo	22
1.4.2 Medidas adoptadas a nivel mundial	24
1.4.3 Recolección del sargazo en el mundo	26
1.5. El sargazo en México.....	29
1.5.1 Problemática del sargazo en México.....	30
1.5.2. Recolección del sargazo en México	33
1.5.3. Propuestas para el uso del sargazo en México	38
CAPITULO 2. DESARROLLO DE PROCESOS Y DISEÑO DE PLANTA.....	42
2.1. Desarrollo de procesos.....	42
2.2. Diseño de planta.....	45
2.2.1 Tipos de diseño de planta	50
2.3 Metodología para cálculo de espacio	54
CAPITULO 3. METODOLOGÍA.....	60
3.1 Caracterización sargazo en la zona a recolectar.	60
3.2 Determinación del proceso de recolección y almacenamiento	60
3.3 Determinación de métodos del proceso	61
3.4 Determinación de la maquinaria necesaria	61

3.5	Determinación de la mano de obra	61
3.6	Determinación de las instalaciones necesarias	62
CAPITULO 4. CASO DE ESTUDIO: Zona de Othón P. Blanco		64
4.1	Descripción de la zona de Othón P. Blanco.....	64
4.2	Aplicación de la metodología propuesta.....	69
4.2.1	Caracterización sargazo en la zona a recolectar.....	69
4.2.2	Determinación del proceso de recolección y almacenamiento	72
4.2.3	Determinación de métodos del proceso	73
4.2.4	Determinación de la maquinaria necesaria.....	81
4.2.4	Determinación de la mano de obra	105
4.2.5	Determinación de las instalaciones necesarias	106
4.2.5.1	Diagrama de espacios	107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		115
BIBLIOGRAFÍA		117

ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Sargazo flotante en habidad normal	16
Ilustración 2	Mar del sargazo	17
Ilustración 3	Tipos de sargazo	18
Ilustración 4	Fotos satelitales del gran cinturón de sargazo	21
Ilustración 5	El sargazo convirtiéndose en un problema mundial.....	22
Ilustración 6	Recolección de sargazo por hombres y mujeres	26
Ilustración 7	Transporte de sargazo en camiones de carga	27
Ilustración 8	La invasión del sargazo causando la muerte de diferentes especies	31
Ilustración 9	Pescadores liberando sus timones	32
Ilustración 10	Playas turísticas cubiertas de sargazo.....	32
Ilustración 11	Tiraderos clandestinos	33

Ilustración 12 Limpieza con maquina tamizadora.....	35
Ilustración 13 Limpieza con cribado	36
Ilustración 14 Limpieza con maquina scarbat	37
Ilustración 15 Bloques de sargazo y materias orgánicas	40
Ilustración 16 Factores influyentes en la distribución de planta	46
Ilustración 17 factor de productos y materiales	47
Ilustración 18 Factor maquinaria.....	47
Ilustración 19 Almacenaje del producto	49
Ilustración 20 Esquema de distribución por producto	51
Ilustración 21 SEMAR revela playas con índices de sargazo	64
Ilustración 22 Localización de Othón P. Blanco	64
Ilustración 23 Serie de tiempo de detección de sargazo 2001.2021	70
Ilustración 24 Sargazo semi húmedo.....	70
Ilustración 25 Método del proceso	73
Ilustración 26 Recolección de sargazo con rastrillo en carretilla	74
Ilustración 27 Arrastre de sargazo en cuatrimoto.....	74
Ilustración 28 Recolección con maquina Scarbat	75
Ilustración 29 Método Tamizado.....	75
Ilustración 30 Prelavado del sargazo	77
Ilustración 31 Llenado de sargazo a camiones	78
Ilustración 32 Lavado de sargazo	78
Ilustración 33 Secado de sargazo.....	79
Ilustración 34 Empacadora de pacas	79
Ilustración 35 Pacas empacadas	80
Ilustración 36 Diagrama de áreas	107
Ilustración 37 Vistas generales de la planta de producción.....	111
Ilustración 38 Vista de área de descarga	112
Ilustración 39 Vistas de área de lavado	112
Ilustración 40 Vista área de secado	113
Ilustración 41 vista área de almacenamiento.....	113
Ilustración 42 Vista área administrativa y servicio personal.....	114

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Características del sargazo natans y fluitans	19
Tabla 2 Ventajas y desventajas del diseño de planta orientada al producto.....	51
Tabla 3 Ventajas y desventajas del diseño de planta orientada al proceso.....	52
Tabla 4 Ventajas y desventajas del diseño de planta por posición fija.....	53
Tabla 5 Criterios ecológicos	66
Tabla 6 Recolección de sargazo litoral del caribe mexicano (SEMAR)	71
Tabla 7 Arribo de sargazo	72
Tabla 8 Métodos de recolección en playa	76
Tabla 9 Recursos requeridos para recolección del sargazo	83
Tabla 10 Datos específicos de camioneta de transporte de herramienta, maquinaria y mano de obra	83
Tabla 11 Datos Específicos de cuatrimoto	84
Tabla 12 Datos Específicos de Maquina Scrabat	85
Tabla 13 Datos Específicos del Tractor.....	86
Tabla 14 Datos Específicos de Tamizadora Troyer Playa.....	87
Tabla 15 Datos Específicos de Carretilla	88
Tabla 16 Datos Específicos de Rastrillo.....	89
Tabla 17 Datos Específicos de Bieldo.....	89
Tabla 18 Recursos requeridos para el prelavado	91
Tabla 19 Ficha especifica de carretilla	91
Tabla 20 Ficha ESPECIFICA DE Caja Rejilla	92
Tabla 21 Recursos requeridos para transporte de sargazo.....	92
Tabla 22 Datos Específicos de camión de volteo de un eje.....	93
Tabla 23 calculo del área requerida para descarga y lavado	96
Tabla 24 Recursos requeridos para lavado	97
Tabla 25 Datos específicos de carretilla	97
Tabla 26 Datos específicos de bieldo	98

Tabla 27 Datos específicos del estanque	98
Tabla 28 Cantidad de recolectores para secado de sargazo	99
Tabla 29 Calculo de área de secado del sargazo	100
Tabla 30 Recursos requeridos para el secado de sargazo	100
Tabla 31 Ficha técnica del humidímetro	100
Tabla 32 Maquinaria requerida para almacenamiento	102
Tabla 33 Calculo de área para almacenamiento de pacas de sargazo.	102
Tabla 34 Recursos requeridos para el almacenamiento de pacas	103
Tabla 35 Ficha técnica de bobina de alambre.....	104
Tabla 36 Ficha técnica de empacadora de motor	104
Tabla 37 Presupuesto de mano de Obra	105
Tabla 38 Calculo de área total del diagrama de espacios	108
Tabla 39 medida de áreas limitadas.....	110

TABLAS DE ECUACIONES

Ecuación 1 Cálculos de espacio del método grauchet.....	55
Ecuación 2 Cálculos de volumen de empleados del método Grauchet	56
Ecuación 3 Cálculos de espacio del método Grauchet	56
Ecuación 4 Cálculos de espacio Superficie estática	57
Ecuación 5 Cálculos de espacio Superficie de gravitación	57
Ecuación 6 Cálculos de espacio Superficie de evolución.....	58

RESUMEN

La problemática ocasionada por el alga que proviene del océano atlántico y comenzó a adentrarse en las playas de diferentes regiones del mundo es de suma importancia ya que afecta tanto a la vida marina como a la terrestre en las costas, las cuales se han visto paulatinamente afectadas y cuya situación podría alcanzar niveles críticos a nivel mundial.

Las cantidades de arribazón a las costas son de gran preocupación debido a su acumulación y descomposición en playas y lagunas afecta y genera tres problemas básicos a resolver, como son: ecológico (los ecosistemas costeros), económico (la industria turística, que es el motor financiero local) y de sanidad (la salud humana).

Los gobiernos de los países afectados han invertido en la recolección de la macroalga, aunque la extracción de esta ha causado daños al medio ambiente debido a la incorrecta recolección y transportación de esta por lo cual se propone diseñar un proceso eficiente para la recolección, limpieza, traslado y almacenamiento del sargazo en para contribuir al equilibrio del ecosistema y generar un beneficio económico promoviendo la reutilización de la macroalga.

El objetivo de este proyecto es analizar y diseñar una estrategia en el corto y mediano plazo, estableciendo un proceso eficiente de recolección del sargazo, a la ribera del mar del caribe mexicano, dando a conocer las diferentes características de la macroalga, previendo los diferentes procesos del alga en otros países como en México, confeccionando una alternativa de solución a partir de sus variados usos. Contribuyendo al equilibrio del ecosistema y generando un beneficio económico promoviendo la reutilización de la macroalga contribuir para elaborar un producto. El protocolo para recolectar, procesar y reusar el sargazo convertirá el problema en una oportunidad para crear valor. Así, con la recolección y utilización del sargazo las playas del caribe se beneficiarán eliminando las afectaciones ecológicas, mal olor y daños a la salud, que la acumulación del alga genera.

En el Capítulo 1 se presenta el sargazo y problemáticas generadas en el mundo y especialmente en caribe mexicano, para poder dar a conocer las medidas tomadas internacionales y por el gobierno de México para. En el Capítulo 2 se explica la distribución en planta y como es que esta define como la organización física de los elementos, comprendiendo los espacios necesarios para los movimientos, el almacenamiento, los

colaboradores directos o indirectos y todos los factores que tengan lugar en dicha instalación, como: materia, maquinaria, hombre, movimiento, espera, servicio, edificio y cambio.

El Capítulo 3 contiene la metodología propuesta, la cual incluye el método cuantitativo de investigación, que es útil para estudiar un problema mediante datos claros, definidos y limitados, que no ayuda a obtener resultados de cualidad numérica y descriptivos, intentando especificar propiedades, características y rasgos importantes del fenómeno estudiado. Y se lograra a través de la caracterización en la zona a recolectar y las diferentes determinaciones como del proceso de recolección y almacenamiento, métodos del proceso y maquinaria necesaria, mano de obra e instalaciones necesarias. En el Capítulo 4 se aplica la metodología a el caso de Estudio: Zona de Othón P. Blanco

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.

ABSTRACT

The problem caused by the algae that comes from the Atlantic Ocean and began to enter the beaches of different regions of the world is of the utmost importance since it affects both marine and terrestrial life on the coasts, which have been gradually affected. and whose situation could reach critical levels worldwide.

The amounts of arrival at the coasts are of great concern due to their accumulation and decomposition on beaches and lagoons, which affects and generates three basic problems to solve, such as: ecological (coastal ecosystems), economic (the tourist industry, which is the engine local financial) and health (human health).

The governments of the affected countries have invested in the collection of the macroalgae, although its extraction has caused damage to the environment due to its incorrect collection and transportation, for which it is proposed to design an efficient process for the collection, cleaning, transfer and storage of sargassum in order to contribute to the balance of the ecosystem and generate an economic benefit by promoting the reuse of the macroalgae.

The objective of this project is to analyze and design a strategy in the short and medium term, establishing an efficient process of collecting sargassum, on the shore of the Mexican Caribbean Sea, making known the different characteristics of the macroalgae, anticipating the different processes of the algae in other countries such as in Mexico, making an alternative solution from its various uses. Contributing to the balance of the ecosystem and generating an economic benefit by promoting the reuse of the macroalgae, contributing to the elaboration of a product. The protocol to collect, process and reuse sargassum will turn the problem into an opportunity to create value. Thus, with the collection and use of sargassum, the Caribbean beaches will benefit by eliminating the ecological effects, unpleasant smell, and damage to health, which the accumulation of algae generates.

Chapter 1 presents sargassum and problems generated in the world and especially in the Mexican Caribbean, to publicize the measures taken internationally and by the Mexican government to. Chapter 2 explains the floor plan distribution and how it is defined as the physical organization of the elements, including the spaces necessary for movements, storage, direct or indirect collaborators and all the factors that take place in said installation., such as: matter, machinery, man, movement, waiting, service, building and change.

Chapter 3 holds the proposed methodology, which includes the quantitative research method, which is useful to study a problem through clear, defined, and limited data, which does not help to obtain results of numerical and descriptive quality, trying to specify properties, characteristics, and key features of the studied phenomenon. And it will be achieved through the characterization of the area to be collected and the different determinations such as the collection and storage process, process methods and necessary machinery, labor, and necessary facilities. In Chapter 4, the methodology is applied to the case study: Othón P. Blanco area

Finally, the conclusions and recommendations are presented.

INTRODUCCIÓN

La macroalga marina que flota en la superficie del océano, en un estado equilibrado, sirve como hábitat a muchas especies como tortugas marinas, peces, camarones, cangrejos y aves, y funciona como sitios de reproducción y crianza ya que proporciona sombra, refugio y alimento a peces, para muchos organismos, y ayuda al correcto funcionamiento del ecosistema (Pendleton et al., 2014). Históricamente, la distribución del sargazo oceánico, compuesto de las especies natans y fluitans, se ha centrado en el Mar de los Sargazos, en el medio del giro Subtropical del Atlántico Norte. Esas masas de sargazo flotan y migran hacia el oeste y algunas algas, en cantidad menor, llegan a las islas localizadas al este y oeste del Caribe y a la parte este de la península de Yucatán. Sin embargo, En el verano de 2013, ocurrió una afluencia masiva de sargazo en el Caribe. Los autores sugirieron que el sargazo del Caribe no era proveniente del Mar de los Sargazos. la Región de Recirculación del Atlántico Norte y la cuenca de Amazonas contienen muchos nutrientes (nitrógeno y fósforo). La gran cantidad de sargazo en el Caribe se ha atribuido al alto contenido de nutrientes de esta agua, tanto el sargazo natans como fluitans duplican su biomasa en aproximadamente 11 días, en comparación con 50 días en aguas oceánicas del Mar de los Sargazos (Lapointe et al., 2014). Un aumento en la temperatura de la superficie del océano también podría haber jugado un papel en el aumento de sargazo, dado que en 2015 se registraron las temperaturas más altas a nivel global en los últimos 135 años (NOAA, 2016)



CAPITULO 1

El sargazo

CAPITULO 1. EL SARGAZO

1.1 El mar del sargazo

El sargazo es un conjunto de macroalgas marinas, del género *Sargassum*, que presentan colores pardos, negros y verdes y tienen diversas texturas (rizadas, laminadas, en estirpe) el cual puede ocupar extensas superficies en una gran variedad de hábitats (Caballero Vazquez, Acosta González, & Hernandez Zepeda, 2020, pág. 19) (Ilustración 1).

En el océano funciona como hábitat, refugio y sitio de alimentación o desove para varias especies marinas que utilizan estas macroalgas como medio de alimento (Imagen 1), protección y transporte (Caballero Vazquez, Acosta González, & Hernandez Zepeda, 2020, pág. 6).

Las especies más representativas de sargazo que conforman los mantos flotantes son: *Sargassum natans* y *S. fluitans* que pertenecen al grupo de algas cafés o pardas, el cual flota de manera libre en el océano y son originarias de zonas tropicales y subtropicales, que constituye un hábitat importante para diversas especies marinas, como tortugas, aves, crustáceos y peces.

Ilustración 1 Sargazo flotante en habitad normal



Fuente: (Albarrán, 2019)

Dicho sargazo vive y crece en aguas con pocos nutrientes dentro del giro subtropical del Atlántico Norte, en lo que se conoce como mar de los Sargazos (Ilustración 2), el cual es una región del océano Atlántico nórdico que se extiende entre los meridianos 70° y 40° O y

los paralelos 25° a 35° N. con una superficie aproximada de 3 500 000 km², se caracteriza por la ausencia de vientos o corrientes marinas, y la abundancia de plancton y algas, estas últimas formando bosques marinos superficiales que pueden extenderse en todo el espacio (Nava Jiménez & Sánchez Hernández, 2020). La región se encuentra rodeada por corrientes oceánicas que mantiene su ecosistema un poco separado del resto del Atlántico (Despsey, 2015). y determinan un sistema de aguas cálidas que se mueven muy lentamente en sentido horario, sobre las aguas más profundas del océano, mucho más frías y densas. En las aguas superficiales, donde llega la luz, abunda los organismos microscópicos vegetales (plancton), que consume sales como los fosfatos y nitratos y en las regiones superiores del mar apenas existe vida animal, debido a la diferencia de densidad, y la variación de temperaturas, pero ahí surge y abunda el sargazo. De ahí el nombre mar del sargazo (Despsey, 2015).

Ilustración 2 Mar del sargazo



Fuente: (Grupo Arco Latinoamerica, 2021)

1.2. Tipos de sargazo

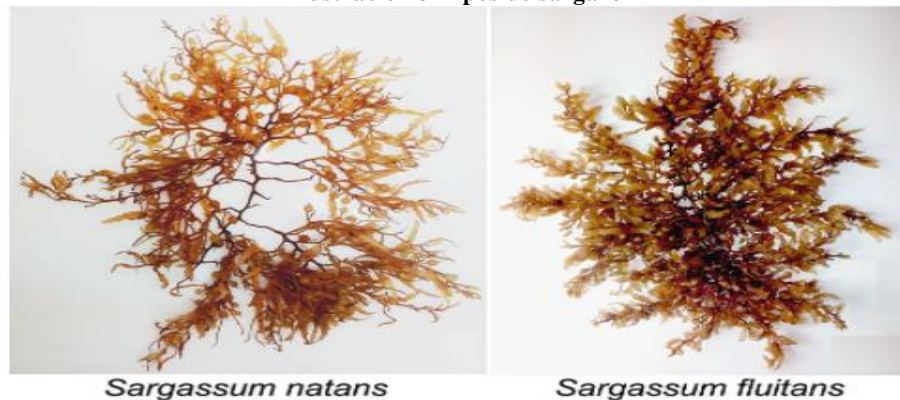
El género de macroalgas *Sargassum* tiene aproximadamente 450 especies que se encuentran entre las más grandes de las zonas tropicales (Tabla 1). El *Sargassum natans* y *S. fluitans*; son los géneros más comunes; siendo el primero el más abundante en las aguas del Atlántico (Ilustración 3). Estas especies pertenecen a la División Phaeophyta, son típicamente de color café pálido-amarillento de 20 a 80 cm de diámetro y se configuran a partir de un tallo

ramificado de follaje abundante con filoides acerrados y numerosos nematocistos de menos de 1 cm de diámetro. Los nematocistos son vesículas pequeñas que funcionan como flotadores ya que están rellenos de gas, que les permiten vivir flotando mientras son arrastradas por las corrientes y el viento. presumiblemente compuesto de oxígeno y pequeñas cantidades de nitrógeno (safmc) Su reproducción por fragmentación da lugar a una planta nueva de cada fragmento que se desprende (Bernal España, 2020)

Los arribazones se presentan todo el año en intensidades cambiantes, pero con dos incrementos de alta diversidad alrededor de los meses de julio-agosto y octubre-noviembre. De las 40 especies encontradas, 25 son de tallas grandes y susceptibles de ser explotadas, mientras que 14 son pequeñas y más difíciles de usar; 22 son estacionales y 15 son perennes.

El sargazo tiene un gran valor ecológico en los manchones en altamar, los cuales proveen sombra y alimento a múltiples especies, varias de ellas de gran valor comercial. Sin embargo, al llegar a la costa genera un sinnúmero de problemas, tanto para el ambiente como para los habitantes ribereños y el conjunto de la infraestructura turística (Aldana Aranda, Enríquez Díaz , & Elías, 2020).

Ilustración 3 Tipos de sargazo



Fuente: (Robledo & Vazquez, 2019)

Tabla 1 Características del sargazo natans y fluitans

TIPO	NOMBRE COMÚN	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	LUGAR DE ORIGEN	DESCRIPCIÓN GENERAL	IMPACTOS	MEDIDAS DE CONTROL	DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO
Sargassum natans L, Gaillon	Saragazo nadador I, Sargazo de frondas largas y delgadas	Reino: Chromista Filo: Ochrophyta Clase: Phaeophyceae Subclase: Fucophycidae Orden: Fucales Familia: Sargassaceae Género: Sargassum Especie: natans	Mar del Atlántico Norte	Planta flotante sin sistema radicular. Tallo sin espinas. Vejigas esféricas sin alas. Las vejigas contienen aire. Hoja lineal con márgenes dentados y bordes irregulares. Reproducción asexual por fragmentación.	Estrés provocado a las plantas acuáticas y corales por la reducción de luz y oxígeno. Crecimiento de plantas no nativas. Pérdidas de praderas marinas cercanas a la costa y algunas colonias de coral. Compactación de playas.	Remoción de manera manual o con la utilización de maquinaria no pesada	Campeche Quintana Roo Veracruz Yucatán Tamaulipas
Sargassum fluitans Borgessen	Sargazo de frondas cortas y anchas, Sargazo flotante III	Reino: Chromista Filo: Ochrophyta Clase: Phaeophyceae S Subclase: Fucophycidae Orden: Fucales Familia: Sargassaceae Género: Sargassum Especie: fluitans	Mar del Atlántico Norte	Planta flotante sin sistema radicular El tallo tiene espinas Las vejigas con tallo con ala Hoja lanceolada con márgenes dentados y con bordes irregulares Reproducción asexual por fragmentación, sin patrón	Estrés provocado a las plantas acuáticas y corales por la reducción de luz y oxígeno. Crecimiento de plantas no nativas. Pérdidas de praderas marinas cercanas a la costa y algunas colonias de coral. Compactación de playas.	Remoción de manera manual o con la utilización de maquinaria no pesada	Campeche Quintana Roo Veracruz Yucatán Tamaulipas

Fuente: Elaboración propia con base en: (Secretaría de Medio Ambiente , 2019)

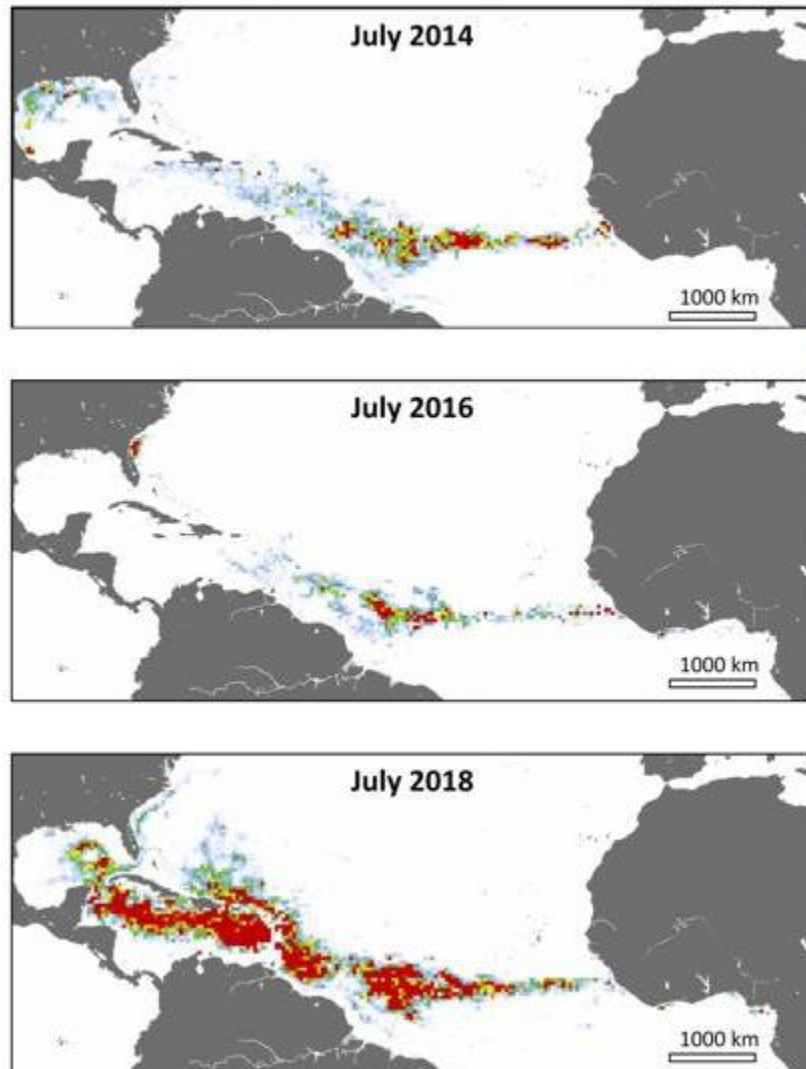
1.3. Problemáticas ocasionadas por el sargazo

El sargazo que flota en la superficie del océano, en un estado equilibrado, sirve como hábitat a muchas especies marinas, ya que proporciona sombra, refugio y alimento a peces, camarones, cangrejos y tortuga., ayudando al correcto funcionamiento del ecosistema (Vazquez, 2019). Sin embargo, en los últimos años se han presenciado cantidades atípicas perjudiciales del sargazo desde hace poco menos de 10 años, las cuales se manifiestan con el arribo de sargazo en cantidades cada vez mayores a las observadas históricamente en diferentes costas del Atlántico (Perez Ortega, Toche, & Vidal Valero , 2019).

La hipótesis de que se ha formado un Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico que proviene del norte de Brasil está sustentada en la conectividad que se mantiene con las aguas de desembocadura del río Amazonas que llegan al Caribe (Aldana Aranda, México ante el sargazo, 2020, pág. 6).

Desde entonces la nueva biomasa de sargazo ha crecido en forma muy significativa a lo largo de esta década. En el ámbito científico, ya reconocido como un fenómeno nuevo y de dimensiones colosales, adquirió identidad propia: "El Nuevo Mar de los Sargazos" (IRD) o el "Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico" (Carrillo & Sheinbaum Pardo, 2020) ara 2018 y 2019 el volumen y extensión de este sargazo en el Atlántico ya se había tornado alarmante. Se estimó que en junio de 2018 su peso vivo en el mar fue de más de 20 millones de toneladas, en la Ilustración 4 se puede percibir como el cinturón del sargazo ha ido incrementando gradualmente cada año y en 2015 y 2018 la masa alcanzó su mayor dimensión, extendiéndose más de 8.850 kilómetros y superando las 9 millones de toneladas en el 2015 y una masa de sargazo que llegó a pesar unas 20 millones de toneladas en el 2018 (Miranda, 2019).“La marea marrón o dorado” como se le conoce al sargazo cuando se concentra en la costa, genera emanaciones de ácido sulfhídrico a partir del proceso de descomposición del alga, las cuales son tóxicas. (Martínez Gonzalez, 2019).

Ilustración 4 Fotos satelitales del gran cinturón de sargazo



Fuente: ABC Sociedad, Información: (Miranda, 2019)

Los impactos en los ecosistemas y su biodiversidad por los arribazones atípicos de sargazo se hacen evidentes en la temporada de anidación de tortugas marinas, la época de captura de langosta, así como los periodos y sitios de desove de peces, corales y moluscos, entre ellos el emblema del Caribe: el caracol rosa (Aldana Aranda, Enríquez Díaz , & Elías, 2020). También se alteran los ciclos biogeoquímicos al formarse zonas con baja concentración de oxígeno en los manglares, lagunas arrénciales y dunas costeras. Su acumulación aumenta la temperatura del agua e impide el paso de la luz solar, lo cual afecta a las praderas marinas y los corales (Creary, 2018). Asimismo, los cambios regulares en la diversidad y abundancia de la fauna y flora son impactados por el sargazo y se verán reflejados en la estructura de la comunidad con efectos en las pesquerías y el arrecife mesoamericano.

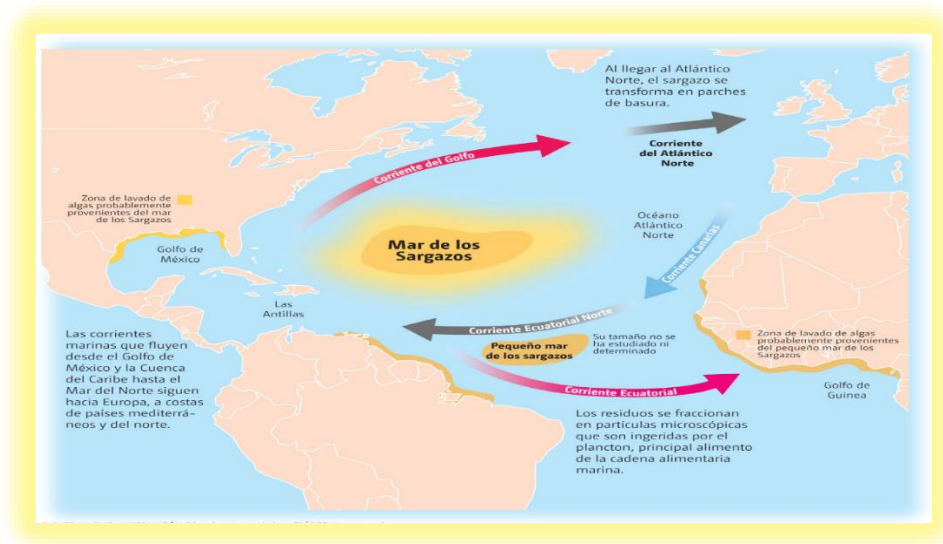
El sargazo también afecta a los ecosistemas terrestres, desde la duna costera y el acuífero hasta la selva, dado que para su deposición final se está enterrando en las playas o se está tirando en la selva, sin ningún acondicionamiento de terrenos con geomembranas para la recolección de los líquidos derivados del proceso de descomposición (Hernández Arana , 2020).

1.4. El sargazo en el mundo

El Sargazo se localiza principalmente en el océano Atlántico, se extiende desde África Occidental hasta el Golfo de México. La distribución espacial del GASB (por sus siglas en inglés Government Accounting Standards Board es impulsada principalmente por la circulación oceánica (El Financiero, 2019) Las corrientes oceánicas lo empujan, causando estragos en las costas que bordean el Atlántico tropical, el Mar Caribe, el Golfo de México y la costa este de Florida. Los investigadores creen que la proliferación responde al aumento de nutrientes en los mares, algunos naturales, otros derivados de la actividad humana (Miranda, 2019).

El Sargazo afecta a más de 20 países en el mundo desde países de Sudamérica hasta regiones de África y Europa (Ilustración 5), y se estima que se extienda hacia el Atlántico, desde el Mar de los Sargazos a islas Azores, Cabo Verde, Mar del Norte y el peñón de Gibraltar (Franco, 2019). Adicional a la extensión mundial que ha presentado el sargazo, es importante evaluar que el volumen presenta cifras históricas. Visto a nivel de Playas, destacan como las más afectadas las Islas Vírgenes Británicas, Seychelles, Indonesia, Guadalupe, Florida, Martinica y Yucatán (Solano, Roberto; Rodríguez , Brian, 2019).

Ilustración 5 El sargazo convirtiéndose en un problema mundial



Fuente: (Meraz, 2019)

Por lo cual; diversos especialistas en Turismo, Negocios y Ecosistemas visualizan las siguientes consecuencias por el sargazo a nivel mundial (Solano, Roberto; Rodríguez, Brian, 2019)

- Replanteamiento de estrategias del cambio climático, ya que uno de los factores que se consideran que han contribuido a este desastre están asociados a la poca atención del deshielo de las zonas polares.
- Reconfiguración momentánea del turismo, ya que, si bien los destinos de playas que se ven afectados muestran una madurez importante en ocupación hotelera, éstos podrían ser reemplazados por otros destinos de playas sin afectaciones, o en su caso, modificar las tendencias de destinos durante 2019-2020.
- Tratamiento adecuado del problema, ya que bajo la visión de especialistas el sargazo podría persistir en diversos momentos hacia futuro, es importante recordar que este contexto se ha intensificado en el último lustro.

Con la finalidad de afrontar dichas consecuencias, se han adoptado medidas de contención, las cuales ayudan a evitar la llegada del sargazo a la playa, mantener limpias las playas y darle un uso sustentable al sargazo al recolectarlo para ser aprovechado en productos sustentables.

1.4.2 Medidas adoptadas a nivel mundial

Tomando en cuenta las múltiples afectaciones del sargazo en el mundo, se realizó una reunión entre 13 países para atender dicha emergencia. Como parte de esta reunión, la región del Caribe y Centroamérica (zonas más afectadas) han materializado 26 acuerdos que son los siguientes (Solano, Roberto; Rodríguez , Brian, 2019):

1. Construcción de una agenda de Cooperación en materia de análisis del fenómeno del arribo del sargazo para generar propuestas de solución de fondo en el contexto internacional
2. Para difusión de los conocimientos y avances, se tiene el dominio web: internationalsargassumsystem.com el cual empezará a operar a partir de mañana y que será una plataforma colaborativa.
3. Incluir en el dominio información puntual y abierta, que incluya: monitoreo, biología del sargazo, ciclos de arribo y recolección, investigación social y salud pública, industrialización, educación, entre otros.
4. Crear “protocolos” que versen sus lineamientos en los ya existentes a nivel regional, estatal y por país. Y se propone la organización de grupos interdisciplinarios encargados de investigaciones específicas que enriquezcan la plataforma.
5. Nutrir el dominio web por ahora, con la información que cada región pueda aportar, y así, generar el desarrollo de indicadores que sean de fácil acceso y entendimiento.
6. Difusión del estado del sargazo a través de documentales, elaborados por cadenas de televisión internacionales que muestren las distintas posturas y acciones que se toman en torno a este tema.
7. Definir cómo se van a llegar y en qué condiciones van a operar, los mecanismos financieros para atender el problema.
8. Trabajar apoyándose en redes existentes.
9. Llevar el tema a una sesión técnica al CBD (convenio de biodiversidad biológica) o en la COP como un convenio marco para aterrizar las políticas internacionales.
10. Trabajar en una declaratoria para definir plan emergente de sargazo 2019-2020.
11. Establecer una plataforma accesible a todos los países.
12. Elaborar el plan de trabajo y definir un proyecto global para solicitar el financiamiento.

13. Retomar la cooperación sur-sur entre países, fortalecimiento de conocimientos, intercambio de experiencias, y capacidades.
14. Sumar a las empresas de cruceros.
15. Establecer líneas de acción y hacer un mapeo para saber tipo de proyectos que se están desarrollando, identificando proyectos que se puedan vincular, generar alianzas bilaterales y multilaterales.
16. Focalizar financiamiento para resolver problemas inmediatos.
17. El primer financiamiento deberá ser enfocado para entender el fenómeno.
18. Pensar en la diversificación de la economía.
19. Recurso y presupuesto en cuestiones culturales y de información a la población.
20. Continuar con los trabajos a través de la AEC y llegar a la reunión de Guadalupe con un plan de trabajo ya definido y tener una reunión técnica para definir y ajustar el camino a seguir.
21. Definir los siguientes pasos (junio a octubre), generar un espacio de discusión para definir el mecanismo de gobernanza, como se va a articular las acciones. Cuál es la propuesta específica. Con un punto focal.
22. La AEC ya tiene el mandato de los países, solo se requiere el plan de trabajo, para avanzar a octubre de manera técnica.
23. Identificar un punto de contacto en cada uno de los países. Refinar el documento, trabajarlo a distancia de manera conjunta.
24. La reunión en Guadalupe precede un trabajo en un comité que se reúne en junio. Foro Caribeño sobre sargazo y un centro de alerta, y puesta en común de la información... después se definirán los proyectos que serán financiados ya con los proyectos debidamente validados.
25. Coordinar las iniciativas existentes, apoyándose en el grupo de trabajo establecido sobre la Convenio de Cartagena, para guiar las iniciativas nacionales y regionales con el fin de optimizar las fuentes de financiamiento.
26. Reconocer el rol y la importancia de las comunidades locales y costeras, ya que son las primeras afectadas, pero son claves para la solución del problema.

Los países que destacan en la atención a la problemática son: México, Honduras, Nicaragua, República Dominicana, Jamaica, Trinidad y Tobago, Haití, Cuba, Panamá, Islas Guadalupe

(pertenece a Francia), Belice, Guyana y Guatemala. Por lo cual, en Perú, Pakistán, Egipto, China, Colombia se han desarrollado procesos de recolección y reutilización para el sargazo (Solano, Roberto; Rodríguez , Brian, 2019).

1.4.3 Recolección del sargazo en el mundo

Debido a la situación mundial provocada por la aparición del sargazo de manera atípica los países han desarrollado técnicas de recolección y reutilización de este como en Perú, en el cual es sargazo es utilizado como energía renovable de biomasa (Perez Ortega, Toche, & Vidal Valero , 2019) y su recolección sigue los pasos enumerados a continuación:

- **Extracción.** - Para llegar al área de extracción por mar, los algueros utilizan embarcaciones artesanales de madera y al aproximarse a la zona nadan o emplean flotadores o cámaras de llantas para alcanzar la orilla. Para llegar al área de extracción por tierra, el alguero se desliza por los escarpados o pendientes atados a cabos, procediendo a extraer las algas mediante barretas de fierro de 1,0 a 1,5 m de longitud. Con estas barretas palanquean y extraen las matas más grandes desde el rizoide. Los buzos, que generalmente son dos. extraen las matas barreteando, mientras que dos o tres tripulantes las colocan en la cubierta de la embarcación.
- **Recolección.** - La modalidad de recolección, es una actividad que realizan hombres y mujeres, en algunos casos familias completas constituidos por padres e hijos. El recojo lo realizan buscando por la orilla algas varadas (Ilustración 6).

Ilustración 6 Recolección de sargazo por hombres y mujeres



Fuente: (REPORTUR, 2019)

- Secado. - El secado se realiza colocando las algas enteras en el suelo cercano a la zona de recojo o en la misma planta de procesamiento para completar el proceso de secado. El proceso considera remover las algas en el mismo sitio a los dos a tres días para evitar la proliferación de hongos. De acuerdo con las condiciones del clima, el secado puede durar entre 2 y 15 días.
- Almacenamiento y transporte. - El proceso de almacenamiento de las algas secas enteras, se puede realizar frente a las viviendas de los acopiadores, en los muelles de desembarque artesanal, cerca de la zona de recolección o en la misma planta de procesamiento. El transporte del alga seca a las plantas de procesamiento se realiza a través de camiones de carga, desde los diferentes lugares de almacenamiento (Ilustración 7).

Ilustración 7 Transporte de sargazo en camiones de carga



Fuente: Red de monitoreo del sargazo de Quintana Roo (FACEBOOK, 2021)

- Comercialización. - Cuando las algas enteras están secas, según criterio del alguero, se venden al acopiador o directamente a las plantas procesadoras. El precio de venta está en relación con el grado de deshidratación del alga, cuanto más seca adquiere más valor comercial.
- Procesamiento en planta. - Antes de aceptar las algas enteras en la planta de procesamiento artesanal, son evaluadas como materia prima, se pesan en toneladas (seca o húmeda), para proceder al pago. Las algas son clasificadas, luego se cortan las hojas separándolas del estipe que queda junto al rizoide, y se extienden para su secado al medio ambiente. Pasado este proceso se procede a la limpieza de residuos orgánicos, piedras, arenas, etc. y se voltea para su secado final. Posteriormente son

cortados con hacha hasta el tamaño aproximado de 10 cm. para facilitar la molienda. Luego de la molienda, todavía presentan un porcentaje alto de humedad, se procede a un segundo secado natural.

De igual forma desde el 2004, el IMARPE (Instituto del Mar del Perú) recolecta datos de desembarques de algas en la Región Arequipa, y desde el 2002 las Aduanas de Matarani-Mollendo, Ilo y Callao, registran las exportaciones de algas marinas con la siguiente descripción arancelaria “algas frescas, refrigeradas, congeladas o secas” algas marinas secas peruanas en sacos. El alga seca enteras tiene diferentes destinos, como son: Chile, China, Japón, Bolivia, Francia, Alemania, Noruega y Corea del Sur (Castillo Rojas, Tejada Cáceres, Castañeda Muñoz, & Pastor Cuba, 2011).

En Pakistán el sargazo se, seca a la sombra durante siete días y luego a la luz del sol durante seis días. Posteriormente una picadora Black and Decker FX35OB muele el alga hasta convertirla en polvo. El alga en polvo (7 kg) se remoja en lanortehexano: cloroformo (1: 1; 9 litros) durante una semana, el extracto de hexano se separó por decantación y se repitió el mismo proceso tres veces. La fase de disolvente se evaporo del extracto mediante rota vapor a presión reducida, con lo que se obtiene aceite crudo concentrado de color verde oscuro, el cual se mezcla con carbón vegetal (50 g) y se mantiene durante 24 horas para eliminar los pigmentos del aceite. Además, el aceite se pasó por cromatografía en columna para purificarlo usando éter de petróleo como fase móvil y gel de sílice (tamaño de malla 100-200) como fase estacionaria para su utilización como biodiesel.

En Egipto el sargazo es utilizado como fertilizante en plantas de rábano rojo, para lo cual se recolectan las algas y posteriormente se crea una mezcla de sustancias biológicamente activas útiles, polifenoles, polisacáridos, alginatos, poliaminas, pigmentos, aminoácidos libres, betaínas, vitaminas, micro y macronutrientes y fitohormonas naturales Dicha mezcla tiene efectos estimulantes sobre el crecimiento, el rendimiento y la calidad nutricional de las plantas.

Por su parte Colombia utiliza el sargazo directamente como abono en las zonas costeras o próximas a ellas. La aplicación directa se refiere al alga sin procesar, es decir fresca o seca. En el primer caso, las algas tan pronto son obtenidas, se esparcen en la tierra y se mezclan con ella, ya sean enteras o cortadas.

Los efectos producidos como un resultado del uso de las algas como fertilizantes varían considerablemente con la cantidad y el momento de la aplicación.

1.5. El sargazo en México

En México el Caribe ha recibido el arribo masivo de sargazo afectando desde la franja costera sur, que abarca 250 km de litoral costero, desde el sur del Parque Nacional Tulum, pasando por Boca Paila, Punta Allen, Punta Herrero, cubriendo toda la reserva de la Biosfera de Sian Kan, Uvero, Puerto Bravo, Mahahual y Xcalak, abarcando un total de 25 playas (Excelsior, 2021)

La temporada ciclónica, ocasiona que grandes cantidades de sargazo entren en la zona económica exclusiva mexicana y, al encontrarse cerca del litoral, son dispersadas por las contracorrientes y depositadas finalmente en las playas a lo largo de todo el litoral de Quintana Roo. El impacto de los arribazones masivos de sargazo, han superado la capacidad de la infraestructura disponible para atender esta contingencia, por lo que también se generan efectos negativos en la industria hotelera y de servicios ofrecidos en la zona (Nava Jiménez & Sánchez Hernández, 2020).

El turismo ha sufrido en mayor medida, ya que se encuentra vinculado socioeconómica y ambientalmente, lo cual representa una relación compleja por efectos diversos, como los servicios ambientales para las actividades económicas o el incremento del turismo y la carga ambiental que se debe soportar. En este ámbito, algunos de los problemas detectados se relacionan con la acumulación masiva de sargazo en la playa, la producción de grandes cantidades de ácido sulfhídrico, que representa un riesgo para la salud humana y de los ecosistemas, así como la interferencia en la anidación y eclosión de especies marinas, el impacto en la mortalidad de pastos marinos y corales, además de la erosión de la playa y el daño para el paisaje (Nava Jiménez & Sánchez Hernández, El sargazo del mar Caribe Mexicano, 2020).

Para contener el material que proviene del Mar de los Sargazos, la Secretaría de Marina (SEMAR) en un periodo de 5 meses recolecta 26 mil 558 toneladas de sargazo en aguas del caribe mexicano, la batalla contra el alga se realiza desde tres frentes:

1. Frente oceánico en aguas profundas, un costero oceánico alejado de la línea de costa dos o tres kilómetros (o más si se requiere), con una capacidad de extraer 250 toneladas por día (dos toneladas cada hora). tiene capacidad para acumular en sus bodegas hasta 250 toneladas diarias, aproximadamente 2 toneladas cada hora. El buque 'Natans' puede permanecer en el mar hasta 10 días recolectando sargazo con el único límite de la capacidad de almacenamiento de víveres para la tripulación; en cinco meses el Natans recolecto 18 mil toneladas de sargazo.
2. Frente costero en aguas poco profundas, donde la SEMAR ha desplegado 11 barcos sargaceros y 9 kilómetros de barrera antisargazo, recolectan a una distancia de entre 300 y 500 metros de la costa, con una capacidad de recolección (cada uno) hasta 12 toneladas diarias, recolectando en el mismo periodo 2300 toneladas.
3. Frente a pie de playa, donde en las zonas públicas y no concesionadas se recolecto en el mismo lapso 6258 toneladas (Excelsior, 2021).

Sin embargo, aunque los esfuerzos de recolección son amplios en México se continúa teniendo una gran afectación derivada de la llegada de este a costas.

1.5.1 Problemática del sargazo en México

En México como resultado de la inseguridad y el sargazo, un total de 431,284 cuartos/noche dejó de ocuparse a lo largo del 2018 en la Riviera Maya.

Debido a que entre enero y diciembre del 2018, se contabilizaron 13.2 millones de cuartos noche ocupados, contra 13.6 millones alcanzados en el 2017, año en el que la ocupación hotelera acumulada alcanzó 83 por ciento (Vázquez, 2019).

Para evitar que la tendencia se acentúe en los próximos años es importante reconocer en primer lugar el impacto que ha tenido el sargazo en los indicadores de ocupación por una reducción de la estancia de los turistas y una caída de las tarifas hoteleras (Perez Ortega, Toche, & Vidal Valero , 2019);ya que en el rubro de tráfico en México, en el mes de junio y enero presentaron una caída en la visita de usuarios internacionales de 0.26 y 1.95%, respectivamente Datos del Grupo Aeroportuario del Sureste (Asur).

Del mismo modo al cierre de los primeros seis meses del año 2021 la concesionaria del aeropuerto de Cozumel reportó una desaceleración en el flujo de usuarios internacionales, al

pasar de 7.03% observado al cierre del primer semestre del año pasado a 3.53%, o 17.45 millones de usuarios al primer semestre del 2019 (Suárez, 2019).

Aunado al impacto económico, el exceso del sargazo en México, cuyo origen es de orden ambiental, perjudica y provoca graves problemas, los cuales se clasifican en cuatro grupos (Aldana Aranda, Enríquez Díaz , & Elías, 2020) y se detallan a continuación.

- Ambientales-. El exceso de la eutrofización provoca ausencia de luz y oxigenación, causando la muerte masiva de 78 especies marinas, como peces y crustáceos, así mismo la reproducción de las tortugas y corales. Muerte de diferentes especies debido a la descomposición del alga marina que recaló masivamente (Turquesa News, 2019) (Ilustración 8).

Ilustración 8 La invasión del sargazo causando la muerte de diferentes especies



Fuente: (Turquesa News, 2019)

- Económicos: Debido a que la acumulación de las algas del Caribe afecta económicamente a las zonas en donde se presenta, ya que los hoteles y restaurantes se han visto afectados notoriamente por la baja del turismo. Este fenómeno ha provocado pérdidas por unos 200 millones de dólares solo en la Riviera Maya, y lamentó que la baja en el turismo pueda provocar el despido de hasta dos mil 500 empleados, debido a que es la industria más importante del estado con hasta un 24 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) local, además emplea a más de 95 por ciento de la población económicamente activa (Teorema Ambiental, 2019), que es la principal fuente de generación de empleos y divisas de la zona ; de igual forma ha afectado a pescadores de langosta, peces de escama, camarón, moluscos y crustáceos,

que han disminuido su población por la toxicidad del alga; lo mismo ocurre con el tiburón ballena y la tortuga marina, cuya migración se reduce.

El sargazo también tiene impacto en los equipos de pesca, pues pescadores tienen que liberar sus timones (Ilustración 9), por lo que utilizan coladores en las tomas de agua para prevenir bloqueos y sobrecalentamiento en los motores, según el Gulf and Caribbean Fisheries (Cacelín, 2019).

Ilustración 9 Pescadores liberando sus timones



Fuente: (Cacelín, 2019).

- Social. - Las playas turísticas, han perdido su color turqués, presentando tonos marrones, debido a que están cubiertas por toneladas de sargazo (Ilustración 10); las cuales al descomponerse liberan ácido sulfhídrico, metano y CO₂, desprendiendo un olor fétido, el cual es tóxico provocando diversas afectaciones en la salud.

Ilustración 10 Playas turísticas cubiertas de sargazo



Fuente: UNIVISIÓN, crédito de Justin Sullivan (Cacelín, 2019)

- Técnicos-. En México no existe un registro preciso del volumen de sargazo recalado en las playas ni de la biomasa que se levanta, y mucho menos de su destino final. Toneladas de sargazo terminan en tiraderos clandestinos que, por no contar con las medidas necesarias, ponen en peligro el medio ambiente A falta de

regulación, vigilancia y sanciones, comenzaron a tirarlo por doquier (Ilustración 11), por lo cual decidieron que en la Ruta de los Cenotes sería buen destino: escondido: muy práctico para salir impune de un delito medioambiental (Hernández, 2019) .

Todo esto debido a que no existe una articulación y participación conjunta entre todos los sectores involucrados en la atención del fenómeno del sargazo ocasionando una deficiencia en el proceso de recolección de este (Aldana Aranda, Enríquez Díaz , & Elías, 2020).

Ilustración 11 Tiraderos clandestinos



Fuente: Pie de página, foto: Cecilia Suárez (Hernández, 2019)

Ante la problemática técnica por carencia de métodos de captura, manejo y disposición final del sargazo diversos métodos han sido planteados.

1.5.2. Recolección del sargazo en México

En México se desarrolló la Estrategia del Gobierno de México para la Contención del Fenómeno Atípico del Sargazo por parte de la SEMAR (secretaría de Marina) la cual desde el año 2019, tiene la encomienda presidencial de atender la limpieza de playas, pero esto se está efectuando solamente en el norte de Quintana Roo. Dicha Secretaría cuenta con un registro de lo que ha levantado, pero no existe comunicación con otras dependencias para obtener un dato global (Secretaría de Marina, 2021).

La estrategia para lograr esta recolección comprende a los tres órdenes de gobierno, tanto el federal, estatal y municipal, donde la SEMAR es la encargada del frente oceánico y el costero, en tanto los municipios se encargan de la limpieza de la playa, los cuales cuentan con seis embarcaciones sargaceras diseñadas y construidas en los Astilleros de Marina, por ingenieros y personal naval mexicano que, en un trabajo conjunto, intercambiaron conocimientos y destrezas para contribuir, desde la construcción naval, y así lograr su erradicación (Garduño, 2021).

A pesar de dichos esfuerzos, el problema es tal que existen personas poseen basureros clandestinos en la selva de Quintana Roo donde se deposita el sargazo sin seguir las reglas de bioseguridad para no impactar el acuífero, los suelos o la salud humana (Aldana Aranda, Enríquez Díaz , & Elías, Cooperación en el Caribe ante el sargazo, 2020).

La recolección de sargazo si es desarrollada de manera adecuada puede generar diversas ventajas, ya que es posible utilizarlo para la elaboración de productos secundarios, lo cual genera un impacto económico.

Para la recolección de sargazo en una playa turística existen diferentes métodos o formas de hacerlo. Cada uno de estos métodos tiene sus razones de utilización. A continuación, se explica en qué consiste cada método y se mencionan los casos en que es adecuado y recomendable su uso.

El sargazo puede ser retirado de las playas manualmente, lo cual consiste en proveer a una o varias personas de herramientas de recogida, además de bolsa o costales para acumular en ella los residuos que se van encontrando.

Este es el método que se utiliza donde no hay medios mecánicos o donde por las especiales características del lugar a limpiar, no se puede proceder de otra forma. Es el método habitual cuando se hacen acciones de voluntariado y de jornadas públicas de limpieza de playas promovidas por entidades de diverso tipo, tanto ONG (Organización No Gubernamental) de perfil ambiental como de perfil empresarial o de la administración cuando apoyan campañas de sensibilización. En cuanto a la puesta en práctica del método es muy fácil, pero no permite abordar una limpieza diaria y continuada de forma efectiva; salvo que se disponga de una buena cantidad de empleados a coste muy bajo. Por ello, la limpieza manual solo debe ser

aplicada de forma puntual y exclusivamente en determinados casos, como alrededor de nidos de tortugas (Alarcón Miranda, 2020).

Cuando lo anterior no sea posible por la gran cantidad de sargazo arribado, o en áreas más grandes se podrá utilizar maquinaria que no afecte la dinámica litoral y la biodiversidad de las playas, mucho menos debe modificar las características naturales del sitio, ni la geomorfología de playas y dunas. Por seguridad, se recomienda evitar la limpieza mecánica de la playa en presencia de personas que trabajan y/o visitan la playa. Los métodos para limpiar la playa con máquinas son muy variados entre sí, pero tienen el común denominador de que permiten actuaciones rápidas y frecuentes; y dejan las playas visualmente limpias, higieniza importantes extensiones de playa en un corto periodo de tiempo, pero su aplicación, debe evitarse en las zonas sensibles de la playa. Es decir, en las dunas, las zonas con vegetación dunar y en áreas alrededor de los nidos de aves dunares o tortugas (Mercadé Mercadé, 2019).

Existen tres métodos de limpieza mecanizada, los cuales se detallan a continuación.

1. Método de “Tamizado”

Este método es el más aconsejado cuando se trata de un trabajo de precisión en una zona determinada de la playa, como en las zonas limítrofes entre los paseos marítimos y las zonas de arena (Ilustración 12). Es aplicado por máquinas tanto autopropulsadas, como arrastradas por tractores. La característica principal de estas máquinas tamizadoras es que disponen de parillas vibradoras con aberturas muy finas y que están diseñadas para cumplir con el requisito de trabajar con precisión y por tanto puedan realizar trabajos en zonas estrechas que requieran una gran maniobrabilidad (Mercadé Mercadé, 2019) .

Ilustración 12 Limpieza con maquina tamizadora



Fuente: Beach Trotter s.l. (Mercadé Mercadé, 2019)

2. Método de “Cribado”

Este método separa mediante una criba, haciendo pasar un material a través de una malla con agujeros para separar las cosas menudas de las gruesas.

El método de cribado es hacer pasar la arena de la playa por los agujeros que contiene una malla y para separar esta arena de los objetos ahí enterrados. Estos se depositan en una tolva situada al final de la malla cribadora y se devuelve a la arena de a la playa, todo al mismo tiempo. Este método es el más adecuado para limpiar una playa, ya que garantiza la retirada de todo objeto y devuelve la arena limpia a la playa (Ilustración 13).

Las máquinas concebidas como cribadoras van arrastradas por un tractor y disponen de una malla metálica con diferentes espacios de separación con los que puede efectuar el cribado. Esta malla es rotativa y una vez entra en contacto con la arena, inicia el proceso de separación y transportación. La arena es cribada, mediante un sistema coordinado de rodillos vibradores que golpean la malla a velocidad variable. De esta forma la arena se cuela entre los espacios libres y la suciedad es transportada hasta la tolva trasera donde queda depositada (Mercadé Mercadé, 2019).

Ilustración 13 Limpieza con cribado



Fuente: Beach Trotter s.l. (Mercadé Mercadé, 2019)

3. Método “Scarbat”

El nombre “Scarbat” es el nombre de la primera máquina limpia playas que se concibió para el levante del sargazo y que aplicó una nueva forma de proceder en la limpieza de las playas.

El método consiste en utilizar todas las ventajas que supone el método de cribado y añadirle una forma nueva para efectuar el levante del sargazo y las algas. Así las máquinas Scarbat son máquinas limpia playas polivalentes, válidas para el levante del sargazo y la limpieza general de la playa (Ilustración 14).

Este método “Scarbat” permite, por un lado, proceder a levantar de forma limpia y sin arena el sargazo. Para ello las máquinas que aplican el método Scarbat disponen de un sistema de rodillo delantero móvil y regulable tanto en su velocidad de giro, como en su sentido de avance. Este rodillo con púas es el que levanta el sargazo y las algas de forma limpia. Este mismo rodillo lleva el sargazo al interior de la máquina donde es cribado y transportado hacia la tolva trasera, donde es depositado. Las máquinas “Scarbat” son la opción más completa y adecuada cuando se plantea limpiar una playa turística. garantizando el perfecto levante de ello, de forma totalmente respetuosa con la morfología de la playa al evitar la erosión de esta (Mercadé Mercadé, 2019).

Ilustración 14 Limpieza con maquina scarbat



Fuente: Beach Trotter s.l. (Mercadé Mercadé, 2019)

A pesar de las problemáticas ocasionadas por el sargazo, y la falta de coordinación para su recolección; este presenta áreas de oportunidad ya que es utilizable de diferentes formas.

1.5.3. Propuestas para el uso del sargazo en México

Debido a las implicaciones y problemáticas producidas por el sargazo, diversas alternativas de aprovechamiento (una vez recolectado) se han desarrollado, tales como:

- ✓ **Alternativas terapéuticas:** Debido a las propiedades farmacológicas del sargazo como las anticancerígenas, antiinflamatorias, antibacterianas y antivirales, debido a sus metabolitos biológicamente activos, meroterpenoides, florotaninas y fucoidanos. Asimismo, se ha identificado una actividad antibacteriana sobre *Pseudomona aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Salmonella paratyphi*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Aeromonas sobria*, *Vibrio vulnificus* y *V. parahaemolyticus*. En algunas especies de algas cafés se han identificado compuestos antioxidantes potenciales, como fucoxantina y feofitina. Un ejemplo de ello se demostró en los extractos de *Sargassum siliquastrum*, con capacidad antioxidante. Por ello, algunos investigadores sugieren que el uso de extractos de algas con fines médicos para inhibir la peroxidación de los lípidos podría ser benéfico para la salud humana (Duménigo Gonzalez & Frías Vázquez, 2014).
- ✓ **Alimentación:** También se ha analizado la degradabilidad in situ y digestibilidad ruminal del sargazo recolectado en Baja California. Dado que se encontró una digestibilidad de 55%, con una tasa de degradación de 0.05, se confirma el potencial

de esta especie de alga como forraje para rumiantes (Gojon Baez, Siquerios Beltrones , & Hernández Contreras, 1998).

- ✓ **Fertilización:** La aplicación de extractos de algas marinas ha dado como resultado un aumento en el rendimiento de diversas cosechas, la absorción de nutrientes, la mejora de la germinación de las semillas e incidentes debido al ataque de hongos e insectos. Se han realizado investigaciones para analizar el efecto de los fertilizantes líquidos de las algas *Ulva actuca*, *Caulerpa scalpelliformis*, *Padina tetrastromatica* y *Sargassum linearifoliwn*, con lo cual se ha demostrado el efecto benéfico por su contenido de proteínas, aminoácidos y carbohidratos. Adicionalmente, existe evidencia de la presencia de reguladores de crecimiento vegetal con efecto en el enraizamiento y aumento de la biomasa (Alejandro Espinosa, 2020). La bioabsorción de metales pesados se investigó a nivel molecular mediante diferentes técnicas, demostrando el papel predominante en la absorción de cadmio y plomo (Cañizares Villanueva, 2000).
- ✓ **Energéticas:** Distintos equipos mexicanos están trabajando en la obtención de subproductos a partir del sargazo. Respecto a la generación de bioenergía, un proyecto del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) busca obtener un biocombustible formado de metano, con eficiencia de 70%, a partir de un biodigestor formulado específicamente para el sargazo, en donde la lignina es parte importante en la obtención, así como el azufre (Aldana Aranda, Enríquez Díaz , & Elías, 2020). Por otra parte, una investigación del Colegio de Posgraduados y el CICY se enfoca en un sustrato para hongos, para el desarrollo biotecnológico del cultivo de hongos comestibles, con una producción estimada de 114 toneladas de hongos por cada tonelada de sargazo en un periodo de entre 40 y 50 días.
- ✓ **Viviendas:** Omar Vázquez, aprovecha el sargazo para crear bloques de adobe, ya que en su pueblo natal las casas son de adobe, de ahí surgió la idea de construir viviendas con bloques elaborado con 60% de sargazo y 40% de otras materias orgánicas (Ilustración 15).

Cada vivienda, cuyo diseño ya replicó dos veces, utiliza 20 toneladas de sargazo en 2 mil 150 bloques hechos predominantemente a mano, desde la recogida del alga en las

playas hasta su secado al sol. Con certificaciones oficiales que garantizan su resistencia, Vázquez decidió patentarlo (Arce, 2019).

Ilustración 15 Bloques de sargazo y materias orgánicas



Fuente: Block Xcaret, foto: (Muñoz, 2019)

- ✓ **Zapatos:** La combinación de PET y sargazo alcanza la resistencia adecuada para usarla en las suelas de su nueva línea Renovare Ocean, unos tenis modernos y de colores vivos como verde agua y coral. "Un zapato tiene cinco botellas de PET y 100 gramos de sargazo", Actualmente se está perfeccionando la técnica, Jorge Castro Ramos, y Mario Daniel López (creadores) aseguran que para producir 20 mil pares de zapatos ocuparían 2.5 toneladas de sargazo, generando alrededor de 100 empleos (Muñoz, 2019).

Por lo cual, enfrentar la problemática técnica antes mencionada y mejorar el aprovechamiento del sargazo debido a las ventajas que presenta su recolección y su utilización sin solo desechado; es necesario el desarrollo de un proceso que permita recolectarlo y almacenarlo de manera adecuada; tomando en cuenta la cantidad de sargazo que arriba a las zonas y el tiempo necesario para dichos procesos minimizando sus impactos negativos (Agencia EFE, 2018)



CAPITULO 2

DESARROLLO DE PROCESOS Y DISEÑO DE PLANTA

CAPITULO 2. DESARROLLO DE PROCESOS Y DISEÑO DE PLANTA

2.1. Desarrollo de procesos

Un proceso es una secuencia de actividades en las que intervienen personas, materiales, energía y equipamiento (recursos) organizadas de una forma lógica para producir un resultado planificado y deseado, con una misión (qué tiene que hacer, para qué tiene que hacerlo y para quién), incorporar un valor añadido tras su realización, unas fronteras claras y unos indicadores que nos permitan medir en qué grado se está cumpliendo la misión. Las organizaciones se pueden ver como un conjunto de personas haciendo cosas para otras personas. Los procesos rara vez se realizan de forma aislada, y por ello una organización puede visualizarse como un conjunto de procesos encadenados, cuya coordinación entre sí resulta fundamental para aportar el mayor valor añadido al producto final. El éxito y el valor añadido de este proceso dependerá no solo del proceso, sino de la adecuación y calidad de los procesos y de su coordinación (Moracho del Rio, Oscar, 2014).

Debe distinguirse claramente un proceso de un procedimiento. Los procedimientos son las instrucciones operativas para llevar a cabo un proceso. Es decir, las instrucciones de uso mediante el seguimiento de las cuales se puede realizar el proceso. En las organizaciones sanitarias se suelen denominar protocolos, vías clínicas o procedimientos normalizados, y aunque pueden resultar sumamente útiles para sistematizar y dar a conocer la forma en la que se realiza un proceso, no pueden ser gestionados, sino llevados a cabo (Arias coello , 2008).

El primer paso para poder gestionar los procesos es identificarlos y conocerlos. Para ello, se deben completar una serie de etapas que consisten básicamente en realizar el inventario de procesos, el mapa de procesos de la organización y la descripción de cada uno de ellos.

Dicho inventario consiste en identificar qué procesos tenemos que llevar a cabo en la organización para cumplir la estrategia y la misión definidas. La lista, descrita como inventario de procesos, incluye información sobre el nombre del proceso, tipo de proceso, nivel de agrupación y su misión. Así mismo, es conveniente incorporar un código para ordenar su descripción posterior. Según la misión del proceso, se pueden establecer tres clases de proceso (Moracho del Rio, Oscar, 2014):

1. Procesos clave: Son los procesos que tienen relación directa con el cliente y se realizan en tiempo real, por lo que no admiten un control de calidad una vez

realizados, si sale mal sólo podemos disculparnos o paliar el error, pero ya está hecho. Por ello, debemos organizar el proceso anticipando la aparición de posibles problemas, de forma que se eviten errores y se asegure la calidad. Son la razón de ser de la organización, en nuestro caso, prestar la asistencia sanitaria. Por ejemplo, urgencias, consultas externas u hospitalización. También se pueden llamar operativos. Se representan en el centro del mapa.

2. Procesos estratégicos: Son aquellos que establecen guías, ya sean técnicas o legales, como planes, normativas o protocolos consensuados, de cómo hacer las cosas, para la realización de cada uno de los procesos. Por ejemplo, la planificación estratégica, relaciones externas o mejora continua. Se representan en la parte superior del mapa, y también se pueden llamar procesos de gestión.

3. Procesos de soporte: Están representados en la parte inferior del mapa, y son aquellos que aportan los recursos imprescindibles para la realización de los demás procesos. Por ejemplo, el sistema de información, los suministros o la gestión de la tecnología. La manera más gráfica y representativa de reflejar los procesos de una organización y sus interrelaciones es a través del mapa de procesos. En él se representan todos los procesos que se realizan, las principales relaciones que se establecen entre ellos, y si se trata de procesos estratégicos, clave o de soporte. Estamos habituados a los mapas de estructuras jerárquicas de las organizaciones (organigramas), pero indudablemente resulta mucho más funcional y explicativo de una organización la representación de lo que se hace, en qué orden, lo que resulta clave para el cliente y la estructura del sistema de gestión.

Es importante destacar que los mapas se deben aplicar a una organización en su conjunto, mientras que para cada uno de los procesos se utilizan diagramas. Se utilizan varios convencionalismos para interpretar los mapas de proceso, cada macroproceso o proceso se representa mediante un rectángulo o “caja” (Lucidchart, s.f.).

La lectura de la cadena de procesos clave se realiza de izquierda a derecha y va siguiendo al cliente. Tiene un criterio de transparencia para facilitar su lectura, es decir, no necesariamente se recorren todas las etapas, y si un proceso no es utilizado se salta al siguiente; por ejemplo, no se representa una flecha desde urgencias al alta directamente.

Para facilitar la comprensión, algunos procesos se representan sólo con el nombre del macroproceso, en lugar de verse las etapas internas o procesos, que a veces son muy numerosas.

Las líneas discontinuas representan marcos de actuación, es decir marcos de referencia con requerimientos cliente-proveedor similares, y agrupan procesos similares o distintas especialidades; por ejemplo “proceso marco asistencial” que agrupa a los procesos (Moracho del Rio, Oscar, 2014).

Los procesos clave se representan en el centro, los estratégicos en la parte superior y los de soporte en la parte inferior del mapa. En algunos casos puede resultar útil hacer alguna excepción si el proceso está muy relacionado; por ejemplo, los sistemas de información, que son de soporte, se pueden representar en la parte superior, ya que su función principal es la de alimentar a la planificación estratégica y al control de gestión para la toma de decisiones (Gil Ojeda & Vallejo García, 2018).

No es conveniente utilizar colores como elemento estético, sino que resulta más útil identificar cada tipo de proceso con un color para visualizar de una forma sencilla si se trata de un proceso estratégico, clave o de soporte.

El mapa debe ser una herramienta que facilite la comprensión de la organización, por lo que es necesario alcanzar un equilibrio entre la exhaustividad de la información y la claridad para su comprensión.

Para poder gestionar un proceso es necesario conocerlo en profundidad, y por lo menos, con un nivel de detalle suficiente para poder saber qué tiene que hacer el proceso, sus principales características y los indicadores que permitan medir si se alcanzan los objetivos propuestos (Sánchez Henríquez & Calderón Claderón, 2011).

Aunque existen diferentes experiencias la descripción de los procesos se debe realizar con un claro criterio de utilidad para la gestión, y debe adaptarse a las necesidades de la organización, y a la importancia del proceso descrito.

Para poder desarrollar un proceso ya sea para la recolección o generación de un producto, es necesario tomar en cuenta factores como maquinaria, materiales, mano de obra, el movimiento, las esperas, servicios auxiliares, edificio, entre otros, que a su vez son necesarios para el diseño de una planta (Gil Ojeda & Vallejo García, 2018).

2.2. Diseño de planta

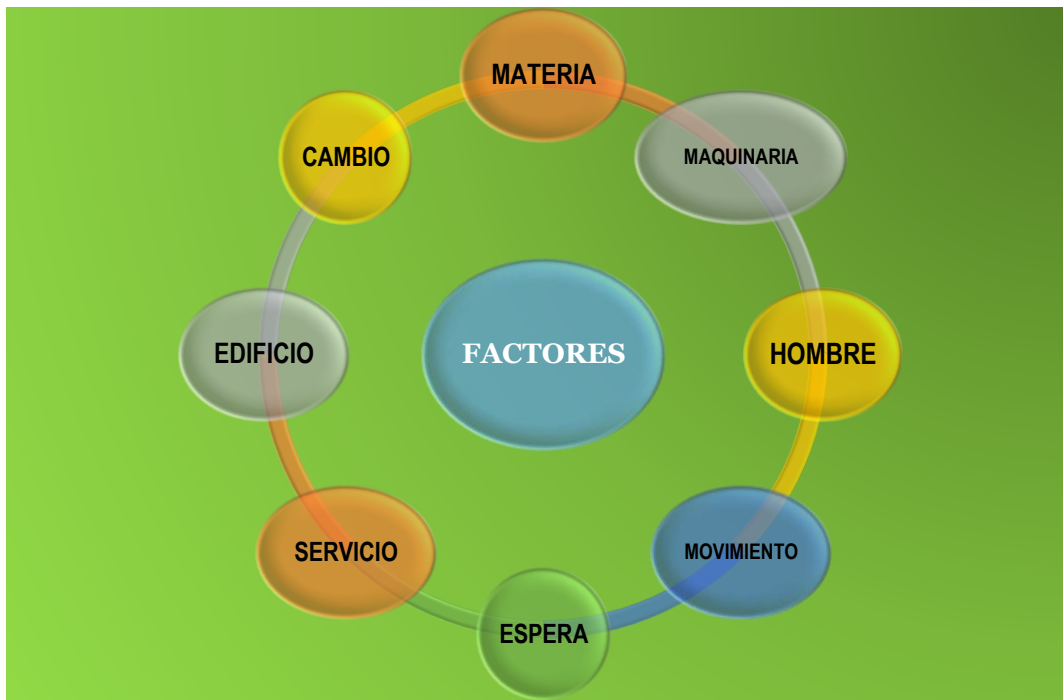
La articulación adecuada del sistema de producción requiere el conocimiento de la función de costos, y concentrarse en el diseño del sistema, es decir, cuáles son los procesos de producción con los que va a actuar la empresa y qué exigencias técnicas presenta, así, se comentan aspectos tales como localización y distribución física en planta, tiempos y métodos de trabajo, distribución y valoración de puestos de trabajo, capacitación y recompensas, gestión de materiales, calidad, renovación y mantenimiento de equipos, etc. (González Rivas, Luis Alfonso, 2017)

Al proceso de ordenamiento físico de los espacios necesarios para el equipo de producción, los materiales, el movimiento y almacenamiento (tanto de los materiales como de los productos terminados), el trabajo del personal y los servicios complementarios para constituir un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible, se le define diseño de planta

El diseño de planta tiene como objetivo principal encontrar el ordenamiento de los equipos y de las áreas de trabajo de la manera más económica y eficiente, al mismo tiempo que sea segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo (JUGARSA, 2004). Y se alcanza a través de la disminución de la congestión, la supresión de áreas ocupadas innecesariamente, la reducción del trabajo administrativo e indirecto, la mejora de la supervisión y el control, la mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones, el mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios, la reducción de las mantenciones y del material en proceso ,la disminución del riesgo para el material o su calidad, la reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores, la elevación de la moral y la satisfacción del personal y la disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción (Departamento de Organización de Empresas E.F y C.).

Por lo cual, es necesario conocer la totalidad de los factores que la afectan. La influencia e importancia relativa de estos factores puede variar de acuerdo con cada organización y situación concreta. Estos factores que influyen en la distribución en planta se dividen en ocho grupos (Ilustración 16):

Ilustración 16 Factores influyentes en la distribución de planta



Fuente: Elaboración propia, en base de (Gutiérrez & Guzmán, 2014)

1. Factor producto y materiales

Dado que el objetivo fundamental del Subsistema de Operaciones es la obtención de los bienes y servicios que requiere el mercado, la distribución de los factores productivos dependerá necesariamente de las características de aquéllos y de los materiales sobre los que haya que trabajar. Es el factor más importante en un diseño pues incluye elementos como: materias primas, material entrante, material en proceso, productos acabados, material saliente o empaques y embalajes, accesorios empleados en el proceso, material de recuperación y otros servicios (Alfaro Benavides, Francis, 2013).

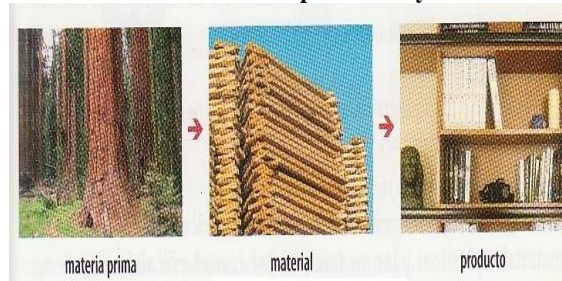
Y toma en cuenta las características físicas y químicas de los materiales y productos (tamaño, forma, volumen, peso, líquido, sólido, gaseoso, etc.), la cantidad y volumen de productos y materiales, ya que los componentes y frecuencia de operaciones dictan, el ordenamiento de las áreas de trabajo y equipo (Ilustración 17), las relaciones de unos departamentos con otros y la localización de las áreas de servicio (Alfaro Benavides, Francis, 2013).

El objetivo de producción es transformar, tratar o montar material de modo que se logre cambiar su forma o características, para originar o crear el producto. Por esta razón la

distribución de los elementos de producción depende del producto que se desee y el material sobre el que se trabaje (Gutiérrez & Guzmán, 2014).

Por último, se toma en cuenta la secuencia y orden en el que se han de efectuar las operaciones, puesto que esto dictará la ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos, así como la disposición relativa de unos departamentos con otros, debiéndose prestar también especial atención, como ya se ha apuntado, a la variedad y cantidad de los ítems a producir.

Ilustración 17 factor de productos y materiales



Fuente: (Area Tecnología, s.f.)

2. Factor maquinaria

Para lograr un diseño adecuado es indispensable tener información de los procesos a emplear, de la maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como de la utilización y requerimientos de estos (Ilustración 18). La importancia de los procesos radica en que éstos determinan directamente los equipos y máquinas a utilizar. En lo que se refiere a la maquinaria, es indispensable conocer los factores relativos de la maquinaria en general, tales como espacio requerido, forma, altura y peso, cantidad y clase de operarios requeridos, riesgos para el personal, necesidad de servicios auxiliares, etc., para poder afrontar un correcto y completo estudio de distribución en planta (Gutiérrez & Guzmán, 2014)

Ilustración 18 Factor maquinaria



Fuente: (Bloc Structuralia, 2020)

3. Factor de la mano de obra

Un factor de producción indispensable es el hombre, el cual es mucho más flexible que cualquier material o maquinaria. Se le puede trasladar, se puede dividir o repartir su trabajo, capacitar para nuevas operaciones y, generalmente, ubicarlo en cualquier área que sea apropiada para las operaciones deseadas, pero al hacerlo, debe considerarse la seguridad del empleado, junto con otros factores, tales como luminosidad, ventilación, temperatura, ruidos, etc. De igual forma habrá de estudiarse la cualificación y flexibilidad del personal requerido, así como el número de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que habrán de desempeñar. (Gutiérrez & Guzmán, 2014)

El trabajador debe ser considerado como el principal factor de producción. Los elementos y particularidades del factor hombre, incluyen: Mano de obra directa. Jefes (equipo, sección y servicio), Personal indirecto o de actividades auxiliares, condiciones específicas de trabajo y seguridad, tipo y cantidad de operarios, turnos de trabajo, Puestos de trabajo, etc.

4. Factor movimiento

Es aquel que toma en cuenta los procesos de operación no productivos ya que no añade en ningún valor al producto, debido a ello, es necesario que sea mínimo y que su realización se combine en lo posible con otras operaciones. Su incidencia reside principalmente en el transporte relacionado con todo el manejo de productos y materiales e incurre en la distribución por áreas requeridas para accesos como: pasillo, rampas, sótanos, embarques, parqueo, etc. (Gutiérrez & Guzmán, 2014)

Este factor principalmente persigue la eliminación de manejos innecesarios y antieconómicos, reduciendo los tiempos de uso adecuado y eficiente de manejo de materiales y equipos, ya sea mecanizado o automático.

5. Factor espera

El objetivo principal que persigue este factor al estudiar el diseño de planta es conseguir que la circulación de los materiales sea fluida a lo largo de la misma, evitando así el coste que suponen las esperas y demoras que tienen lugar cuando dicha circulación se detiene (Ilustración 19), no siempre supone un coste a evitar, pues, en ocasiones, puede proveer una economía superior lo cual hace necesario que sean considerados los espacios necesarios para los materiales en espera (Alfaro Benavides, Francis, 2013).

Ilustración 19 Almacenaje del producto



Fuente: (Ar racking, 2020)

Las esperas comprenden las áreas de recepción de materiales y productos, así como durante el proceso, como son El almacenamiento, la inspección, La recepción de materias primas y materiales y os despachos del producto terminado.

6. Factor servicio auxiliar

Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta. Entre ellos, podemos citar los relativos al personal (vías de acceso, protección contra incendios, primeros auxilios, supervisión, seguridad, etc.), los relativos al material (Recepción, almacenamiento de materiales y despacho de productos terminados, Control de producción, rechazo, norma y eliminación de desperdicios, etc.) y los relativos a la maquinaria (Talleres de mantenimiento., Manejo de combustibles y lubricantes, Conservación de instalaciones. Mantenimiento, etc.). Estos servicios aparecen ligados a todos los factores que toman parte en el diseño estimándose que aproximadamente un tercio de cada planta o departamento suele estar dedicado a los mismos. Con gran frecuencia, el espacio dedicado a labores no productivas es considerado un gasto innecesario, aunque los servicios de apoyo sean esenciales para la buena ejecución de la actividad principal. Por ello, es especialmente importante que el espacio ocupado por dichos servicios asegure su eficiencia y que los costes indirectos que suponen queden minimizados (Gutiérrez & Guzmán, 2014).

7. Factor edificio

La consideración del edificio es siempre un factor fundamental en el diseño de la distribución, con frecuencia, se inicia con el sistema de circulación y flujo alrededor del cual se disponen los recursos y servicios. pero el flujo de los materiales es el factor que determina el tipo de

distribución porque informa sobre la cantidad de material empleado en el proceso, el espacio que el proceso ocupa, los cuellos de botella y la duración o tiempo total de la producción.

El flujo puede ser horizontal o vertical, pero la influencia de este será determinante si éste ya existe en el momento de proyectarla. En este caso, su disposición espacial y demás características (número de pisos, forma de la planta, localización de ventanas y puertas, resistencia de suelos, altura de techos, emplazamiento de columnas, escaleras, montacargas, desagües, tomas de corriente, etc.) se presenta como una limitación a la propia distribución del resto de los factores, lo que no ocurre cuando el edificio es de nueva construcción (Alfaro Benavides, Francis, 2013).

8. Factor cambio

Debido a que es necesario prever variaciones futuras para evitar cambios en los factores anteriormente mencionados, los cuales pueden transformar el diseño en planta eficiente en una que merme beneficios potenciales. Es necesario identificar de los posibles cambios y su magnitud, buscando una distribución capaz de adaptarse dentro de unos límites razonables y realistas. Uno de los objetivos que se persiguen con el diseño en planta es su flexibilidad y para alcanzarla, en su general, debemos mantener la distribución original tan libre como sea posible de características fijas, permanentes o especiales, permitiendo la adaptación a las emergencias y variaciones inesperadas de las actividades normales del proceso.

Asimismo, es fundamental tener en cuenta las posibles ampliaciones futuras de la distribución y sus distintos elementos, considerando, además, los cambios externos que pudieran afectarla y la necesidad de conseguir que, durante la redistribución, sea posible seguir realizando el proceso productivo (Gutiérrez & Guzmán, 2014).

2.2.1 Tipos de diseño de planta

El proceso productivo resulta definitivo para la elección del tipo de diseño de planta. De acuerdo con este criterio y los factores anteriormente suelen identificarse tres formas básicas de distribución en planta:

- Orientadas al producto y asociadas a configuraciones continuas o repetitivas; se adopta cuando la producción está organizada de forma continua o bien repetitiva (Ilustración 20). El primer caso que es la más particular en las cadenas de montaje.

(por ejemplo: refinerías, celulosas, centrales eléctricas, etc.), la correcta interrelación de las operaciones se consigue a través del diseño de la distribución y las especificaciones de los equipos. En el segundo, las configuraciones repetitivas (por ejemplo: electrodomésticos, vehículos de tracción mecánica, cadenas de lavado de vehículos, etc.), el aspecto crucial de las interrelaciones pasará por el equilibrado de la línea, con objeto de evitar los problemas derivados de los cuellos de botella desde que entra la materia prima hasta que sale el producto terminado (Alvia Sornoza, García Vincés, & Palma Lozano).

Ilustración 20 Esquema de distribución por producto



Fuente: (Ruiz Vásquez & Orozco Zeta, 2008)

Si privilegiamos la secuencia de operaciones, la distribución es una operación relativamente sencilla, en cuanto que se ajustará a colocar una máquina tan cerca como sea posible de su predecesora. Las máquinas se sitúan unas junto a otras a lo largo de una línea, en la secuencia como valla ser utilizada; el producto que se elabora recorre la línea de producción de una estación a otra, a medida que sufre las operaciones necesarias.

El flujo de trabajo en este tipo de diseño puede adoptar diversas formas, dependiendo cuál se adapte mejor a cada situación en concreto, y este cuenta con determinadas ventajas y desventajas las cuales se muestran en la Tabla 2 (García Cárdenas, 2014).

Tabla 2 Ventajas y desventajas del diseño de planta orientada al producto.

Ventajas	Desventajas
----------	-------------

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los flujos son lineales: si son ramificados, cada rama puede ser otra línea. ➤ Reducción de stock, ya que un proceso alimenta directamente al siguiente sin acumulaciones. ➤ Reduce la manipulación de materiales. ➤ Reduce el tiempo total de producción por unidad. ➤ Simplifica la planificación de la producción y el control. ➤ Simplifica la supervisión de los operarios. ➤ Reduce los problemas interdepartamentales. ➤ Reduce el espacio ocupado. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausencia de flexibilidad en el proceso (un simple cambio en el producto) ➤ puede requerir cambios importantes en las instalaciones). ➤ Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación. ➤ Inversión muy elevada. ➤ Todos dependen de todos (la parada de alguna máquina o la falta de personal de en alguna de las estaciones de trabajo puede parar la cadena completa). ➤ Trabajos muy monótonos.
---	--

Fuente: Elaboración propia con base en (García Cárdenas, 2014)

- Orientadas al proceso y asociadas a configuraciones por lotes; se adopta cuando la producción se organiza por lotes (industrias de confección, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.) y se denominan por funciones o por talleres. El personal y los equipos están interrelacionado en una propia función general que se agrupan en la misma área. En ellas, los distintos agregados tienen que moverse, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecida para su obtención. La variedad de productos fabricados supondrá, por regla general, diversas secuencias de operaciones, lo cual se reflejará en una diversidad de los flujos de materiales entre talleres (Alfaro Benavides, Francis, 2013). La Tabla 3 muestra las ventajas y desventajas de este tipo de diseño (García Cárdenas, 2014).

Tabla 3 Ventajas y desventajas del diseño de planta orientada al proceso.

Ventajas	Desventajas

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se requiere una menor inversión en máquinas debido a que es menor la duplicidad. ➤ Se mantienen ocupadas las maquinas la mayor parte del tiempo. ➤ Mayor flexibilidad para ejecutar trabajos. ➤ Operario mayor capacitados. ➤ Los costos de operación pueden ser más bajos. ➤ No se interrumpe la producción en caso de avería de una máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los lotes del proceso fluyen de manera no ordenada. ➤ Es normal que se produzcan retrasos. ➤ Puede consumir grandes periodos de tiempo el traslado de un departamento a otro.
---	---

Fuente: Elaboración propia con base en (García Cárdenas, 2014)

- Por posición fija, correspondientes a las configuraciones por proyecto; la distribución se realiza adaptando las máquinas y puestos de trabajo al elemento principal. El producto no se mueve de la localización, el equipo de fabricación y los componentes son los que se mueven. Regularmente en este diseño el producto a elaborar es voluminoso, frágil o pesado para moverse, por tanto, debe permanecer estático durante el proceso de su producción (edificios, aeronaves, barcos, etc.) Los trabajadores están debidamente cualificados para desempeñar la función por lo que fue contratado cobrando a veces salarios elevados. Las máquinas, materiales u otro recurso se trasladan hacia el lugar de producción, aunque la utilización de máquinas es durante periodos limitados de tiempo, en ocasiones se subcontratan o rentan (Salas Bacalla, 1998). La Tabla 4 muestra las ventajas y desventajas de este tipo de diseño (García Cárdenas, 2014).

Tabla 4 Ventajas y desventajas del diseño de planta por posición fija.

Ventajas	Desventajas

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Menores costos por manejo de material Reduce el manejo de la pieza mayor (a pesar de que aumenta la cantidad de piezas a trasladar al punto de montaje). ➤ Permite que operarios altamente capacitados, completen su trabajo en un punto y hace recaer sobre un trabajador o un equipo de montaje la responsabilidad en cuanto a la calidad. ➤ Permite el trabajo simultaneo ➤ Permite cambios frecuentes en el producto o secuencia de operaciones. ➤ Se adapta a gran variedad de productos y a la demanda intermitente. ➤ Alta flexibilidad de operaciones Permite cambios frecuentes en el producto y en la secuencia de operaciones. No requiere de una distribución muy organizada ni costosa, ni precauciones contra las interrupciones en la continuidad del trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Altos costos de inventario Los costos de inventario de productos en proceso son altos debido al alto costo del producto terminado. ➤ Altos costos de inversión Requiere el uso de máquinas de propósito especial, con grandes tiempos de parada. • Baja utilización de las máquinas Debido al bajo volumen de producción. ➤ Mano de obra costosa Debido a la naturaleza altamente especializada en las actividades desarrolladas. ➤ Muy sensible a los cambios Debido a la naturaleza mismas de los productos, bajo volumen de producción y altos costos de los recursos de producción.
--	--

Fuente: Elaboración propia con base en (García Cárdenas, 2014)

Para poder diseñar una planta es necesario calcular los espacios necesarios para su distribución, para lo cual existen diversos métodos.

2.3 METODOLOGÍA PARA CÁLCULO DE ESPACIO

Para calcular el espacio necesario para realizar las operaciones en una planta es necesario obtener el diagrama de flujo del material, la tabla de relación de actividades y el diagrama de relación de actividades, con lo cual es posible evaluar el espacio requerido para la distribución de planta. La solución propuesta debe considerar aspectos como la cantidad y forma del área y capital disponible (Fernandez, 2017).

Para determinar el espacio requerido es necesario contar con información respecto a:

- Pronóstico de ventas
- Tipo de distribución

- Standard de producción
- Tiempo disponible por semana, mes o año (política de la empresa).
- Dimensiones de la maquinaria, equipo, puesto de trabajo (para ensambles).
- Área destinada pasillos.
- Método de almacenamiento para los materiales a emplear
- Método de almacenamiento para el producto en proceso
- Método de almacenamiento para el producto terminado
- Política de inventarios.
- Área para servicios a proceso productivo y maquinaria (grupo electrógeno, compresoras, planta vapor, pozos para agua, control de calidad, taller mantenimiento, etc.).
- Área para servicio de personal (servicios higiénicos, vestuarios, comedor, tópicos, estacionamiento, etc.).
- Área para labores administrativas en planta.
- Área para labores administrativas fuera de planta.
- Espacio disponible
- Forma del espacio disponible.

Al contar con esta información se obtienen los volúmenes de producción, las operaciones asociadas al producto, el estándar y eficiencia de cada operación. Para posteriormente realizar los cálculos necesarios para el diseño de planta.

Existen diversas metodologías para el cálculo de espacios, tales como:

- ✓ Método Grauchet, con el cual los cálculos de espacio se realizan con la Ecuación 1 (Sigvas Sifuentes, 2003):

Ecuación 1 Cálculos de espacio del método grauchet

$$A_j = \frac{\sum_{x=1}^n P_{ij} * T_{ij}}{H_{ij}}$$

Donde:

M_j : Número de máquinas requeridas de tipo “j”

P_{ij} : Volumen de producción del producto “i” en la máquina “j” en un periodo. T_{ij} : Estándar de producción del producto “i” en la máquina “j”

H_{ij} : Horas disponibles, por periodo, del producto “i” en la máquina “j”

n : Número de productos.

El volumen de empleados el cual se encuentra determinado por el grado de automatización de la máquina, el grado de supervisión a los parámetros de máquina e inspección de las operaciones y producto (control en el proceso) y el análisis de métodos de trabajo asociados con los volúmenes de producción, operaciones asociadas al producto (ensamble), el patrón y la eficiencia de cada operador, y se calcula mediante la Ecuación 2 (Sigvas Sifuentes, 2003):

Ecuación 2 Cálculos de volumen de empleados del método Grauchet

$$A_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ij} * T_{ij}}{H_{ij}}$$

Donde:

A_j : Número de empleados requeridos para la operación de tipo “j”

P_{ij} : Volumen de producción del producto “i” en la máquina “j” en un periodo. T_{ij} : Estándar de producción del producto “i” en la máquina “j”

H_{ij} : Horas disponibles, por periodo, del producto “i” en la máquina “j”

n : Número de productos.

Y para el cálculo de los espacios, se necesitan el número total de maquinaria y equipo llamados elementos estáticos o fijos (EF) y también el número de operarios y el equipo de acarreo, llamados elementos móviles (EM). Para cada elemento a distribuir, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales (Ecuación 3).

Ecuación 3 Cálculos de espacio del método Grauchet

$$S_t = N(S_s + S_g + S_e)$$

Donde:

S_t = superficie total

S_s = superficie estática

S_g = superficie de gravitación

S_e = superficie de evolución

N = número de elementos móviles o estáticos de un tipo

El cálculo de las superficies parciales se calcula de la siguiente forma:

- ✓ Superficie estática (S_s); corresponde al área de terreno que ocupan los muebles, máquinas y equipos (las bandejas de depósito, las palancas, los tableros, los pedales etc.) y objetos necesarios para su funcionamiento (Ecuación 4).

Ecuación 4 Cálculos de espacio Superficie estática

$$S_s = \text{largo} * \text{ancho}$$

- ✓ Superficie de gravitación Es la superficie utilizada por el obrero y por el material acopiado para las operaciones de los puestos de trabajo. Se obtiene, para cada elemento, multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados (Sigvas Sifuentes, 2003)(Ecuación 5).

Ecuación 5 Cálculos de espacio Superficie de gravitación

$$S_g = S_s \times n$$

Donde:

n = número de lados

- ✓ Superficie de evolución; la cual corresponde a la superficie reservada entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado. Para su cálculo se utiliza el factor “ k ” denominado coeficiente de evolución, que representa una medida

ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos (Ecuación 6).

Ecuación 6 Cálculos de espacio Superficie de evolución

$$S_e = (S_s + S_g)k$$

Donde:

k= se calcula con la formula

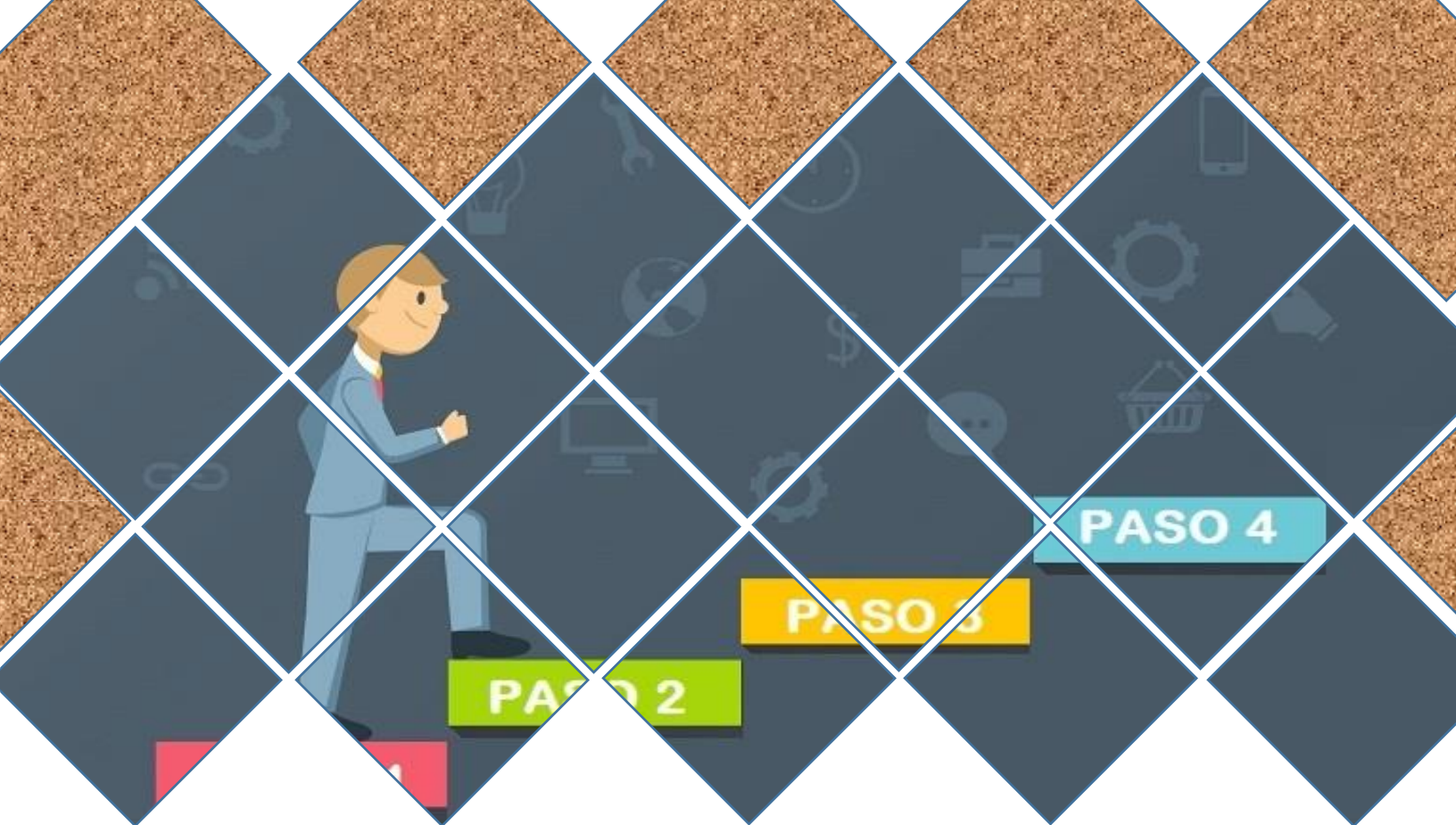
$$k = \frac{h_1}{2 \times h_2}$$

Donde:

h_1 : altura promedio ponderada de los elementos móviles

h_2 : altura promedio ponderada de los elementos estáticos

Con el cálculo de todos estos factores es posible determinar los requerimientos para una correcta planificación de la recolección de sargazo con la finalidad de mejorar dicho proceso y apoyar a minimizar las problemáticas ocasionadas por este. Para lo cual se propone la siguiente metodología.



CAPITULO 3

METODOLOGÍA

CAPITULO 3. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el presente proyecto se divide en seis partes las cuales se muestran en la Figura 1 y se detallan a continuación.

Figura 1 Metodología propuesta



Fuente: Elaboración propia

3.1 Caracterización sargazo en la zona a recolectar.

Se realiza una búsqueda de información respecto al tipo, cantidad, las características del sargazo a recolectar (fresco o seco) y las características de zona en la que se recolectará el sargazo.

3.2 Determinación del proceso de recolección y almacenamiento

Para determinar el proceso de recolección es necesaria una descripción del bien, así como las especificaciones físicas del producto. Para ello será necesario identificar la materia prima (insumos) que se utilizarán y los procesos tecnológicos necesarios. Con lo cual se determina

el método de recolección que se ajusta a las necesidades de la zona (Apartado 1.5.2. Recolección del sargazo en).

3.3 Determinación de métodos del proceso

Se describe la secuencia de operaciones, incluye tiempos y requerimientos y para su mejor presentación y entendimiento se sugieren los diagramas de flujo los cuales sirven para mostrar los espacios y la transformación de los materiales hasta llegar a su última presentación.

Este elemento de estudio técnico se debe cuantificar la capacidad de producción y todos los requerimientos que sean necesarios para el desarrollo del bien. En el estudio se analizan elementos que tienen que ver con la ingeniería básica del producto y/o proceso que se desea implementar, para ello se tiene que hacer la descripción detallada del mismo con la finalidad de mostrar todos los requerimientos para hacerlo funcional.

Finalmente, con cada uno de los elementos que conforman el estudio técnico se elabora un análisis de la inversión para posteriormente conocer la viabilidad económica del mismo.

3.4 Determinación de la maquinaria necesaria

Se identifica la maquinaria y equipo requerido para la recolección del sargazo, ya que es importante tomar en cuenta todos los elementos involucrados para una correcta toma de decisiones; debido a su componente en la inversión del proyecto.

3.5 Determinación de la mano de obra

Para aplicar consumos de mano de obra directa de mantenimiento se utiliza una tarifa por hora/hombre de cada una de las especialidades de mantenimiento, aunque puede hacerse por especialista sin que cambie el procedimiento, sin embargo, este nivel de detalle no agrega un valor significativo al análisis, si se tiene en cuenta el esfuerzo realizado.

Al implementar la presente metodología se obtiene el cálculo de los espacios, la maquinaria y mano de obra necesaria para la recolección del sargazo de manera eficiente, lo cual ayuda a la reducción de las externalidades ocasionadas por este y en caso de requerirlo, brinda las condiciones necesarias para su reutilización.

3.6 Determinación de las instalaciones necesarias

Se identifica el lugar ideal para la implementación del proyecto se debe tomar en cuenta algunos elementos importantes que darán soporte a la decisión del lugar específico de la planta. La selección de la localización del proyecto se define en dos ámbitos: el de la macro localización donde se elige la región o zona más atractiva para el proyecto y el de la micro localización, que determina el lugar específico donde se instalará el proyecto.



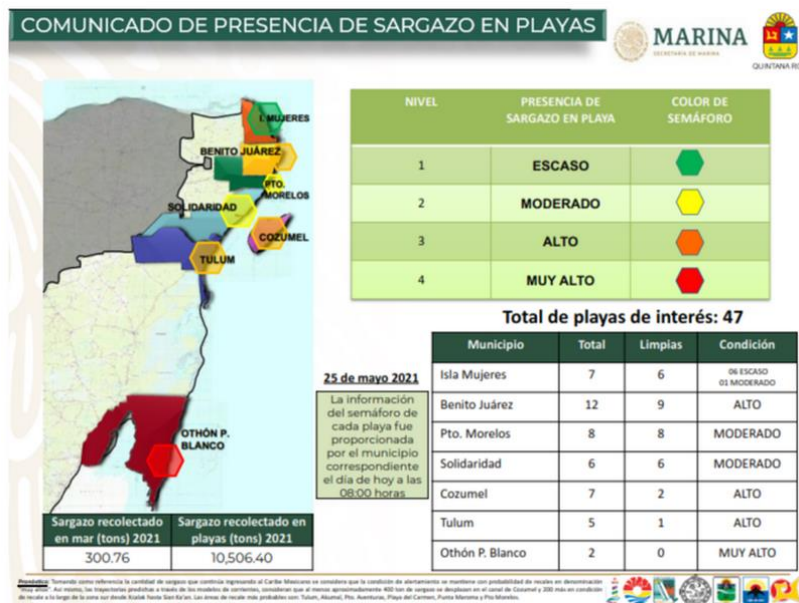
CAPITULO 4

Caso de estudio: Zona de Othón P. Blanco

CAPITULO 4. CASO DE ESTUDIO: ZONA DE OTHÓN P. BLANCO

La metodología propuesta es aplicada en la zona de Othón P. Blanco, ya que mantiene el mayor índice de afectación por arribazón de sargazo en todo Quintana Roo. De sus dos playas afectadas, ninguna ha recibido atención, manteniendo el estatus más alto de daño ecológico en el estado, de acuerdo con el informe de la Secretaría de Marina (SEMAR) (Montero, 2021) , (Martín, 2021) ,(Ilustración 21).

Ilustración 21 SEMAR revela playas con índices de sargazo



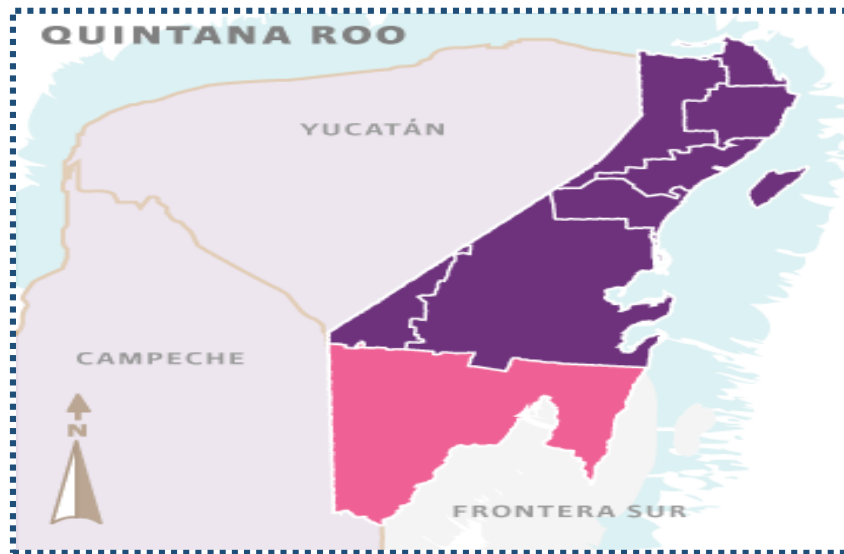
Fuente: (Secretaría de Marina, 2021)

De acuerdo con las infografías, los dos destinos turísticos de la Costa Maya mantienen estatus de “Muy Alto”, ya que hasta el momento las playas de Xcalak y Mahahual no han recibido la atención comprometida por la SEMAR (Martín, 2021).

4.1 Descripción de la zona de Othón P. Blanco

La zona de Othón P. Blanco se encuentra en la zona sur del estado, de Quintana Roo, entre las coordenadas extremas 19 ° 19´ y 17° 50´ latitud norte y a los 87 ° 15´ y 89 ° 25´ longitud oeste. Tiene como colindancias, al norte con los municipios de Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos, al este con el Mar Caribe, al Sur con Belice y Guatemala y al oeste con el estado de Campeche (Ilustración 22) (H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco).

Ilustración 22 Localización de Othón P. Blanco



Fuente: (H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco)

El municipio cuenta con una extensión de 18 760 Km², lo que representa el 36.9% del total de la entidad, y por lo tanto lo convierte en el municipio más extenso del estado.

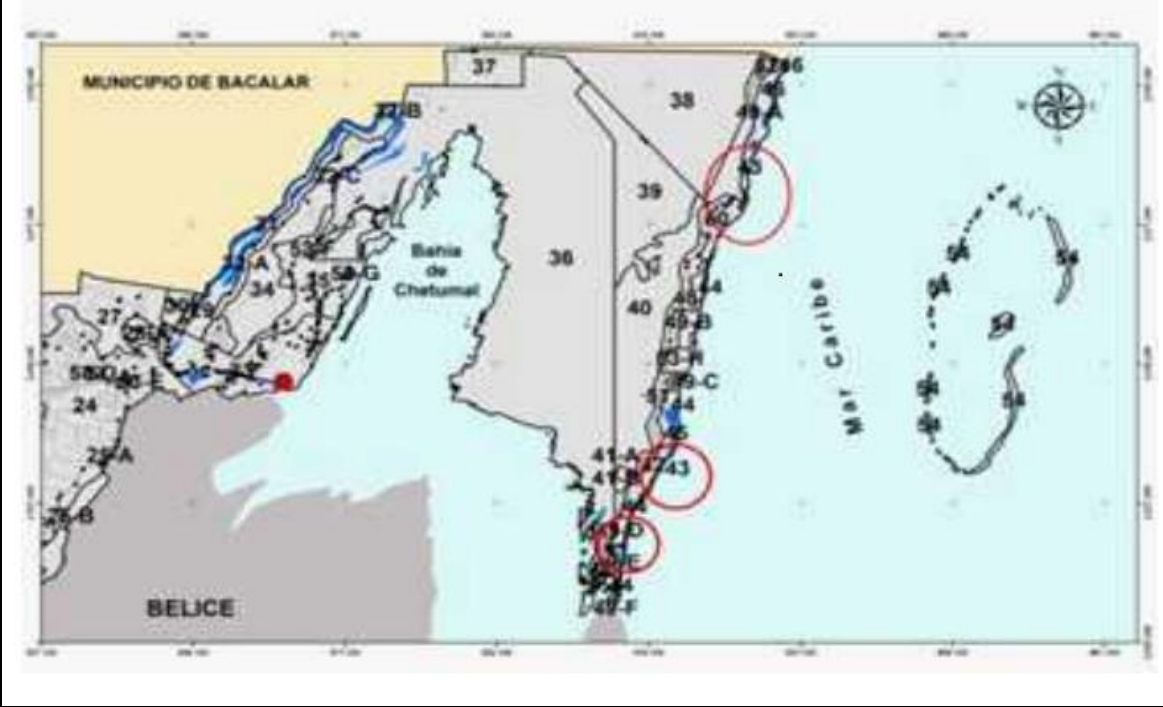
En este municipio se encuentran las mayores altitudes del estado, que son de alrededor de los 250 metros sobre el nivel del mar. En el extremo este del municipio destaca la Meseta de Zohlaguna, en donde se presentan altitudes de 250 metros. Esta zona elevada está separada de la zona de planicies por bruscos escalones que corresponden a líneas de falla. En la zona de planicie, la más extensa del municipio, se encuentra un gran número de áreas deprimidas denominadas "bajos" en las que se forman las aguadas. el territorio de Othón P. Blanco es eminentemente plano, sin embargo, en el territorio del municipio se alcanzan las mayores altitudes del estado de Quintana Roo y de la península, al oeste del territorio en los límites con Campeche, se encuentra una zona de mayor altitud, separada del resto del territorio por una serie de escalonamientos del terreno provocadas por fallas tectónicas y que es denominada como la Meseta de Zohlaguna, es esta región donde se alcanza alturas de hasta 250 metros sobre el nivel del mar, como por ejemplo en el Cerro El Charro, el punto más elevado de Quintana Roo. Othón P. Blanco tiene una extensa franja costera con el Mar Caribe, sin embargo son costas de muy baja profundidad, lo que favorece la existencia de las playas que dan fama al estado, sin embargo dificulta la navegación y el establecimiento de puertos, el principal puerto del municipio es el que se encuentra en Mahahual, donde se construido un muelle de cruceros, donde estos pueden atracar sin problemas, además se encuentra el puerto de la ciudad de Chetumal, ubicado en el interior de la bahía del mismo

nombre, que es de muy baja profundidad, por lo que no pueden ingresar a ella embarcaciones de gran calado

El resto del territorio municipal está constituido por las planicies que tienen un suave declive de oeste a este, hacia el mar, en estas zonas llamadas bajos o sabana se forman frecuentemente amplias extensiones inundadas denominadas aguadas

La zona costera de Othón cuenta con diferentes criterios ecológicos de aplicación para actividades de prevención, restauración o mejoramiento del medio ambiente (Tabla 5).

Tabla 5 Criterios ecológicos


<p>Superficie:</p> <p>367.38 Hectáreas</p>
<p>Criterios de Delimitación:</p> <p>La UGA (Unidad de Gestión Ambiental) está conformada por 5 polígonos de la estrecha franja de matorral costero presente a todo lo largo del frente costero del municipio hacia el Mar Caribe, siendo el límite al Oeste el Manglar y al Este la Zona Federal Marítimo Terrestre, con excepción de las UGAs con densidad mayor otorgada por el POET (Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial) de Costa Maya.</p>
<p>Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:</p>

Clave	Condiciones de la vegetación	Hectáreas	%
MC	Matorral costero	300.42	81.77
VM	Manglar	66.23	18.02
H2O	Cuerpo de agua	0.73	0.19
TOTAL		301.69	100.00

Descripción Biofísica:

Es una estrecha franja conformada por dunas y comunidades de matorral costero que conforman el frente costero del municipio hacia el Mar Caribe, es una zona de riesgo por eventos ciclónicos, la dinámica costera muestra cambios estacionales en las características de su perfil que afectan la amplitud de la playa y zonas de inundación, las actividades de desarrollo se deben planear cuidadosamente para evitar afectaciones al entorno natural, que agraven las consecuencias hacia los pobladores, infraestructura e inversión. Las actividades productivas están poco representadas, pero se vislumbra un desarrollo limitado de actividades turísticas y de servicios urbanos que deben ser regulados. Esta unidad ocupa 0.03% del territorio municipal.

Lineamientos Ecológicos:

- Se regula el establecimiento de desarrollos ecoturísticos, así como los usos de suelo compatibles y con los servicios básicos que no pongan en riesgo la calidad del acuífero, ocupando en conjunto hasta el 30% de la UGA, en un período de 5 años. Se conserva el 70 % de la cobertura vegetal presente en la UGA.
- Se privilegia el desarrollo de actividades enfocadas al turismo sustentable en el 30% de la UGA, siempre y cuando garanticen la conservación de los procesos ecológicos relevantes, los bienes y servicios ambientales y la biodiversidad presente, además del control de sus impactos ambientales, bajo esquemas de desarrollo sustentable.
- El umbral máximo de desmonte no será superior al 30% de la superficie total de la misma.
- El umbral máximo de número de cuartos hoteleros será de 3,673 unidades.

Conservación de la biodiversidad

CB-10	En las playas, dunas y post dunas, sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como el uso que hagan las organizaciones civiles y/o gubernamentales encargadas de los programas de protección a la tortuga marina.
CB-11	Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar y/o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la

	vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.
Prevención, restauración y mejoramiento del ambiente	
PRM-20	En las playas y dunas sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como para las actividades autorizadas que hagan las personas públicas o privadas participantes en los programas de protección a la tortuga marina.

Fuente: elaboración propia con base en (Secretaría de Ecología y Medio Ambiente, 2017)

Ante la llegada atípica del sargazo en el 2015 a las playas de Quintana Roo, no había un plan para enfrentarlo técnica y ambientalmente. Tampoco un órgano coordinador integrado por los gobiernos de los cuatro municipios afectados. (Restrepo, 2021) En 2019 la nueva administración federal formulo un plan que incluye que la Marina construya sargaceras en lugar de comprarlas a particulares y la incorporación de barreras marinas que impidan el paso de las algas. (Secretaría de Marina, 2021) Sin embargo, los barcos de la Secretaría de Marina no pueden recoger toda el alga; las mallas para detenerla no funcionan; los integrantes de los centros de investigación tecnológica y marina no tienen desde hace años recursos para los estudios requeridos; no existe la coordinación requerida entre los sectores público y privado para resolver la situación (Restrepo, 2021).

De este problema, pueden surgir grandes oportunidades. En este caso, se trata de hacer del sargazo una oportunidad. Existen pequeñas empresas lideradas por emprendedores que, ante el fenómeno, vieron la oportunidad de desarrollar proyectos sostenibles que ayuden a limpiar las playas y recoger el sargazo, sanando todos los problemas ecológicos que conlleva el fenómeno natural. Sin embargo, el trabajo de todas ellas en conjunto no es suficiente para combatir el problema ni se logrado controlar su arribo a la costa (Muñoz, 2019).

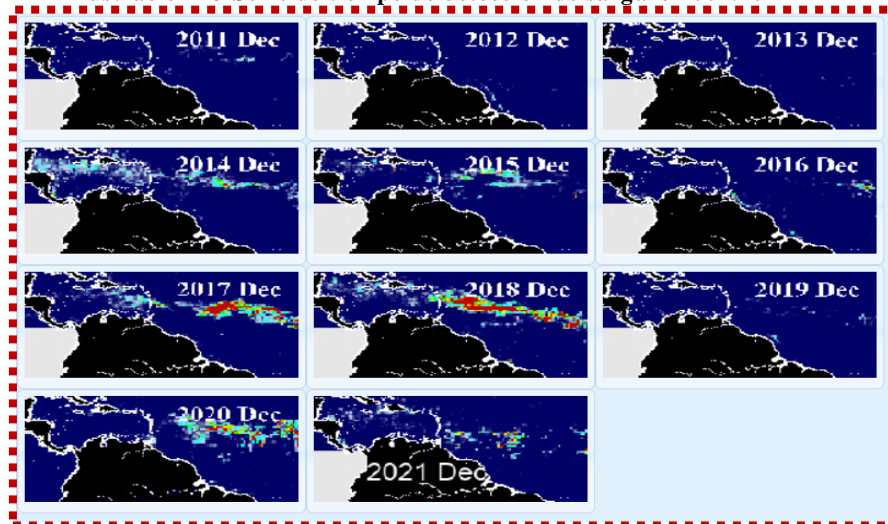
4.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

Se aplica la metodología propuesta a la zona de Othón P Blanco, con lo cual se busca reducir las externalidades que los arribazones de sargazo producen en esta, mediante una correcta planificación de los insumos necesarios para logra una recolección eficiente.

4.2.1 Caracterización sargazo en la zona a recolectar.

Los especialistas detectaron que el sargazo que llega a las costas es de dos tipos: *Sargassum fluitans* y *Sargassum natans*; ambos holopelágicos, pero morfológica y genéticamente diferentes (García , 2019). Sin embargo, observaron que anualmente el tipo y la forma de algas que llegaban a las costas variaba. se caracterizan por reproducirse principalmente de manera asexual por fragmentación del talo (Muñoz-Bautista 2013). Este tipo de reproducción permite incrementar su biomasa y su abundancia de manera exponencial a medida que se incrementan los nutrientes en el medio en el que se encuentran (Ortagón Aznar & Ávila Mosqueda , 2019). Los eventos de arribazón de macroalgas son ocasionados por las condiciones ambientales oceanográficas, ya que éstas ocurren durante los frentes fríos” provenientes de latitudes medias hacia el Golfo de México. Estos frentes fríos se componen de fuertes vientos y lluvias (CONAGUA, 2015), siendo ocasionados principalmente por eutrofización, aumento de nutrientes en el mar que ocasiona un crecimiento poblacional de la macroalga. Esto, junto con las corrientes marinas, transportan grandes cantidades macroalgas. Los arribazones de sargazo en el Caribe mexicano se originan de los deltas del río Amazonas, al norte de Brasil, en una región denominada Región de Recirculación (Ortagón Aznar & Ávila Mosqueda , 2019) Basado en observaciones satelitales y estadísticas de eventos históricos, a principios de febrero de 2018, el Laboratorio de Oceanografía Óptica desarrolló el primer boletín de pronóstico de sargazo de una página para el Mar Caribe. Desde entonces, los boletines se generan y distribuyen a los suscriptores hasta el último día del mes. En diciembre de 2021, la cantidad total de sargazo en el mar Caribe dejó de disminuir, pero se mantuvo estable desde noviembre de 2021 (Ilustración 23).

Ilustración 23 Serie de tiempo de detección de sargazo 2001.2021

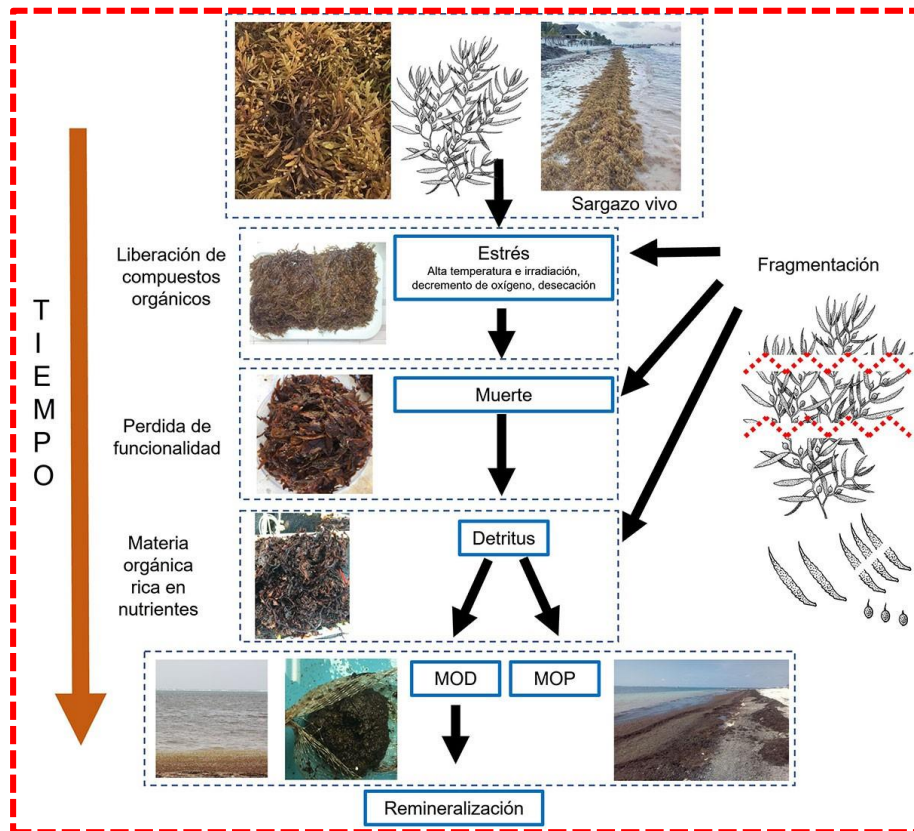


Fuente: Optical Oceanography Laboratory (College of Marine Science, s.f.)

De acuerdo con la red de monitoreo del sargazo de Quintana Roo y la Marina se ha identificado dos grupos de sargazo que arribaran al caribe de México, un primer grupo al sureste de Punta Allen, con un volumen aproximado hasta 313 toneladas (Vázquez, 2019), el cual continuará ingresando al Canal de Cozumel, “generando incrementos de arribes al norte de Sian Ka’an, inmediaciones de Tulum, Playa del Carmen, costa sur y este de Isla Cozumel”. El dos está ubicado al sureste de Mahahual, “con un volumen aproximado de 12 mil toneladas, que generará recales excesivos, iniciando a partir de finales del mes de diciembre 2021 sobre Xcalak, Mahahual y Sian Ka’an, y posteriormente en Tulum e inmediaciones de Playa del Carmen” (Montero, 2021).

Debido a que la zona no ha recibido la atención comprometida por la SEMAR, el sargazo no es recolectado en el agua, por lo cual al depositarse en la zona costera y permanecer un tiempo considerable en esta, el sargazo se encuentra semi húmedo y en estado de descomposición. Dicho estado de descomposición provoca repercusiones ambientales y sociales ya que produce un oler pútrido y afecta la calidad de las playas de la zona (Ilustración 24).

Ilustración 24 Sargazo semi húmedo



Fuente: (Vásquez Elizondo & Vázquez Delfín, 2021)

En cuanto a las características de zona en la que se recolecta el sargazo tenemos que la zona costera en donde arriba el sargazo es predominantemente plano con la presencia de algunas dunas, y debido a privilegia el desarrollo de actividades enfocadas al turismo sustentable y sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control.

Por lo cual con base a los datos de la SEMAR, realizo donde especifico los frentes de recolección y porcentaje de recolección en Tabla 6 y Tabla 7 se determina que la cantidad de sargazo a recoger en la zona es de 651 toneladas, con lo cual se realizan los cálculos de maquinaria, mano de obra y dimensiones de planta para su recolección y almacenamiento.

Tabla 6 Recolección de sargazo litoral del caribe mexicano (SEMAR)

Frente de recolección	Maquinaria	cantidad aproximada de toneladas			Porcentaje %
		5 meses	Por mes	Por día	
Oceánica	1 buque Natans	18000	3600	120	68%

Aguas someras	11 barcos sargueros	2300	460	15	9%
	9 km de barreras de Antisargazo				
Payas publicas	Scarbat	6258	1252	42	24%
	Tamizadora				
	Manual				
TOTAL		26558			100%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 Arribo de sargazo

Litoral	Litoral costa de Quintana Roo	Mas afectado Centro sur del Estado	Zona a recolectar Othón P. Blanco
		(Tulum-Xcalak)	(Mahahual-Xcalak)
Kilómetros	400	260	49
Cantidad	26558	17263	3253
Promedio por kilometro	66		
Porcentaje	100%	65%	12%
Recolección aproximada (toneladas)	mes	NA	651
	día	NA	22

Fuente: Elaboración propia

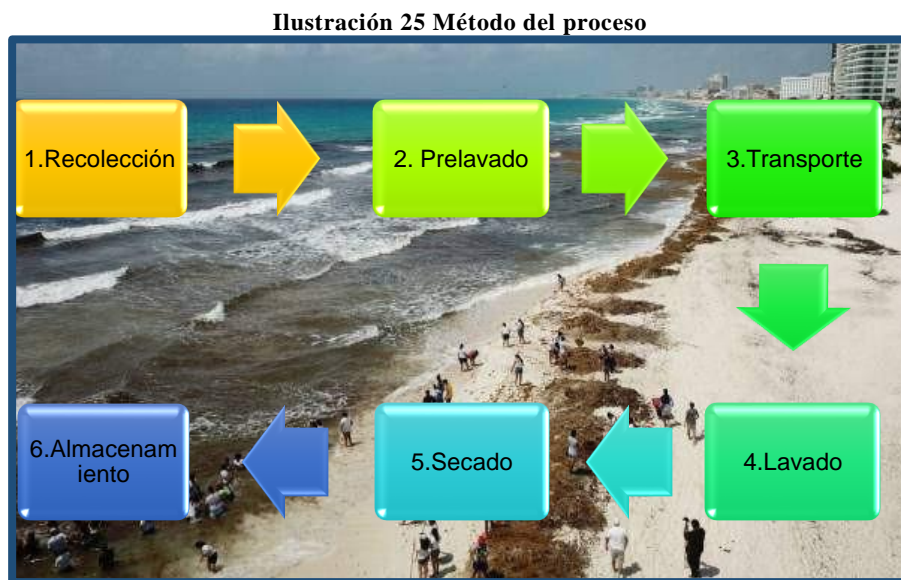
4.2.2 Determinación del proceso de recolección y almacenamiento

Debido a que el sargazo a recolectar es de tipo *Sargassum fluitans* y *Sargassum natans* y se encuentra mayormente depositados en la zona costera en estado de descomposición en una zona es predominantemente turística, con lineamientos específicos respecto al uso de vehículos para su conservación; el método de recolección más apropiado a implementar es el cribado ya que es el más adecuado para limpiar una playa, al garantizar la retirada de todo objeto y la devolución de la arena limpia a la playa.

En cuanto al tipo de almacenamiento requerido para este tipo de sargazo es almacenamiento descubierto, ya que como su nombre lo describe, es almacenamiento al aire libre y sin ningún tipo de control específico aparte del de su seguridad, siendo utilizado para todo material que no se vea afectado por los factores ambientales. En su mayoría, estos espacios suelen estar delimitados por lonas, vallas o rejas.

4.2.3 Determinación de métodos del proceso

Una vez determinado el proceso de recolección y la forma de almacenamiento del sargazo, es necesario subdividir el proceso con la finalidad de determinar la maquinaria, mano de obra y espacios requeridos en cada método. Dichos, métodos, se describen a continuación Ilustración 25.



Fuente: Elaboración propia

1. Recolección

La remoción del sargazo de la playa es realizada dentro de las 72 horas, posteriores a su arribo, conforme a las normas de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). La colecta se realiza entre 5 a 7 veces por semana lo cual depende de la intensidad del varamiento y la distancia hacia la zona de trabajo, puesto que la llegada de sargazo no es homogénea en todas las playas.

La recolección del sargazo se lleva a cabo mediante diferentes métodos: manual en espacio de arena dura, donde las maquinas no puedan acceder y áreas protegidas. Se utilizan rastrillos

y bieldos para recoger el sargazo de la arena y depositar en una carretilla (Ilustración 26) para transportarla a los lugares de acopio.

Ilustración 26 Recolección de sargazo con rastrillo en carretilla



Fuente: (YOUTUBE, 2019)

Para limpiar las orillas de las playas del recalcado de sargazo son necesarios bieldos y rastrillos para mover y depositarlo en carretillas para su extracción final. Posteriormente se deposita el contenido en un remolque que será arrastrado por un cuatrimoto con la finalidad de realizarlo en el menor tiempo (Ilustración 27), este transporte tiene una capacidad de 70 kilos de sargazo y trasladarlo a las áreas de acopio aproximadamente 500 metros de distancia.

Ilustración 27 Arrastre de sargazo en cuatrimoto



Fuente: (YOUTUBE, 2019)

Y mediante máquinas tipo Scarbat levantan el sargazo de la orilla y mantienen la morfología de la playa, retirando solo el sargazo y devolviendo la arena a la playa. Conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 La operación de esta máquina se realizará en la parte de la playa más cercana a la zona donde rompe la ola; considerando una franja de 3 m de ancho a partir de la marea más alta, sin afectar a la biodiversidad presente. Esta máquina levanta el sargazo de forma fácil y cómoda. El cabezal delantero se adapta al tipo

de algas a recoger y permite trabajar a alta velocidad, El trabajo que realiza es doble ya que al mismo tiempo que levanta o recoge el sargazo, realiza el proceso de cribado de la arena, devolviendo ésta a la playa y separándola de las algas o el sargazo. La Scarbat (Ilustración 28) dispone de una tolva trasera de gran capacidad y puede descargar a 2,5 metros de altura. Dispone de un chasis muy robusto y con la opción de ser galvanizado. La anchura de trabajo es de 2,5 metros.

Ilustración 28 Recolección con maquina Scarbat



Fuente: (UnicornBeachcleaners, 2019)

El método Tamizado para la recolección del sargazo de la arena seca es necesario aplicarla en las zonas de hamacas, sombrillas, camastros y en lugares situados alrededor de las pasarelas o caminos tablados, así como en las zonas limítrofes entre los paseos marítimos y las zonas de arena, donde haya presencia de personas laborando o flujo de turistas.

Ilustración 29 Método Tamizado



Fuente: (Youtube, 2018)

Para calcular el espacio que se limpió basta con medir el tapete de sargazo como un rectángulo, multiplicar el largo de la mancha por el ancho. Midiéndose en metros cuadrados La cantidad de sargazo también depende del grosor o altura de la “mancha” o “tapete”. El sargazo será medido en metros cúbicos, se utilizará el estándar de metro cúbico de sargazo que es equivalente a 285 kg de peso.

Cabe mencionar que el personal que realiza la recolección del sargazo y tiene contacto con el sargazo, portara un equipo apropiado para dicha actividad lo cual incluye guantes, botas, mascarillas a fin de controlar los riesgos por exposición al ácido sulfhídrico (H_2S). preferentemente visten con ropa de algodón, sombrero y mantendrá una buena hidratación y alimentación, con el objeto de controlar los riesgos por la exposición solar. El horario para retirar el sargazo será después de la salida del sol, y concluyendo antes de la puesta el mismo.

Las principales características de los diferentes métodos de recolección se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8 Métodos de recolección en playa

TIPO	CARACTERÍSTICAS	USOS	VENTAJAS
Manual	Recoger con rastrillos o bieldos y transportar en carretillas	Áreas restringidas o no acceso de maquinas	Buena calidad de limpieza

Tamizado	Mediante malla tipo parrilla vibradora. Máquinas de tipo pequeño y manual.	Para Playas pequeñas. Zonas se servicios. Beach Clubs	Buena calidad de limpieza. Las máquinas son muy maniobrables
Scarbat	Tipo cribado, pero con regulación de la velocidad de avance la malla y rodillo y con un sistema de levante “limpio” del sargazo y las algas.	valido para toda el área permitido, en grandes playas con sargazo y algas	Alta calidad de limpieza. Rápido de realizar. Airear la arena sana la playa. Se puede usar tanto en arena seca como húmeda. Retiran el sargazo “limpio”

Fuente: Elaboración propia

2. Prelavado

La etapa de prelavado el sargazo recolectado en la zona de playa de arena dura se lava con agua del mar en el lugar llevando a cabo una depuración, para remover el exceso de arena y organismo epífitos, rizoides, pedazos podridos o muy duros, otras algas que crecen encima (Ilustración 30). El sargazo se coloca en un tamiz para su lavado, una vez enjuagado se coloca en carretillas para su traslado.

Ilustración 30 Prelavado del sargazo



Fuente: (Excelsior, 2019)

3. Transporte

Cuando la maquina Scarbat, recolecte el sargazo, dicha maquina traslada el sargazo y vacía la tolva en el lugar de acopio o directamente en la caja basculante del camión de carga, ya que los camiones no pueden acceder a las playas.

Los vehículos de volteo de un eje, que son destinados al transporte de material ligero, trasladan el sargazo de los lugares de acopio a las estaciones de tratamiento de disposición final. La descarga del volquete se realiza mediante gravedad o de forma hidráulica.

Al día se sacarán como entre cuatro a cinco camiones llenos de sargazo

Ilustración 31, lo que equivale a cinco o seis toneladas por camión.

Ilustración 31 Llenado de sargazo a camiones



Fuente: (Maya Palace, Barceló , 2021)

4. Lavado

El lavado se realiza en la estación de tratamiento del sargazo, lavando el sargazo con agua natural para eliminar todas las sales y arena contenida. Se traslada el sargazo al área de lavado, en donde con tres contenedores de 5000 litros se realiza el lavado (Ilustración 32).

Introduciendo el sargazo se introduce en cada contenedor para eliminar la sal contenida, y se retira de cada uno de estos de forma sucesiva.

Ilustración 32 Lavado de sargazo



Fuente: (Salvaje Wil, 2021)

5. Secado

El secado más eficiente para el sargazo es el secado sobre piedra, ya que permite una mayor filtración del agua hacia el suelo y menor contacto del alga con la arena, con una mayor

rapidez en el secado, obteniendo un producto final con un 6.72% de humedad a las 56 horas de secado. Con este proceso de secado la superficie requerida para secar una tonelada del alga es de 12 m² (Ilustración 33).

Se aprovecha la energía solar y eólica con un prototipo de secado que consiste en una base de piedras, por donde se filtrara el agua adquirida del proceso de lavado. Para acelerar el tiempo de secado se da vuelta a la cama de algas a la mitad del tiempo de secado.

Se realizan monitoreos e inspecciones de calidad al sargazo midiendo la cantidad de humedad con un humidímetro.

Ilustración 33 Secado de sargazo



Fuente: (Torregrosa, 2019)

6. Almacenamiento

Cuando el sargazo ya cuenta con hasta un 15% de humedad se comprime, y se almacenan pacas rectangulares en un espacio plano

Esto se logra mediante el uso de un empacador con motor (Ilustración 34), el cual tiene ruedas grandes y es portátil, por lo que puede moverse por la hilera y permitir un fácil empacado en el almacén. se carga a través del recipiente que tiene forma de pirámide, que tiene abertura en la parte inferior, y sirve para que el sargazo pase poco a poco al siguiente contenedor, donde se encuentran unos espirales que son revolucionados por medio de un motor, y van fluyendo y comprimiendo el alga horizontalmente hasta generar la paca en forma rectangular.

Ilustración 34 Empacadora de pacas



Fuente: (Mercado libre, 2022)

Una vez que el sargazo está comprimido, se ensarta el alambre recocado arriba y abajo y se ata. El nudo que se realiza es atar un lazo en un extremo y luego pasar el otro extremo. simplemente se retuerce los extremos como si fuera una atadura en lugar de tener que hacer un nudo, pero necesitará un cortador de alambre. Cuando la paca está atada, se abre la puerta y saque por la parte de atrás dejándola resbalar.

Posteriormente se acomodan en hileras de paquetes, que se pueden recoger y amontonar fácilmente (Ilustración 35).

Ilustración 35 Pacas empacadas



Fuente: (Proain Tecnología Agrícola, 2020)

Una vez determinados los pasos del proceso, se realizan los cálculos de las instalaciones, la maquinaria y la mano de obra necesarias. Para esto se toma como base las toneladas a recolectar durante un mes, las cuales equivalen a aproximadamente 651 toneladas.

4.2.4 Determinación de la maquinaria necesaria

Una vez que se ha determinado, el proceso de producción, las características de los insumos requeridos y el volumen de producción se procede al análisis de las alternativas existentes para seleccionar los equipos necesarios. Tomando en cuenta aspectos tales como: la capacidad, el rendimiento, la flexibilidad, el espacio requerido, la facilidad de manejo, el consumo de energía, entre otras

De acuerdo con la descripción realizada del proceso, se define para cada una de las etapas los recursos requeridos. Para este caso se deberá tener en cuenta la maquinaria, los muebles, instrumentos y equipos específicos, fundamentales para la ejecución de las actividades y los eventos que conforman el proceso, que son necesarios para un servicio de calidad y eficiencia.

4.2.4.1 Recolección

Para la recolección de sargazo frente en la playa se requiere de la maquinaria y mano de obra descrita a continuación Tabla 9. Los cálculos de esto son realizados con la Ecuación 2 Cálculos de volumen de empleados del método Grauchet,

$$A_j = \frac{\sum_{x=1}^n P_{ij} * T_{ij}}{H_{ij}} \text{ donde}$$

A_j : Número de empleados requeridos para la operación,

P_{ij} : Volumen de recolección de sargazo en un periodo,

T_{ij} : Estándar de lo recaudado del alga en una hora,

H_{ij} : Horas de la jornada laboral, en minutos.

Mano de obra	Estándar recaudado en una hora	P_{ij}	T_{ij}	H_{ij}	A_j	≈ redondeando
Recolector	420 kg	15000	0.14285	480	4.4640	5
Motociclista	750 kg	15000	0.08	480	2.5	2
Scrabista	84 kg	1000	0.71428	480	1.488	1
Tractorista	3500 kg	10500	0.01714	180	0.9998	1

para obtener la maquinaria se realizó un producto de herramienta por empleado requerido. para obtener las camionetas necesarias, una fue asignada para herramientas y otra para traslado de personal. La descripción técnica o información específica y puntual de la maquinaria a utilizar la recolección, del sargazo se muestran en las tablas 10 a 17.

Tabla 9 Recursos requeridos para recolección del sorgo

Factor	Nombre de recurso	Cantidad
Materia prima	sorgo	25 toneladas aproximadamente
	gasolina	
Maquinaria	carretillas	5
	rastrillo	5
	biello	5
	tractor	1
	tamizadora	1
	scrabat	1
	motoneta	2
	Camioneta	2
Hombre	recolector	5
	motociclista	1
	scrabista	1
	chofer	2
	tractorista	1
Espera	Área de recolección	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10 Datos específicos de camioneta de transporte de herramienta, maquinaria y mano de obra

Imagen de la maquina	Detalles Técnicos	
	Marca	Toyota



Modelo	Hilux
Tipo de combustible	Gasolina
Puertas	2
Transmisión	Manual
Motor	2.7
Tipo de carrocería	Pick-Up
Control de tracción:	Trasera
Cilindrada	2693 cc
Numero de velocidades	5
Medidas	5335 mm x 1690 mm x 1800 mm
Distancia entre ejes	3085 mm
Capacidad del tanque	80 litros
Válvulas por cilindro	4
Rendimiento	15 km/L
Motor	105hp Suzuki
Carga	1200 kg
Transmisión	Manual
Medidas Caja	2.77X1.70

Fuente: elaboración propia con base en (Toyota Hilux, 2022)

Tabla 11 Datos Específicos de cuatrimoto

Imagen de la maquina	Detalles Técnicos
-----------------------------	--------------------------




Tipo de estilo:	Cuatrimoto
Cilindrada:	200 cc
Velocidad Máxima:	60 km/h
Rendimiento:	30 km/l (en condiciones normales de uso)
Transmisión:	Automática
Sistema de encendido	Eléctrico
Soporta hasta:	120 kg
Capacidad de tanque	4.5 litros
Potencia máxima (PMPO)	14 hp
Color	Rojo
Modelo	beast kx2 hyper sport

Fuente: elaboración propia con base en (VELOCI Motors, 2022)

Tabla 12 Datos Específicos de Maquina Scrabat


Imagen de la maquina	Detalles Técnicos
-----------------------------	--------------------------

		Recolecta	Hasta 700 Kg
	Estructura		
	Dimensiones	6.470 m de largo	
		1.23m de alto	
		1.28 de ancho	
	Peso	2950 kg.	
	Ancho de limpieza	1.9m.	
	Malla	Triangular entrelazada de acero al carbón de alta resistencia y de 23mm de luz	
	Propulsión		
	Tipo de tracción	Potencia de arrastre de tractor	
	Toma de fuerza	540 rpm	
	Enganche	Barra de tiro para enganchar al hidráulico al tractor	
	Limpieza		
	Sistema de limpieza	Rodillo frontal móvil, malla cribadora, tolva trasera y alisado	
	Profundidad de limpieza	De 0 a 30cm	
	Capacidad de tolva	2.5m³ descargable por accionamiento hidráulicamente de 2.5 al suelo	
Velocidad recomendada	De 5 a 12 km/h según el grado de humedad de la arena		
Vibración	Triple rodillo vibrador central		
Ruido aéreo emitido	Inferior a LWA= 7 dBA		

Fuente: elaboración propia con base en (UNICORN efficiert Beach-cleaners, 2022)

Tabla 13 Datos Específicos del Tractor

<i>Imagen de la maquina</i>	Detalles técnicos	
	Tracción	Doble 4 x 4

	Toma de fuerza	540/100 rpm
	Barra de tiro	Oscilante con movilidad lateral
	Motor	
	Tipo	Diésel 3 cilindros, 4 tiempos, inyección directa, refrigeración por agua. Bomba lineal
	Potencia	45 (HP)
	Desplazamiento	1533 cm ³
	Velocidad de rotación	2350 rpm
	Capacidad de tanque combustible	38 litros
	Dimensión	
	Longitud total	3412mm
	Latitud	Minima 1330mm, máxima 1470mm
	Altitud	Maxima 2420mm
	Trocha delantera	1100/1300
	Trocha trasera	1050/1460
Minimo radio de giro	3100mm	
Peso	1685 kg	

Fuente: elaboración propia con base en (UNICORN efficiert Beach-cleaners, 2022)

Tabla 14 Datos Específicos de Tamizadora Troyer Playa

<i>Imagen de la maquina</i>	Detalles técnicos	
	Capacidad de recolección	Hasta 7 kg




Estructura	
Dimensiones:	Ancho de 1980mm de largo x 960mm de alto x 760mm de ancho.
Peso	215 kg
Limpieza	750 mm.
Propulsión	
Tipo de tracción	Autopropulsada con guiado manual
Motor	Modelo 3.6 kW de 4.8 CV. Combustión de gasolina y con ruido restringido
Velocidad	2 marchas delanteras y 2 de traseras.
Limpieza	
Sistema de limpieza	Pala frontal, Criba vibradora y Tolva trasera
Profundidad de limpieza	de 0 a 100 mm.
Capacidad de la tolva	25 litros.
Altura de descarga	Manual en depósito
Rendimiento	1250-2800m ² /h

Fuente: elaboración propia con base en (UNICORN efficiert Beach-cleaners, 2022)


Tabla 15 Datos Específicos de Carretilla

<i>Imagen de la maquina</i>	Detalles Técnicos	
	Capacidad de recolección	60 kg

	Capacidad máxima de volumen	175 L
	Medidas de la concha	32" (82 cm) x 41" (104 cm) x 22" (55 cm)
	Medidas de llanta	4" (10 cm) x 16" (41 cm)
	Resistencia de carga	580 kg
	Puente con doble tornillo	Calibre 18 (1.2 mm)
	Soporte y tacón	Calibre 15 (1.7 mm)

Fuente: elaboración propia con base en (TRUPER, 2022)

Tabla 16 Datos Específicos de Rastrillo

<i>Imagen de la maquina</i>	Detalles Técnicos	
	Dientes	16
	Cabeza	De acero 16 1/2" (42 cm)
	Mango	60" (152 cm)
	Diámetro del mango	1 1/4" (32 mm)
	Espesor del peine	1/4" (6 mm)
	Peso	1,04 kg

Fuente: elaboración propia con base en (TRUPER, 2022)

Tabla 17 Datos Específicos de Bieldo

BIELDO	
<i>Imagen de la maquina</i>	Detalles Técnicos

	Dientes	6
	Ancho dientes	8 1/2" (22 cm)
	Largo dientes	12 1/2" (32 cm)
	Largo del mango	48" (122 cm)
	Espesor del peine	1/4" (6 mm)
	Peso	2.5 kg

Fuente: elaboración propia con base en (TRUPER, 2022)

4.2.4.2 Prelavado

Para el prelavado del sargazo frente a playa se requiere de la maquinaria descrita a continuación. Las cantidades requeridas de dicha maquinaria se muestran en la Tabla 18. Los cálculos de esto son realizados con la Ecuación 2. Solo se requerirá el lavado del sargazo que recala donde no pueda ser removido por maquinaria, y orilla del mar para remover el exceso de arena y otro organismo y por mucho será por considerar de 1 tonelada y se tiene un estándar de recaudado de 84 kg por hora (0.7142), con una jornada de 8 horas.

$$A_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ij} * T_{ij}}{H_{ij}} = \frac{1000 * 0.7142}{480} = 1.7 \cong 2.$$

La maquinaria solo se asignará 1 carretilla a cada personal y 2 cajas rejillas.


Las especificaciones técnicas del equipo requerido para prelavado del sargazo se muestran en las tablas 19 y 20.

Tabla 18 Recursos requeridos para el prelavado

Factor	Nombre de recurso	Cantidad
Materia prima	Agua de mar	No definido
Maquina	Caja rejilla	4
	Carretilla	2
Hombre	Recolector	2
Espera	Área de recolección	Na


Fuente: elaboración propia

TABLA 19 FICHA ESPECIFICA DE CARRETILLA

Imagen de la maquina	Detalles Técnicos	
	Capacidad máxima de volumen	175 L
	Medidas de la concha	32" (82 cm) x 41" (104 cm) x 22" (55 cm)
	Medidas de llanta	4" (10 cm) x 16" (41 cm)
	Resistencia de carga	580 kg
	Puente con doble tornillo	Calibre 18 (1.2 mm)
	Soporte y tacón	Calibre 15 (1.7 mm)

Fuente: elaboración propia con base en (TRUPER, 2022)

Tabla 20 Ficha ESPECIFICA DE Caja Rejilla

Imagen de la maquina	Detalles Técnicos	
	Material:	Poliétileno
	Soporta hasta	25 KG
	Resiste temperaturas de	-40°C a +80°C.
	Medidas:	Largo: 59.6cm
		Ancho: 39.9cm
Alto: 22.77cm		

Fuente: elaboración propia con base en (Contenedores México, 2022)

4.2.4.3 Transporte

Para el transporte del sargazo frente a playa se requiere de la maquinaria descrita a continuación. Las cantidades requeridas de dicha maquinaria se muestran en la Tabla 21 y son calculadas de la siguiente forma para obtener el estándar se toma en cuenta dos horas, debido al recorrido que realizara el camión para el llenado y traslado del sargazo a la planta de producción

Mano de obra	Estándar recaudado cada dos horas	P_{ij}	T_{ij}	H_{ij}	A_j	≈ redondeando
Camión de volteo	7000 kg	25000	0.171428	480	0.8928	1

Tabla 21 Recursos requeridos para transporte de sargazo

Factor	Nombre de recurso	Cantidad
Materia prima	Sargazo	25 toneladas aproximadamente
	Gasolina	


Maquinaria	Camión de volteo	1
Hombre	Chofer	1
Espera	Área de recolección	
	Área de descarga	

Fuente: Elaboración propia

Las especificaciones técnicas de cada recurso necesario para el transporte del sargazo se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22 Datos Específicos de camión de volteo de un eje

<i>Imagen de la maquina</i>	Detalles Técnicos	
	Capacidad de almacenaje de sargazo	aproximadamente 6.5 toneladas
	Capacidades y medidas tolva	
	Volumen	8,3 m3
	Dimensiones (mm))	4,000 x 2.300 x 900
	Medidas	Fondo 6 mm / laterales 4 mm
	Largo Total	919.9 cm
	Ancho total	265.2 cm
	Altura total	344.6 cm
	Distancia entre ejes	508.25 cm
	Distancia libre de piso a máquina	37.3 cm
	Altura de vaciado	594.7 cm
	Distancia de piso a vertedero	63.5 cm
	Capacidad de tanque de combustible	210 Lt
	Velocidad máxima	50 km/h

	Aspiración	Turbocargada
	Medición de Torque	1500 rpm
	Potencia bruta	260 hp
	Potencia neta	242 hp
	Revoluciones del motor	2400 rpm
	Torque máximo neto	730 lb ft
	Tipo de transmisión	Smoothshift
	Carga total	35700 kg
	Eje frontal cargado	11470 kg
	Eje frontal vacío	7500 kg
	Eje trasero cargado	24300 kg
	Eje trasero vacío	8200 kg
	Total, vacío	15700.2 Kg
	Ángulo de vaciado	74 grado
	Capacidad apilada	12 m3
Carga útil clasificada	20000 kg	
Tiempo de bajada	11 Seg	
Tiempo de subida	13 Seg	

Fuente: elaboración propia con base en (Duplin, 2022)

4.2.4.4 Lavado

Para el lavado de sargazo en la planta se requiere de la maquinaria descrita a continuación. Las cantidades requeridas de dicha maquinaria se muestran en la Tabla 24. Los cálculos utilizaremos nuevamente la ecuación para cálculo de requerimiento de empleados, considerando que el espacio o distancia de recorrido es más corto el estándar de llenado de carretillas para traslado al estanque, se obtiene un estándar de 720 kg 2n una hora, equivalente a 0.0833.

Mano de obra	Estándar recaudado en una hora	P_{ij}	T_{ij}	H_{ij}	A_j	≈ redondeando
Recolector para lavado	720 kg	25000	0.0833	480	4.3402	4

Cada empleado necesita de una carretilla, un biello y un rastrillo para manipular el sargazo

$$4 * 1 = 4.$$

Estimando que cada estanque requiere de 5000 litros de agua, para realizar el lavado de secuencial con agua natural para eliminar todas las sales y arena contenida, y se tiene 3 estanques se realiza la operación:

$$5000 * 3 = 15000$$

El cálculo para área de descarga y lavado (Tabla 23), utilice la Ecuación 3 Cálculos de espacio del método Grauchet

$$S_t = N(S_s + S_g + S_e)$$

Donde

S_t = superficie total

S_s = superficie realmente ocupada por las máquinas; delimitada por sus dimensiones máximas.

S_s = largo*ancho

S_g = la reservada junto a cada máquina para los hombres que trabajan en ella y los materiales que necesitan. (n = número de lados de la máquina por los que es accesible)

$$S_g = S_s \times n$$

Se= superficie de evolución la necesaria entre los distintos puestos de trabajo para los desplazamientos de personal y manutenciones.

$0,05 \leq K < 3$; se calcula como la relación entre las dimensiones de los hombres u objetos desplazados y el doble de las cotas medias de muebles o máquinas entre las cuales aquellos se desenvuelven

$$S_e = (S_s + S_g) k$$

Donde k

$$k = \frac{h_1}{2 \times h_2} =$$

N= número de elementos móviles o estáticos de un tipo

Tabla 23 cálculo del área requerida para descarga y lavado

Area	elemento	n	N	Largo	Ancho	Altura	k	Ss	Sg	Se	St	Total
descarga	sargazo	4	1	4	2.3	0.9	0.275	9.2	36.8	12.65	58.65m ²	231.748
	Camión	4	1	9.2	2.65	3.45	0.81	24.38	97.52	51.198	173.098	
Lavado	Carretilla	4	4	1.04	.82	0.55	0.5	0.8528	3.4112	2.132	6.396	83.1987
	estanque	3	3	2.30	2.10	1.06	0.3251	4.83	14.49	6.2809	76.8027	

Fuente: Elaboración propia


Tabla 24 Recursos requeridos para lavado

Factor	Nombre de recurso	Cantidad
Materia prima	Sargazo	25 toneladas aproximadamente
	Agua	15000 litros
Maquinaria	Estanque	3
	Carretillas	4
	Rastrillo	4
	Bieldo	4
Hombre	Recolector	4
Espera	Área de descarga	231.748 m ²
	Área de lavado	83.1987 m ²

Fuente: Elaboración propia

Detallaré especificaciones técnicas de maquinaria requerida para el lavado del sargazo se muestran en las tablas 24 a 26.

Tabla 25 Datos específicos de carretilla

Imagen de la maquina	Detalles Técnicos	
	Capacidad máxima de volumen	175 L
	Medidas de la concha	32" (82 cm) x 41" (104 cm) x 22" (55 cm)
	Medidas de llanta	4" (10 cm) x 16" (41 cm)
	Resistencia de carga	580 kg
	Puente con doble tornillo	Calibre 18 (1.2 mm)

	Soporte y tacón	Calibre 15 (1.7 mm)
--	-----------------	---------------------


Fuente: elaboración propia con base en (TRUPER, 2022)

Tabla 26 Datos específicos de biello

BIELLO		
<i>Imagen de la maquina</i>	Detalles Técnicos	
	Dientes	4
	Ancho dientes	8 1/2" (22 cm)
	Largo dientes	12 1/2" (32 cm)
	Largo del mango	48" (122 cm)
	Espesor del peine	1/4" (6 mm)
	Peso	2.5 kg

Fuente: elaboración propia con base en (TRUPER, 2022)

Tabla 27 Datos específicos del estanque

<i>Imagen de la maquina</i>	Detalles técnicos	
	Capacidad	5000 litros
	Materia Prima	LLDPE (Polietileno Lineal de Baja Densidad).
	Rendimiento	Anti-UV, anti-fuga, anti acido
	Medidas	Alto: 1.06metros
		Largo: 2.30 metros
		Ancho: 2.10 metros
	Peso	80-100kilogramos
Diámetros	Tapa Superior: 6'' Válvula: 2''	

Fuente: elaboración propia con base en (TRUPER, 2022)

4.2.4.5 Secado

Para el secado del sargazo se requiere de la maquinaria descrita a continuación. Las cantidades requeridas de dicha maquinaria se muestra en la Tabla 27. Los cálculos se realizan con la ecuación 2 y se asume 1 carretilla por cada recolector y se realiza la operación siguiente:

$$1 * 8 = 8$$

Para obtener el cálculo de piedra se puede usar la siguiente regla: Se utiliza una media de 150kg por metro cuadrado (m²), basado en una capa de 10 cm. que es el promedio estándar, para calcular un cuadrado de secado de 12m², se hace la operación de:

$$150 * 12 = 1800 \text{ kg}$$

por lo tanto, para los 75 cuadrados, área requerida para el secado de 25 toneladas, se multiplica el resultado anterior por la cantidad precisa:

$$1800\text{kg} * 75 = 135000 \text{ kg,}$$

Que equivale a 135 toneladas.

En la Tabla 28, se calculara la cantidad de recolectores necesarios para el secado del sargazo y en la Tabla 29 el área requerida.

Tabla 28 Cantidad de recolectores para secado de sargazo

Maquinaria	Estándar recaudado en una hora	P_{ij}	T_{ij}	H_{ij}	A_j	\approx redondeando
Recolector	400 kg	25000	0.15	480	7.8125	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 Calculo de área de secado del sargazo

Area	elemento	n	N	Largo	Ancho	Altura	k	Ss	Sg	Se	St	Total
secado	Cuadro de piedra	1	75	4	3	.10	0.05	12	12	1.2	1890	1890 m ²

Fuente: Elaboración propia


Tabla 30 Recursos requeridos para el secado de sargazo

Factor	Nombre de recurso	Cantidad
Materia prima	Sargazo	25 toneladas aproximadamente
Maquinaria	Piedras	135 toneladas
	Carretillas	8
	Humidímetro	2
Hombre	Recolectores	8
Espera	Área de lavado	83.1987 m ²
	Área de secado	1890 m ²

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31 Ficha técnica del humidímetro

<i>Imagen de la maquina</i>	Detalles técnicos	
	Pantalla:	4 LCD digital
	Rango de medición	0-80%

	Condiciones de funcionamiento Temperatura	-10 ~ 140.0 °F
	Humedad	5%~90%RH
	Resolución	0.1
	Precisión	± 0.5%
	Fuente de alimentación	4x1.5 AAA tamaño (UM-4) batería
	Dimensiones	18.110 x 2.953 x 1.378 in.
	Aguja.	11.024 in
	Peso	7.16 oz.

Fuente: elaboración propia con base en (Suministro en Metrología, 2022)

4.2.4.6 Almacenamiento

Para el almacenamiento del sargazo se requiere de la maquinaria descrita a continuación. Las cantidades requeridas de dicha maquinaria se muestran en la Tabla 32 y considerando que el sargazo húmedo a seco reduce su peso un 75%, el peso aproximado de 25000 toneladas recolectadas disminuye a 7000 kg en producción.

De cada cuadro de secado de una tonelada se obtendrán 250 kg de sargazo en seco, el volumen en seco abarca aproximadamente 2.4 m³ de sargazo (4 m * 3 m * .20 m), cada paca tiene un volumen de 0.144 m³, lo que equivale a 17 pacas de cada cuadro y a 425 pacas en un día,

Por lo tanto, para el cálculo de requerimiento de maquinaria utilizare la ecuación 1 y para el cálculo de requerimiento de empleados la ecuación 2.

$$A_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ij} * T_{ij}}{H_{ij}} \text{ donde}$$

A_j : Número de empleados o maquinaria requeridos para la operación,

P_{ij} : Volumen de recolección de sargazo en seco,

T_{ij} : Estándar de lo recaudado del alga en una hora,

H_{ij} : Horas de la jornada laboral, que se dará minutos.

Tabla 32 Maquinaria requerida para almacenamiento

Maquinaria	Estándar recaudado en una hora	P_{ij}	T_{ij}	H_{ij}	A_j	\approx redondeando
Empacadora	480 kg	7000	0.125	480	1.8229	2
almacenador	480 kg	7000	0.125	480	1.8229	2

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se requieren 4 personas para el área de almacenamiento, 2 para operar la empacadora y 2 para almacenar.

Para el momento de almacenar las pacas, se apilará y escalonara, considerando que la altura máxima de apilar es de 2.30 m, se colocaran 3 de ancho, 5 de largo y 11 de altura, nos da un volumen de

$$3 * 5 * 11 = 165 \text{ pacas}$$

El cálculo para área de almacenamiento nuevamente se utiliza a la Ecuación 3 Cálculos de espacio del método Grauchet y se especifica en la Tabla 33.

Tabla 33 Calculo de área para almacenamiento de pacas de sargazo.

Area	elemento	n	N	largo	Ancho	Altura	k	Ss	Sg	Se	St
------	----------	---	---	-------	-------	--------	---	----	----	----	----

Almacenamiento	Paca de sargazo	4	1	3.6	3	2	0.05	10.8	10.8	1.08	22.68
	empacadora	1	2	2.5	0.80	1.50	0.05	2	4	0.3	12.6
Vía de flujo	Vehículo de carga	4	1	5.335 m	1.69 m	1,8 m	0.05	9.016	36.064	2.254	47.334

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta que por día serán 425 y cada cuadro almacenará 165, se requieren de 3 cuadros para almacenar las pacas resultando en un total de

10 espacios requeridos para almacenar.


Las especificaciones técnicas de los recursos necesarios se muestran en la Tabla 34 y en las Tabla 35 y Tabla 36 las fichas técnicas de las maquinarias.

Tabla 34 Recursos requeridos para el almacenamiento de pacas

Factor	Nombre de recurso	Cantidad
Materia prima	Sargazo	7 toneladas aproximadamente
	Alambre Bobina	No definido
Maquinaria	Empacadora	2
Hombre	Recolector	4
Espera	Área de recolección	1890 m ²
	Área de Almacenamiento	224 m ²


Fuente: elaboración propia

Tabla 35 Ficha técnica de bobina de alambre

Imagen de la maquina	Detalles Técnicos	
	Uso	Para amarrar pacas forrajeras de todo tipo
	Características	Lubricado
		Devanado uniforme
		Flejado en cuatro puntos para mantener tensión
	Clave	53888
	Calibre	15
	Longitud (metros)	2000
Resistencia a la tensión	55 - 65 ksi	

Fuente: elaboración propia con base en (DEACERO, 2022)

Tabla 36 Ficha técnica de empacadora de motor

Imagen de la maquina	Detalles Técnicos	
	Marca	SPC
	Modelo	MEFORR
	Empacadora de	forraje verde
	fabricado en	acero galvanizado
	Motor	a gasolina
	Sistema de inicio de llenado y paro automático de llenado	
	Tamaño de paca	60cm de ancho, 20cm de alto y 1.2m de largo

Fuente: elaboración propia con base en (mercado libre, 2022)

4.2.4 Determinación de la mano de obra

Una vez que se ha determinado la maquinaria, es necesario calcular la mano de obra requerida para el funcionamiento de estas. Dicho calculo se realiza con la obtención de los cálculos anteriores, y se obtienen los requerimientos mostrados en la Tabla 37 muestra el requerimiento de personal y el cálculo del presupuesto de la mano de obra.

Tabla 37 Presupuesto de mano de Obra

Proceso	Recurso humano	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Jornada	Costo por hora	Costo total por persona	Costo final
Lavado	Recolector	hh	1	5	8	31.25	250	1250
	Chofer	hh		2	8	37.5	300	600
	Motociclista	hh		1	8	31.25	250	250
	Tamizador	hh		1	8	31.25	250	250
	Tractorista	hh		1	8	50	400	400
Prelavado	Recolectores	hh	1	2	8	31.25	250	500
Transporte	Conductor	hh	1	1	8	50	400	400
Lavado	Intendente	hh	1	4	8	31.25	250	1000
Secado	Braceros	hh	1	8	8	31.25	250	2000
Almacenamiento	Empacador	hh	1	2	8	31.25	250	500
	almacenador	hh	1	4	8	31.25	250	1000

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Determinación de las instalaciones necesarias

De acuerdo con el proceso de producción específico se determinan zonas principales para el layout de la planta de elaboración. Estas áreas son: zona de descarga, zona de lavado, zona de secado y zona de almacenamiento de producto terminado. A continuación, se describen las áreas designadas:

- Zona de descarga: Es la destinada a la recepción de mercancía y se trata de una de las principales zonas del almacén. permite un acceso directo a los vehículos de transporte generalmente, camiones. La zona de descarga otorga a la instalación un manejo ágil y rápido de las unidades de carga, para ello deben tener espacio suficiente para que la descarga se realice con comodidad y total seguridad. La descarga de mercancías se realizará día a día en la operación, los camiones que tienen sus cajas basculantes llenas de sargazo se desplazan desde lugar de acopio donde se carga la mercancía, hasta la planta Industrial y aligeran las cajas en la zona de descarga que es independiente y está ubicada fuera del área de almacén al lateral de la nave, pero dentro del entorno. Esta zona ocupa gran explanada a la que tienen acceso directo los camiones u otros medios de transporte. La operación de descarga optimiza los tiempos de trabajo y mejorar la productividad haciendo de una manera rápida. La zona de descarga está diferenciada del resto de plazas por uno o dos señales de prohibición y en algunas ocasiones, con una marca de zigzag de color amarillo en el suelo.
- Zona de lavado. En esta zona se realiza la eliminación física de materias orgánicas y de la contaminación, y en general se practica con agua, Por lo regular, la limpieza no está destinada a destruir microorganismos, sino a eliminarlos, el método a emplear será de forma manual sumergible. El área de lavado es una de las más importantes funciones en la operación. Pues tener una zona de lavado eficiente hace que tengamos menores costos de operación, ligados a consumos de agua, mano de obra, tiempo, energía, y a su vez garantiza que el insumo tenga los más altos grados de higiene.
- Zona de secado: El secado consiste en la reducción del contenido líquido del producto por medio de una evaporación. Tiene como propósito estabilizar el producto, preservar su actividad, reducir su volumen. Y en gran medida su contenido de agua. El secado con luz solar es intensa y baja humedad relativa, la materia prima se seca directamente al aire libre. Se coloca, la materia prima, en un terreno abierto durante

días y se vuelven repetidamente al sol durante este tiempo. El secado al sol es un proceso natural simple y rentable que se usa habitualmente en hierbas mediterráneas, especias y frutas secas.

- Zona de almacenamiento: Instalaciones dimensionadas de acuerdo con las cantidades totales que se deben guardar y el tiempo en que el material debe permanecer en ellas. Habrá que tener en cuenta el espacio con que se cuenta y la naturaleza del suelo y del subsuelo sobre el que se realizará el almacenamiento. El contenido de humedad de las pacas almacenadas y las condiciones climáticas de la zona puede aconsejar que en la instalación de almacenamiento se dispongan los elementos que permitan la ventilación, como forma de reducir el riesgo de pérdida de contenido en materia seca y la merma de la calidad.

Ya definidas las zonas con las que contara la planta, se procede a elaborar el diagrama de espacios.

4.2.5.1 Diagrama de espacios

Mediante el uso de la diagramación se indica la relación de los espacios y la posición de estos dentro del proyecto, para lo cual se considera las áreas definidas en la sección 4.2.7. El diagrama consta de cinco secciones, las cuales se delimitan mediante resultando en el diagrama mostrado en la Ilustración 36 , las cuales cuentan con las medidas mostradas en la Tabla 39.

Ilustración 36 Diagrama de áreas



Fuente: Elaboración propia

Ecuación 3, y es la sumatoria de las áreas calculadas anteriormente:

Tabla 38 Calculo de área total del diagrama de espacios

Área	elemento	n	N	largo	Ancho	Altura	K	Ss	Sg	Se	St	Total
descarga	sargazo	4	1	4	2.3	0.9	0.275	9.2	36.8	12.65	58.65m ²	231.748
	Camión	4	1	9.2	2.65	3.45	0.81	24.38	97.52	51.198	173.098	
Lavado	Carretilla	4	4	1.04	.82	0.55	0.5	0.8528	3.4112	2.132	6.396	83.1987
	estanque	3	3	2.30	2.10	1.06	0.3251	4.83	14.49	6.2809	76.8027	
secado	Cuadro de piedra	1	75	4	3	.10	0.05	12	12	1.2	1890	1896.396
	Carretilla	4	4	1.04	.82	0.55	0.5	0.8528	3.4112	2.132	6.396	
Almacenamiento	Paca de sargazo	4	10	3.6	3	2	0.05	10.8	10.8	1.08	226.8	245.796
	Carretilla	4	4	1.04	0.82	0.55	0.5	0.8528	3.4112	2.132	6.396	
	empacadora	1	2	2.5	0.80	1.50	0.05	2	4	0.3	12.6	
Vía de flujo	Vehículo de carga	4	15	5.335	1.69	1,8	0.05	9.016	36.064	2.254	47.334	710.01
Servicio personal	oficina	1	1	5	4	2.5	0.05	20	20	2	42	127.575
	baño	2	1	2.5	5	2,5	0.05	12.5	25	1.875	39.375	
	cocina	1	1	2.5	4	2,5	0.05	10	10	1	21	
	bodega	1	1	3	4	2,5	0.05	12	12	1.2	25.2	

Total, de la instalación

3294.7237

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 medida de áreas limitadas

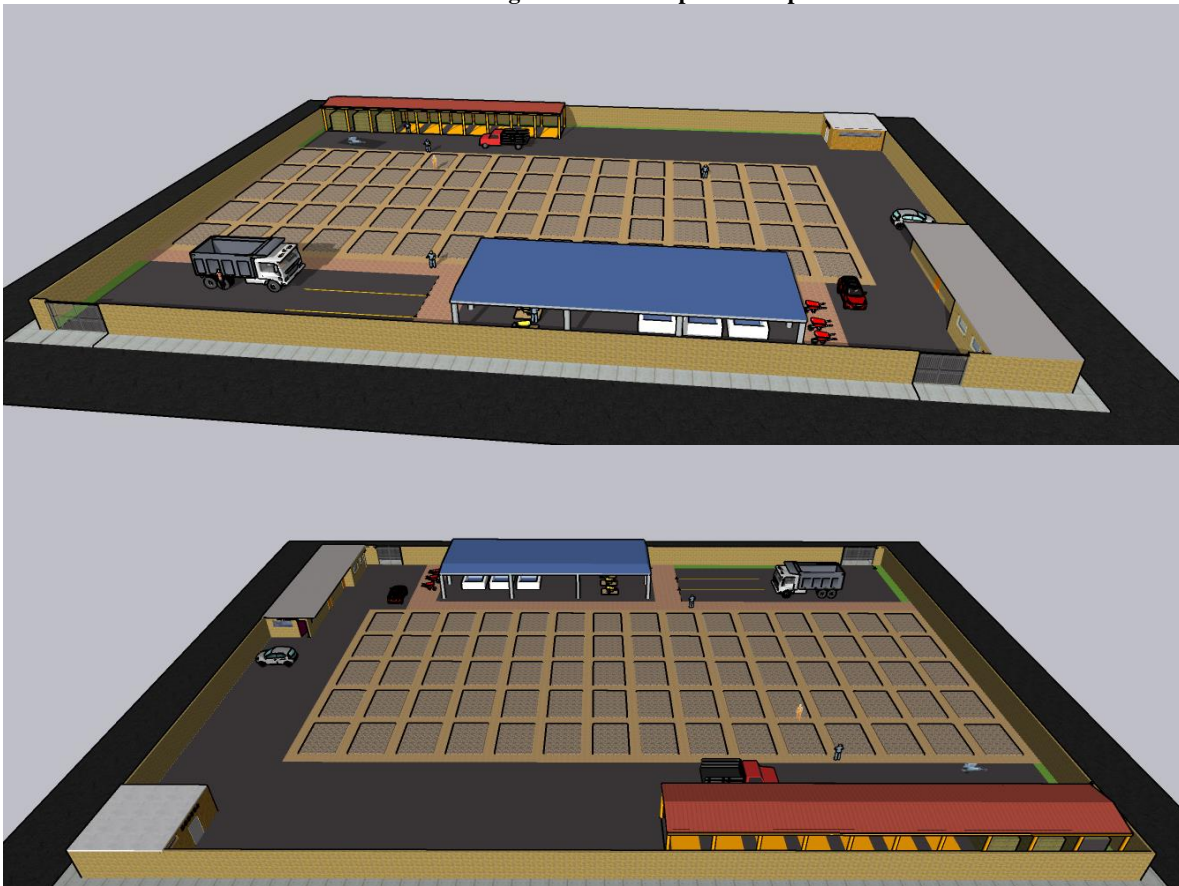
Área	Dato	Requerimiento mínimo	Medidas en m ² y m ³	
Descarga	1 m ³ de sargazo húmedo equivale a 800 kg	88 m ³ (excedente para maniobras de camiones)	250 m ²	750m ³
Lavado	Tanque de 5000 litros Alto: 1.06metros Largo: 2.30 metros Ancho: 2.10 metros	4.83 m ² por tanque, son 3 tanques (14.49 m ²)	250m ²	750 m ³
Secado	12m ² área requerida para exponer al sol 1 tonelada de sargazo húmedo	300 m ² , pero se deja un metro de separación entre cada cuadro, para flujo de carretillas	1586 m ²	4758 m ³
Almacenamiento	Cada paca tiene un espacio de 0.60 m * 0.20 m * 1.2 m	Se obtiene de cada cuadro de secado 16 pacas, con un espacio de	400 m ²	1200 m ³
Administrativa	Espacio requerido a la oficina	20 m ²	30 m ²	75 m ³
Servicio personal	Para baños , uno de sexo femenino y otro de masculino. Y el comedor de empleados	12.5 m ² de baños y 10 m ² del comedor.	25 m ²	120 m ³
Bodega	Para resguardar herramienta y maquinaria chica	12 m ²	16 m ²	40 m ³
La medida aproximada del terreno seria de 70 * 50= 3500 m²				

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra mediante captura la vista general y específicas de cada área definido en el diseño de la planta de producción. El software utilizado para el diseño del layout es Google SketchUp Pro-2022.

De las vistas principales, solo presento el perfil izquierdo y perfil derecho (Ilustración 37), donde podemos observar las cinco secciones diferentes y el acceso hacia la planta de producción, existen 2 puertas de acceso, una para la entrada y salida de camiones de carga, donde únicamente será para descargar el sargazo proveniente de las zonas de recolección; y la segundo portón, a un costado de las oficinas, para el acceso a los vehículos de empleados, administrativos, proveedores y compradores.

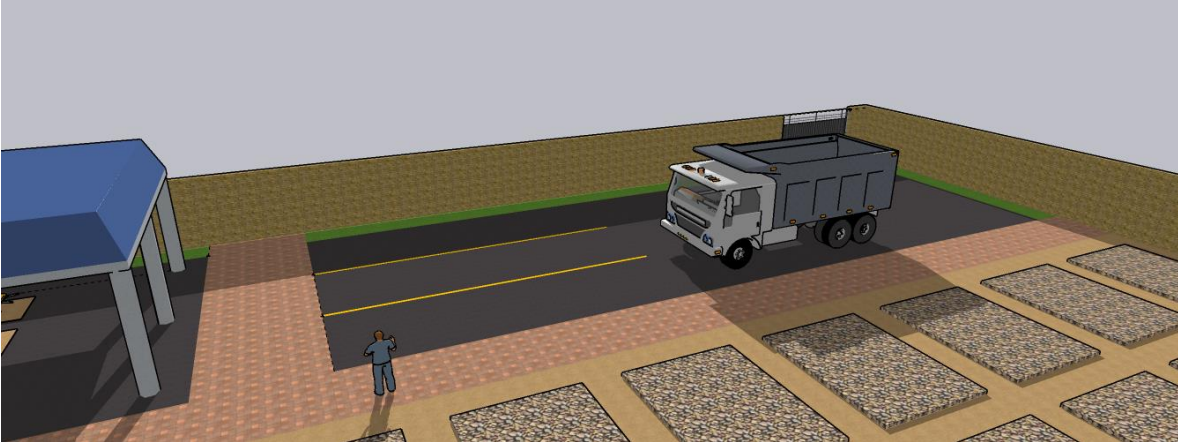
Ilustración 37 Vistas generales de la planta de producción



Fuente: Elaboración propia

Esta vista alzada derecha (Ilustración 38), es la zona de descarga del sargazo recolectado, donde se permite maniobrar ampliamente al chofer el camión, para vaciar la tova.

Ilustración 38 Vista de área de descarga



Fuente: Elaboración propia

La siguiente proyección manifiesta el área de lavado, el sargazo se traslada, por medio de carretillas, llenando y vaciando con rastrillos, de la zona de descarga a este espacio, donde se encuentran tres tanques llenos de agua (Ilustración 39, donde se lavará el sargazo para eliminar las sales y minerales previo al secado. Primero pasara por el primer tanque y paso seguido al siguiente, utilizando bieldos cada trabajador, para al final el sargazo salga lo más pulcro posible.

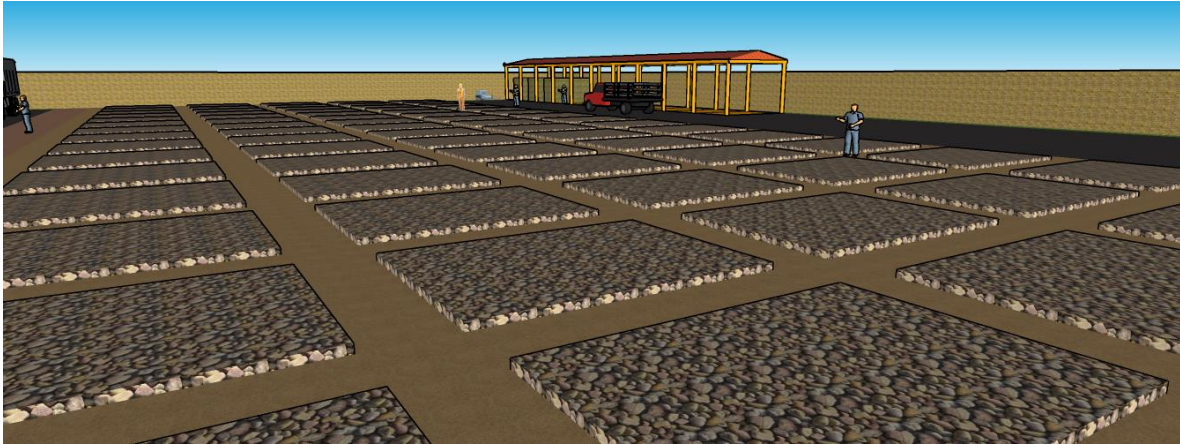
Ilustración 39 Vistas de área de lavado



Fuente: Elaboración propia

La planta inferior muestra los 75 espacios diferentes para el secado del sargazo, cada cuadro tiene un espacio de 4m por 3m, área requerida para el secado de una tonelada del alga. Se acomodará de forma manual haciendo una cama de sargazo encima de la plataforma de piedra, donde se extraerá el agua por medio de filtración, mediante la exposición directa al sol. Hay espacio suficiente para la acumulación de 3 días de recolección, pero cada 56 horas o antes el sargazo seco se recogerá para comenzar a realizar las pacas.

Ilustración 40 Vista área de secado



Fuente: Elaboración propia

Esta vista alzada con perfil izquierdo nos muestra los 10 espacios de almacenaje de pacas, donde se podrá en cada espacio manipular, apilar y almacenar una cantidad de 280 pacas, las pacas se podrán colocar alineadas unas sobre otras, esto es posible ya que es un paquete de dimensiones menores, permitiendo ser manejadas manualmente., facilitando el transporte y acopio hasta el momento de utilización.

Ilustración 41 vista área de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, esta vista (Ilustración 42) presento el área administrativa, oficina donde se realiza el conjunto de actividades cotidianas relacionadas con la planificación y organización financiera, registros administrativos y contables, facturación, el personal, la distribución física y logística. área de servicios personales, como son el comedor y baños de personal; como el área de bodega, lugar de establecimiento de almacenamiento de equipo, herramientas de trabajo y maquinas.

Ilustración 42 Vista área administrativa y servicio personal



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La llegada atípica del sargazo tiene diferentes consecuencias afectando el ecosistema, el turismo, la economía no solo de un estado sino a nivel mundial; por lo cual, al dar un tratamiento adecuado, más que un inconveniente se puede obtener un beneficio pues el sargazo persistirá en diversos momentos hacia futuro, es importante recordar que este contexto se ha intensificado en el último lustro. Se prevé que grandes arribazones seguirán surgiendo en las costas del Caribe y alrededores, siendo un fenómeno que no se puede controlar sólo por un país, sino que se necesita una colaboración internacional para atacarlo.

Algunos países están trabajando en investigaciones y proyectos que utilizan al sargazo como una fuente de materia prima, desde la elaboración de fertilizantes, alginatos, forraje caprino, zapatos, libretas, ladrillos entre otros. Sin embargo, la llegada exorbitante de sargazo y sus procesos de reproducción y descomposición son muy acelerados, lo que dificulta el manejo de esta materia prima potencial. Las aplicaciones y/o aprovechamiento integral del sargazo se puede y debe llevar a cabo a micro, pequeña, mediana y gran escala, dependiendo de la ubicación, extensión, así como recursos e infraestructura con la que se cuente en los sitios afectados. La idea de ver el sargazo como una fuente prometedora de empleos dignos y mejoramiento de la calidad de vida es bastante acertada y especialmente plausible y se puede llevar a cabo.

Dentro de los principales usos identificados para el sargazo, ya sea utilizado como biomasa, se aprovecha como fertilizante, producto alimenticio, biocombustible, pigmento, alimento para animales y para otros usos como elaboración de ladrillos y calzado, demostrando así, que la utilización y evaluación de este recurso a una mayor escala puede ser muy beneficioso.

Por lo cual el proceso de recolección y almacenamiento propuesto en este trabajo ayudará a mejorar la funcionalidad del sargazo al recolectarlo y almacenarlo de manera funcional, propiciando el uso del sargazo como materia prima y de esta manera no solo ayudar a minimizar los efectos secundarios provocados por este sino de manera simultánea impulsar su utilización para la obtención de recursos que apoyen a su recolección y almacenamiento, logrando hacer dichos procesos de manera cíclica y autosustentable.

La determinación de los procesos, el material y mano de obra necesarios para un caso de estudio como el aquí presentado, son replicables en otras zonas donde se encuentren los arribazones de sargazo, pudiendo así identificar los recursos necesarios y posteriormente realizar cronogramas de actividades para su correcta recolección y almacenamiento.

Los diagramas presentados en este trabajo sirven de base para la construcción de plantas, ya que son elaborados con la secuencia y espacios necesarios para lograr el objetivo de almacenamiento, y que el sargazo sea utilizado posteriormente para generar soluciones de utilización y de esta forma no solo minimizar su impacto, sino utilizarlo y generar autofinanciamiento para continuar con su recolección.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia EFE. (2 de Septiembre de 2018). *EFE*. Obtenido de EFE noticias:
<https://www.efe.com/efe/america/tecnologia/el-sargazo-es-transformado-en-biocombustible-por-investigadores-mexico/20000036-3736948>
- Aguirre Muñoz, A. (2019). Fondo Mexicano para la conservación de la Naturaleza.
- Aldana Aranda, D. (Diciembre de 2020). México ante el sargazo. *Ciencias*, 6.
- Aldana Aranda, D., Enríquez Díaz , M., & Elías, V. (2020). Cooperación en el Caribe ante el sargazo. *Ciencias*, 64.
- Alejandro Espinosa, A. (2020). Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. *Scielo Analytics*, 260-265.
- Alfaro Benavides, Francis. (03 de Junio de 2013). *faabenavides.wordpress*. Obtenido de faabenavides.wordpress: <https://faabenavides.files.wordpress.com/2013/03/unidad-vii-distribucion-de-planta.pdf>
- Alvia Sornoza, F., García Vines, K., & Palma Lozano , R. (s.f.). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/474446646/TIPOS-DE-DISTRIBUCION-EN-PLANTA-unido>
- Arias coello , A. (08 de 10 de 2008). *Facultad de Ciencias de la Documentación*. Obtenido de <https://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento10142.pdf>
- Bernal España, I. P. (2020). *Sargazo, Alginato y su Aplicación en la Industria Alimentaria*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Caballero Vazquez, J., Acosta González, G., & Hernandez Zepeda, c. (2020). El sargazo, un fenomeno complejo. *Ciencia*, 14.
- Cañizares Villanueva, R. (2000). Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana. *Revista Latinoamericana de Microbiología*.
- Carrillo, L., & Sheinbaum Pardo, j. (Agosto de 2020). Sargazo en Movimiento. *Ciencia*, 71, 22. Obtenido de https://ceiba.org.mx/publicaciones/Consejo%20Editorial/190820_SargazoCaribe_Final.pdf

- Castillo Rojas, R., Tejada Cáceres, A., Castañeda Muñoz, V., & Pastor Cuba, R. (2011). *Diagnostico y Estado de la macroalga parda aracanto, lessonia nigrescens, en el litoral de Arequipa, Perú*. Instituto del Mar del Perú, Perú.
- Creary, M. (2018). *Efectos del cambio climático sobre los arrecifes del coral y el medio marino*. Publicaciones ONU.
- Despsey, C. (11 de diciembre de 2015). *MAR DEL SARGAZO*. Obtenido de MAR DEL SARGAZO: <https://www.geographyrealm.com/the-only-sea-in-the-world-without-a-coast/>
- Duménigo Gonzalez, A., & Frías Vázquez, A. I. (2014). Actividad antiinflamatoria y analgésica de un extracto organico del alga roja *Galaxaura rugosa*. *Scielo Analytics*, 238-240.
- El Financiero*. (18 de julio de 2019). Obtenido de El Financiero: <https://www.elfinanciero.com.mx/ciencia/este-cinturon-de-sargazo-esta-axfixiando-a-la-vida-marina-desde-africa-hasta-el-caribe-y-el-golfo-de-mexico/>
- Excelsior. (24 de Abril de 2021). Arribo masivo de sargazo cubre costas de Quintana Roo. *Arribo masivo de sargazo cubre costas de Quintana Roo*. Obtenido de <https://www.excelsior.com.mx/nacional/arribo-masivo-de-sargazo-cubre-costas-de-quintana-roo/1445096>
- Fernandez, A. (06 de Junio de 2017). Obtenido de <http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/SLP%20para%20Distribucion%20en%20Planta%20%202017.pdf>
- Franco, F. (2 de julio de 2019). Sargazo se extiende a mas de 20 paises. *El heraldo de México*.
- Garduño, M. (31 de mayo de 2021). Semar recolecta 11,186 toneladas de sargazo con ayuda del buque "Natans". *Forbes México*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/noticias-semar-recolecta-11186-toneladas-sargazo-ayuda-buque-natans/>

- Gojon Baez, H., Siqueros Beltrones , D., & Hernández Contreras, H. (1998). DIGESTIBILIDAD RUMINAL Y DEGRADABILIDAD IN SITU DE *macrocystis pyrifera* y *sargassum* spp, EN GANADO BOVINO. *Redalyd.org*.
- Gutiérrez, X., & Guzmán, M. I. (2014). Distribución de plantas. *Slideshare*, 5-6.
- Gutiérrez, X., & Guzmán, M. I. (2014). Distribución de Plantas. *Slideshare*, 8-9.
- Hernández Arana , H. (2020). La descoposición del sargazo en la laguna arrecifal y su biota. *Revista de la Academia Mexicana de ciencias*, 34.
- JUGARSA. (2004). Distribución en Planta. En *Diseño de sistemas productivos y logísticos* (págs. 3-6).
- Martínez Gonzalez, G. (2019). *Sargazo: La irrupción atípica de un ecosistema milenario*. Ayuntamiento de Solidaridad, Quintana Roo. Salud Pública de México.
- Moracho del Rio, Oscar. (2014). *Administración Sanitaria y Gestión Clínica by UNED Nacional de Sanidad*. Obtenido de http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:500959/n14.3_An__lisis__desarrollo_y_gesti__n__de__procesos.pdf
- Nava Jiménez, I. A., & Sánchez Hernández, H. (2020). El sargazo del mar Caribe Mexicano. *Ciencia*, 58.
- Nava Jiménez, I. A., & Sánchez Hernández, H. (2020). El sargazo del Mar Caribe Mexicano. *Academia Mexicana de Ciencias*, 60-61.
- Perez Ortega, R., Toche, N., & Vidal Valero , M. (16 de Agosto de 2019). "Es un desastre ecológico": La crisis del sargazo en México. *The New York Times*.
- Salas Bacalla, J. (1998). Tipos básicos de Distribución de plantas. *Revista UNMSM*.
- Sánchez Henríquez, J., & Calderón Claderón, V. (2011). Diseño del proceso de evaluación del desempeño del personal y las principales tendencias que afectan su auditoría. *SciELO Analytics*.
- Secretaría de Marina. (2021). *La Secretaría de Marina-Armada de México mantiene acciones para la contención del fenómeno atípico del sargazo en el Estado de Quintana Roo*. México.

Solano, Roberto; Rodríguez , Brian. (2019). *Sargazo 2019: Efectos en el caribe*. Grupo Financiero Monex, Disclaimer.

Suárez, E. (10 de Julio de 2019). Sargazo disminuye la llegada de pasajeros internacionales. *El Economista*.

Vazquez, J. (3 de Julio de 2019). ¿Qué es el sargazo? *El Economista*.

Vázquez, J. (11 de julio de 2019). Sargazo excesivo se extiende en la rívera maya. *El Economista*.