

MÁSTER UNIVERSITARIO EN GESTIÓN DE PROYECTOS / PROJECT MANAGEMENT

Trabajo Fin de Máster

**Proyecto Limu: Creación del Servicio de
Eliminación y Procesamiento del Alga Invasora
del Estrecho de Gibraltar.**

Presentado por:
Marta Gómez Obregón

Dirigido por:
Pedro Ángel López Martínez

Fecha
17 de Septiembre de 2022

A mi queridísimo hermano Juan abogado de profesión, fotógrafo de vocación y amante incondicional de la naturaleza en general y que tanto disfrutó con el estudio y cuidado de las plantas. Nunca morirás porque vives en nuestros corazones.

“Elige solo una maestra; la naturaleza.”
Rembrandt.

“La naturaleza no hace nada incompleto ni nada en vano.”
Aristóteles.

Resumen

En los últimos años el alga *Rugulopteryx okamurae*, de origen asiático, ha ido haciéndose hueco en las costas del Estrecho de Gibraltar. Interfiriendo negativamente en el desarrollo de sectores como el turismo o la pesca, esenciales en el área.

El Proyecto Limu, o alga en hawaiano, pretende desarrollar un sistema que dé un enfoque nuevo a este alga. Actualmente los gobiernos locales han empezado a imponer sus propias medidas, a la espera de las ayudas europeas solicitadas. Diferentes ayuntamientos de la zona ya pagan un servicio de recogida, ante las toneladas que se acumulan en sus costas. A pesar de las diferentes salidas que este alga tiene, no existe aún en la zona ninguna empresa dedicada a su uso.

Mediante la creación de este plan queremos ejecutar un sistema que permita la gestión conjunta de este alga, independientemente del municipio al que afecte, y que a su vez recoja todas las fases de actuación ante esta situación: recogida, procesamiento, comercialización...etc.

Palabras Clave: Alga invasora, Estrecho de Gibraltar, *Rugulopteryx okamurae*, economía circular, biocombustibles, mar mediterráneo, océano atlántico, especie invasora.

Abstract

In recent years, the algae *Rugulopteryx okamurae*, an Asian seaweed, has been making its way on the shores of the Strait of Gibraltar. Negatively interfering in the development of economic sectors such as tourism or fishing, essential in the area.

Project Limu, the Hawaiian word for seaweed, aims to develop a system that gives a new approach to this algae. Currently, local governments have begun to impose their own measures, pending the Requested European aid. Different municipalities in the area already pay for a collection service of this seaweed, as tons of them accumulate on their coasts. Despite the different applications that this algae has, there is still no company in the area dedicated to its exploitation.

Through the execution of this project we want to develop a system that allows the joint management of this algae, regardless of the municipality it affects, and that in turn includes all the stages of action in this situation: collection, processing, marketing ... etc.

Keyword: Invasive algae, Strait of Gibraltar, *Rugulopteryx okamurae*, circular economy, biofuels, Mediterranean Sea, Atlantic Ocean, invasive species.

Índice

Resumen	4
Abstract	5
Índice de Tablas.....	7
Índice de Figuras.....	9
Índice de Gráficas	10
Lista de Abreviaciones, Siglas y Acrónimos	10
Glosario de Términos Utilizados	10
1. Introducción	11
1.1. Planteamiento del Problema.....	11
1.2. Justificación del Proyecto.....	14
2. Definición del Proyecto.....	16
2.1. Equipo	16
2.2. Presupuesto	18
2.3. Cronograma.....	19
3. Project Charter	21
4. Planificación del Proyecto.....	24
4.1. Alcance	24
4.2. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)	26
4.3. Campo de Gibraltar: Alcance Geográfico	26
4.3.1. Algeciras	28
4.3.2. La Línea de la Concepción	29
4.3.3. Los Barrios	30
4.3.4. San Roque	30
4.3.5. Tarifa	31
5. Ejecución del Proyecto.....	32
5.1. Protocolo de Recogida	32
5.1.1. Recogida en Playa.....	32

5.1.2. Recogida en Mar	37
5.2. Protocolo de Procesamiento	40
5.2.1. Selección de las Instalaciones	40
5.2.2. Método de Procesamiento.....	41
5.3. Método Kanban.....	46
5.3.1. Tablero Kanban	46
5.3.2. Política de las Fases	47
5.3.3. Fichas Kanban.....	49
5.3.4. Circuitos de Retroalimentación.....	56
5.3.5. Valores de Kanban.....	57
5.3.6. Roles en Kanban	58
6. Cierre del Proyecto	58
6.1. Prueba Piloto.....	59
6.1.1. Objetivos de la Prueba	59
6.1.2. Coste del Retraso	59
6.1.3. Métricas Unitarias	59
6.1.4. Cumulative flowchart	60
7. Conclusiones Finales	60
7.1. Fortalezas del Proyecto	60
7.2. Limitaciones del Proyecto	62
7.3. Perspectivas de Futuro.....	63
8. Referencias Bibliográficas	67

Índice de Tablas

Tabla 1. Descripción del equipo de trabajo.....	16
Tabla 2. Presupuestos generales del proyecto.	18
Tabla 3. Project Charter aplicado al Proyecto Limu	21
3.1. Identificación del Proyecto.....	21
3.2. Razones Comerciales Del Proyecto	21
3.3. Objetivos Del Proyecto.....	21

3.4. Alcance Del Proyecto.....	22
3.5. Entregables Clave Del Proyecto	22
3.6. Fechas De Los Hitos.....	22
3.7. Expectativas Del Proyecto	23
3.8. Riesgos Del Proyecto	23
3.9. Criterios De Aceptación.....	24
3.10. Factores Críticos Para El Éxito	24
Tabla 4. Playas de Algeciras.....	28
Tabla 5. Playas de La Línea de la Concepción	29
Tabla 6. Playas de Los Barrios	30
Tabla 7. Playas de San Roque.....	30
Tabla 8. Playas de Tarifa.....	31
Tabla 9. Características Técnicas de la Máquina de Limpieza de Algas Scarbat.....	35
9.1. Estructura	35
9.2. Propulsión	36
9.3. Limpieza	36
Tabla 10. Buque multipropósito especializado en detección y recogida de Sargazo	38
10.1. Funciones Principales.....	38
10.2. Capacidades Del Buque.....	38
10.3. Datos Principales	38
Tabla 11. Características de las Instalaciones	40
Tabla 12. Políticas de las Fases del Tablero Kanban	47
Tabla 13. Circuitos de Retroalimentación Kanban	56
Tabla 14. Valores de Kanban.....	57
Tabla 15. Los Roles en Kanban	58
Tabla 16. Las métricas unitarias.....	59

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Comparativa de la pérdida de biodiversidad y sepultación del intermareal, La Caleta, Tarifa</i>	12
Figura 2. <i>Secado de las algas en el invernadero de la Universidad de Cádiz</i>	13
Figura 3. <i>Toma de muestras de <i>Rugulopteryx okamurae</i> en la playa</i>	14
Figura 4. <i>Puntos prospectados en el estrecho de Gibraltar y presencia-ausencia de <i>Rugulopteryx okamurae</i> en el rango batimétrico de 0 a 15 metros. (Fuente cartográfica Google Earth)</i>	27
Figura 5. <i>Acumulación de <i>Rugulopteryx okamurae</i> en las costas de Algeciras</i>	28
Figura 6. <i>El Alga Asiática el domingo 5 de junio de 2022 en Tarifa</i>	32
Figura 7. <i>El sargazo llega a las costas de Quintana Roo en México</i>	34
Figura 8. <i>Máquina limpia sargazos Scarbat de Beach Trotters</i>	35
Figura 9. <i>Sargazo en flotación en las costas de Quintana Roo</i>	37
Figura 10. <i>Buque Especial Multipropósito para la recogida del Sargazo</i>	39
Figura 11. <i>Las instalaciones en imágenes</i>	41
Figura 12. <i>Tablero Kanban del Proyecto Limu</i>	46
Figura 13. <i>Ficha Kanban de Arribazón</i>	49
Figura 14. <i>Ficha Kanban de Alga Lavada</i>	50
Figura 15. <i>Ficha Kanban de Alga Seca</i>	51
Figura 16. <i>Ficha Kanban de Alga Triturada</i>	52
Figura 17. <i>Ficha Kanban de Alga Envasada</i>	53
Figura 18. <i>Ficha Kanban de Biocombustibles y Biofertiizantes</i>	54
Figura 19. <i>Ficha Kanban de Alga Vendida</i>	55
Figura 20. <i>Ejes de actuación de la Estrategia Española de Economía Circular</i>	61
Figura 21. <i>Algas para el consumo humano</i>	64

Índice de Gráficas

Gráfica 1. <i>Diagrama de Gantt aplicado al Proyecto Limu</i>	20
Gráfica 2. <i>Estructura de desglose de trabajo aplicado al Proyecto Limu</i>	26
Gráfica 3. <i>Diagrama de flujo para la producción de Agar.</i>	44

Lista de Abreviaciones, Siglas y Acrónimos

UCA. Universidad de Cádiz

MITECO. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico.

IVAGRO. Instituto de Investigación Vitivinícola y Agroalimentaria

EEl. Especies Invasoras

Glosario de Términos Utilizados

- Arribazón.f. Afluencia grande de algas a las costas y puertos en determinadas épocas.
- Batimetría. f. Geol. Estudio de las profundidades oceánicas mediante el trazado de mapas de isobatas, así como de la distribución de animales y vegetales marinos en sus zonas isobáticas.
- Gelidium. m. Es un género de algas rojas pluricelulares que comprende 124 especies.
- Gracilaria. f. Es un género de algas rojas (Rhodophyta) de importancia económica para la producción de agar y para uso alimentario de seres humanos y de varias especies de marisco.
- Hidrólisis. f. Quím. Desdoblamiento de una molécula por la acción del agua.
- Intermareal. dj. Situado entre los límites de la bajamar y la pleamar.
- Tolva. f. Recipiente o depósito abierto por abajo, generalmente en forma de tronco de pirámide o de cono invertidos, que se utiliza para dosificar el paso de algo como granos, monedas, bolas, abonos, líquidos, etc.
- Torr. m. Es una unidad de presión, así denominada en homenaje al físico y matemático italiano Evangelista Torricelli. Es equivalente a una presión de un milímetro de mercurio (mmHg).

1. Introducción

1.1. Planteamiento del Problema

La singularidad del medio del Estrecho de Gibraltar le ha generado siempre numerosos entusiastas y seguidores. Por otro lado, su ubicación geográfica y recursos lo han convertido también en un motor económico nacional e internacional de referencia. El lugar donde el Atlántico y Mediterráneo confluyen forma parte del Parque Natural del Estrecho de Gibraltar. Además, en esta puerta entre mares, encontramos uno de los puertos líderes en el mundo en tráfico de contenedores.

Hace ya cinco años que se detectó en la zona la presencia de *Rugulopteryx okamurae* (Carrasco, 2020), un alga invasora de origen asiático, que a día de hoy sigue en expansión, colonizando un ecosistema marino de valor incalculable. La cual, además, ha generado a su paso estragos en la economía de la zona.

Según indicios, este alga accedió al medio a través de alguna descarga de agua de lastre. Como se ha mencionado, el Puerto de Algeciras se localiza en la zona y por él pasan más de cinco millones de contenedores al año, transportados en barcos procedentes del mundo entero. A pesar de la existencia de un convenio que pretende controlar y gestionar las aguas de lastre alrededor del mundo, y prevenir situaciones como esta, la conflictividad a nivel jurídico que presenta la zona, hace que este no pueda ser aplicable en su totalidad (Verdú, 2020).

Ambas orillas del Estrecho de Gibraltar sufren las consecuencias de esta invasión. Esta variedad de alga procede del área pacífico noroccidental. Curiosamente, su nombre japonés significa "amiga de las redes de pesca", uno de los sectores que se ha visto más afectado por ella. Actualmente hay registro de su presencia desde Marbella hasta la Bahía de Cádiz, en el lado Europeo, y de Tánger a Ceuta en la zona Africana (Propuesta de Estudio Para La Valorización Del Alga Invasora Del Estrecho, S.F.).

Figura 1.

Comparativa de la pérdida de biodiversidad y sepultación del intermareal¹, La Caleta, Tarifa.



Nota. Adaptado de Propuesta de Estudio Para La Valorización Del Alga Invasora Del Estrecho [Fotografía] por SEPER Tarifa, S.F.

Las arribazones² se acumulan en las costas e interfieren en la actividad de los barcos pesqueros. Una comarca entre cuyos sectores económicos principales se encuentran la pesca y el turismo no puede permitirse algo así. Por un lado, la colonización de los fondos marinos y las arribazones flotantes vuelven inservibles casi todas las artes de pesca, además de sepultar parte de la vida marítima del estrecho. Por otro lado, a nivel turístico, afecta el uso de la playa por parte de bañistas y deportistas, suponiendo costes a los ayuntamientos, que se ven obligados a contratar servicios de recogida ante la acumulación del alga en la orilla.

Actualmente están en marcha varios proyectos que pretenden encontrar un uso económico de esta especie. Desde bandejas para frutas o verdura a maquillaje. Podemos encontrar líneas de trabajo como la planteada por los investigadores de la UCA (en adelante Universidad de Cádiz) que parecen haber conseguido darle un nuevo uso generando biocombustibles (Rodríguez, 2021).

¹ Intermareal. dj. Situado entre los límites de la bajamar y la pleamar

² Arribazón. f. Afluencia grande de algas a las costas y puertos en determinadas épocas del año.

Figura 2.

Secado de las algas en el invernadero de la Universidad de Cádiz.



Nota. Adaptado de El alga invasora del Estrecho, fuente de energía para la economía circular [Fotografía], de Rodríguez, 2021, Europasur.

En el punto de la invasión en el que nos encontramos, la eliminación completa de este alga se considera inviable. Se han aplicado diferentes medidas con resultados nulos, que llevan a la conclusión de que se debe buscar otras opciones para canalizar y procesar este alga. Más de un ayuntamiento de la zona ha iniciado ya su propio sistema de recogida y deposición en el vertedero. Una solución que a nivel medioambiental no parece la correcta, más si tenemos en cuenta la economía circular.

Las arribazones dependen de la estacionalidad, es por eso que el desarrollo de un plan para su uso económico ha encontrado barreras (Rodríguez, 2021). Pues por un lado no asegura una disponibilidad estable de las materias primas y por otro, estaríamos pagando un servicio

de recogida que en ocasiones se encontraría como altas cargas de trabajo y en otras ocasiones con nada.

La investigación avanza y las universidades creen firmemente en una estrategia de economía circular. En este sentido, se considera esencial el desarrollo de protocolos de actuación dentro del marco de la metodología agile. Nos encontramos ante una situación excepcional, la cual puede ser maximizada con los protocolos y métodos adecuados.

Figura 3.

*Toma de muestras de *Rugulopteryx okamurae* en la playa.*



Nota. Adaptado de El alga invasora del Estrecho, fuente de energía para la economía circular [Fotografía], de Rodríguez, 2021, Europasur.

1.2. Justificación del Proyecto

La empresa Vigía Medioambiental S.L. quiere establecer un sistema que ayude a reducir los efectos negativos causados por este alga, tanto a nivel medioambiental como económico. Para ello trabaja en el desarrollo de un protocolo de actuación que se centrará primero en el proceso de recogida del alga: tanto en costa como en mar abierto, limpiar el medio y restaurarlo será el objetivo primordial en esta fase. El segundo objetivo supone la fase de aprovechamiento de esta, el procedimiento por el que el alga pasa hasta darle una nueva salida. Todo esto se apoyará en un tercer objetivo, el desarrollo de unas instalaciones en las que llevar a cabo dicho trabajo.

La empresa mencionada, perteneciente a mi familia, lleva años trabajando en el Campo de Gibraltar ofreciendo sus servicios en limpieza y mantenimiento de playas, jardines y espacios públicos. Llegando a trabajar directamente para los ayuntamientos de la mayoría de los municipios de la zona, con resultados positivos. Ahora, tras el cambio generacional, da un salto más en su trayectoria profesional y quiere afrontar nuevos retos.

La misión de esta empresa es ofrecer un servicio de limpieza que promueva el respeto al medio ambiente a través sus prácticas y que esté en conexión con él. Su visión, es el recuperar el ecosistema del Campo de Gibraltar y poder actuar dentro de sus diferentes sectores económicos, influenciándolos a volverse sostenibles en el tiempo y con el medio. Entre sus valores destacan: la sostenibilidad, el crecimiento y desarrollo respetuoso con la naturaleza de las ciudades y pueblos y la excelencia y calidad.

Por su parte, Vigía Medioambiental S.L. pone a disposición del proyecto años de experiencia en la recogida de residuos en el medio y un equipo formado por 3 personas en posiciones de gestión, una directora de proyecto y dos técnicos administrativos, y 6 con puestos de ejecución, un patrón de embarcaciones, un operador de tractor, un conductor de camión y tres operarios en la nave industrial. Para el desarrollo de dicho proyecto, se apoyará en la metodología Kanban, al considerarla oportuna para la gestión de dicho problema.

Dicha metodología ha sido desarrollada por el ingeniero de origen japonés Tiichi Ohno, a finales de los años 1940 mientras trabajaba para Toyota. Ohno mejoró el sistema al ajustar la producción, demostró que Toyota podía tener un inventario menor sin que esto supusiera una pérdida de competitividad.

Este procedimiento de fabricación ajustado se basó en tarjetas Kanban. La palabra Kanban surge de la combinación de dos términos en japonés: 看 (Kàn) o visual y 板 (Bǎn) o tarjeta. De esta manera, en Toyota, señalizaban la necesidad de un nuevo producto, pieza o inventario, y consecuentemente elevaban el proceso de producción de dicho producto.

Es en la década de los 2000 cuando Kanban es adaptada al desarrollo de software, inspirada por la fabricación ajustada de Ohno y usando el mismo proceso de extracción. El Kanban moderno se sustenta por el concepto de cambio evolutivo, es decir, el primer paso es entender cómo funciona el flujo de trabajo actual. Posteriormente, se puede hacer un seguimiento visual de las tareas y el trabajo a través de dicho ciclo. (Anderson, David & Carmichael, 2016).

El método Kanban posee como características principales la sostenibilidad, la orientación al servicio y la supervivencia. En este sentido, la sostenibilidad permitirá alcanzar el equilibrio que se busca respecto a la carga de trabajo, sin esta llegar a excederse o quedarse en cero. La orientación al servicio será clave a la hora de responder ante las expectativas de los stakeholders. Y por último la supervivencia hará que la consecución de objetivos se mantenga en el tiempo.

2. Definición del Proyecto

2.1. Equipo

Tabla 1.

Descripción del equipo de trabajo.

ELEMENTOS DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN
Embarcación OC-Tech	El sistema de limpieza OC-Tech se caracteriza por su alta eficacia limpiando y almacenando en continuo todo tipo de vertidos flotantes, desde aceites, hidrocarburos o microalgas hasta plásticos, microplásticos o cualquier basura marina flotante, siendo capaz de almacenar por separado y de forma continua los vertidos y los sólidos recogidos en el mar o en el puerto.
Recogedora de algas Scarbat	Especialmente construida para poder retirar algas de forma fácil y cómoda. El cabezal delantero se adapta al tipo de algas a recoger y permite trabajar a alta velocidad, levantando del suelo todo tipo de algas. El trabajo que realiza es doble ya que al mismo tiempo que levanta o recoge las algas, lleva a cabo el proceso de cribado de la arena, devolviendo esta a la playa y separándola de las algas. Este proceso se realiza en el interior de la máquina iniciándose con el pick-up móvil y continuando en la malla cribadora.
Tractor Kubota MX5400 Cab	La serie MX ofrece comodidad y rendimiento, todo en uno. Tanto los modelos Open como Cab cuentan con comodidad y controles simplificados para facilitar el trabajo, ya sea en espacios reducidos o en sitios de trabajo abiertos. Poseen bajos costos de mantenimiento combinados con una alta productividad.
Invernadero de policarbonato Oxalis	Este invernadero ha sido elaborado con paneles de policarbonato de 4mm. Este material tiene numerosas ventajas: Permite que la luz penetre correctamente y desvía el 99.9% de los rayos ultravioletas perjudiciales.
Trituradora Jiangyin Xinan	La máquina se compone de tres partes: máquina principal, parte de descarga y parte de recolección de polvo. Las algas son filtradas por viento, que garantiza la finura y uniformidad de la partículas

Carretilla elevadora Crown Serie SC	Estas carretillas elevadoras ofrecen potencia, maniobrabilidad y fiabilidad suficientes para satisfacer cualquier tipo de exigencia, tanto de la aplicación como del operario. Pone atención en todos los detalles, con tecnología avanzada, una base sólida y una ergonomía pensada para trabajar mejor.
Contenedores retornable MB Bito	150 Contenedores retornables con base doble y tapas abatibles: para cargas pesadas y almacenes automatizados Estos contenedores retornables están equipados con una base doble muy estable que los hace especialmente adecuados para cargas pesadas y para el uso en almacenes automatizados y transportadores
Camión Chevrolet FR 1119	El más ligero de los camiones medianos, fabricado en Japón, es capaz de afrontar toda la jornada de trabajo, por más ardua que sea. Su capacidad de carga de 7.655 kg y su motor de 5.193 CC lo hacen una herramienta versátil y productiva.
Material de oficina	Contaremos con 2 ordenadores completos HP 800 G3 Intel Core i5 6500, una impresora HP 800 G3 Intel Core i5 6500 y dos packs completos de la marca Miroytengo (2 escritorios, 2 sillas, 2 aparadores y 4 estanterías).

INMUEBLE	DESCRIPCIÓN
Nave C/ Concordia	Localizada en el polígono más cercano al Puerto de Algeciras. El espacio ideal para desarrollar nuestra actividad de manera efectiva.

EQUIPO DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN
Directora de Proyecto	La persona encargada de dirigir el equipo, de hacer cumplir los procedimientos bajo la metodología Kanban, de alcanzar objetivos, requisitos, alcances, tiempo y coste.
Técnicos Administrativos	Contaremos con dos, uno se especializará en la contabilidad y logística interna, y otro en la parte comercial y logística externa.
Patrón de Embarcaciones	Necesario para patronear la embarcación OC-Tech. A pesar de su tecnología avanzada solo necesita un operario para su funcionamiento.

Operador de Tractor	Junto al operador de camión se encargarán de las tareas relacionadas con la recolección del alga en playas.
Operador de Camión	Trabjará coordinado con el operador de tractor, el patrón de la embarcación y de acuerdo a las órdenes del técnico encargado de la logística externa.
Operario en Nave Industrial	Contaremos con tres trabajadores conocedores de nuestro flujo de trabajo y que se encargarán de las tareas a desarrollar dentro de nuestras instalaciones.

2.2. Presupuesto

Tabla 2.

Presupuestos generales del proyecto.

ELEMENTOS DE TRABAJO	PRECIO
Embarcación OC-Tech	70.000 €
Recogedora de algas Scarbat	20.000 €
Tractor Kubota MX5400 Cab	53.490,95 €
Invernadero de policarbonato Oxalis	1.229,99 €
Trituradora Jiangyin Xinan	28.488,60 €
Carretilla elevadora Crown Serie SC	20.950 €
Contenedores retornable MB Bito	117 €/ud
Camión Chevrolet FR 1119	50.446,13 €
HP 800 G3 Intel Core i5 6500	768,41 €/ud
Canon Pixma G5050	292 €
Pack de Oficina Miroytengo	469 €/pack

INMUEBLE	METRO CUADRADO	PRECIO/METRO CUADRADO	TOTAL
Nave C/ Concordia	500 m2	460 €	215.000 €

EQUIPO DE TRABAJO	UNIDADES	JORNADA	SALARIO BASE
Directora de Proyecto	1	Completa (35 horas/semana)	3.374,87 €
Técnicos Administrativos	2	Completa (35 horas/semana)	3.000,00 €
Patrón de Embarcaciones	1	Completa (35 horas/semana)	1.625,00 €
Operador de Tractor	1	Completa (35 horas/semana)	1487,50 €
Operador de Camión	1	Completa (35 horas/semana)	1.837,50 €
Operario en Nave Industrial	3	Completa (35 horas/semana)	4.310,25 €

Nota. Recuperado de Empleo, Relaciones Laborales y Convenios Colectivos (s.f.), Secretaria de Estado de Empleo y Economía Laboral, Ministerio de Trabajo y Economía Social.

Medios Humanos	
Total Mensual Sueldos y Salarios	15.635,12 €
Medios Materiales	
Elementos de Trabajo	264.922,49 €
Inmueble	215.000,00 €
Total Medios Materiales: 479.922,49€	

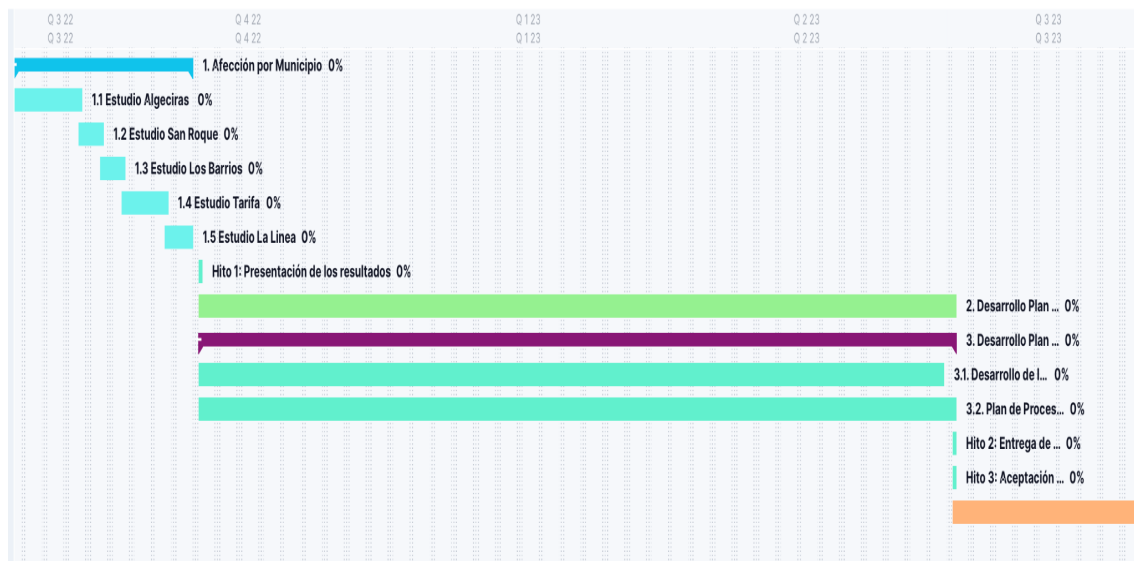
2.3. Cronograma

Disponemos de un año, desde del 1/09/22 al 1/09/23, para el desarrollo de este proyecto. El cual estará dividido en 4 fases. La primera fase es la "Afección por Municipio" consistente en establecer el alcance geográfico y la situación de partida, durará 42 días,. Posteriormente se desarrollarán dos planes en paralelo: "Desarrollo de Plan de Recogida" y "Desarrollo de Plan de Procesamiento" con una duración de 176 días cada uno. Este último se dividirá a su vez en el diseño del plan de procesamiento y actuación y por otro lado, el de las instalaciones. Finalmente se usarán 45 días para comprobar la eficacia de este proyecto mediante la "Puesta en marcha de Prueba Piloto".

Gráfica 1.

Diagrama de Gantt aplicado al Proyecto Limu

ALL	TASK NAME	DURATION	PLANNED START ...	PLANNED FINISH ...
1	1. Afección por Municipio	42 days	01/09/2022	28/10/2022
2	1.1 Estudio Algeciras	16 days	01/09/2022	22/09/2022
3	1.2 Estudio San Roque	6 days	22/09/2022	29/09/2022
4	1.3 Estudio Los Barrios	6 days	29/09/2022	06/10/2022
5	1.4 Estudio Tarifa	11 days	06/10/2022	20/10/2022
6	1.5 Estudio La Linea	7 days	20/10/2022	28/10/2022
7	<i>Hito 1: Presentación de los resultados</i>	<i>1 day</i>	<i>31/10/2022</i>	<i>31/10/2022</i>
8	2. Desarrollo Plan de Recogida	176 days	31/10/2022	03/07/2023
9	3. Desarrollo Plan de Procesamiento	176 days	31/10/2022	03/07/2023
10	3.1. Desarrollo de las Instalaciones	174 days	31/10/2022	29/06/2023
11	3.2. Plan de Procesamiento y Actuación	176 days	31/10/2022	03/07/2023
12	<i>Hito 2: Entrega de las instalaciones</i>	<i>1 day</i>	<i>03/07/2023</i>	<i>03/07/2023</i>
13	<i>Hito 3: Aceptación de los planes</i>	<i>1 day</i>	<i>03/07/2023</i>	<i>03/07/2023</i>
14	4. Puesta en marcha de Prueba Piloto	45 days	03/07/2023	01/09/2023
15	<i>Hito 4: Consecución de objetivos y entrega del proyec...</i>	<i>1 day</i>	<i>01/09/2023</i>	<i>01/09/2023</i>



Nota. El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica de planificación del tiempo. Permite tener una visión global del proyecto e informa de cuándo se debe realizar cada actividad.

3. Project Charter

Tabla 3.

Project Charter aplicado al Proyecto Limu

3.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO		
Nombre	<i>Proyecto Limu</i>	
Descripción	<i>Desarrollo de un protocolo y centro de procesamiento del alga <i>Rugulopteryx okamurae</i> en el Estrecho de Gibraltar.</i>	
Sponsor	Mancomunidad de Municipios del Campo de Gibraltar.	
Project Manager	Marta Gómez Obregón.	
Recursos del equipo de proyecto.	264.922,49 € en elementos de trabajo. 215.000,00 € en inmueble.	9 Empleados.

3.2. RAZONES COMERCIALES DEL PROYECTO
<p>Mejorar la calidad de las playas del Campo de Gibraltar con el consecuente resultado en el turismo.</p> <p>Protección y conservación del medio y especies autóctonas pertenecientes al Parque Natural del Estrecho, que a su vez forma parte de la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo.</p> <p>Reducir al máximo posible los inconvenientes causados por este alga en el sector pesquero.</p> <p>Servicio ofrecido por la Mancomunidad de Municipios del Campo de Gibraltar para la mejora de la calidad de vida de sus ciudadanos.</p> <p>Desarrollo de un nuevo plan de acción ante especies invasoras, acorde a los estándares de la Unión Europea y Junta de Andalucía.</p> <p>Apertura de un nuevo sector económico, la explotación del alga, que active laboralmente un área española muy deprimida en este aspecto.</p>

3.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO
<p>El desarrollo de un protocolo de recogida y actuación ante las arribaciones de algas a las costas.</p> <p>Un plan de gestión y procesamiento del alga una vez recogida dentro de nuestras instalaciones.</p> <p>El diseño y construcción de unas instalaciones destinadas al desarrollo de la actividad.</p>

3.4. ALCANCE DEL PROYECTO

- Estudiar la situación actual de los municipios costeros del Campo de Gibraltar con el fin de establecer una base desde la que delimitar el trabajo a realizar en ellos.
- En base a estos estudios, desarrollar un plan de recogida y procesamiento de este alga. Con el fin de recuperar el medio y dar una salida comercial a las algas.
- Diseñar y construir las instalaciones en las que la actividad de procesamiento será desarrollada.
- El proyecto deberá ser realizado acorde a las leyes españolas, criterio de la Junta de Andalucía y bajo un presupuesto fijado.
- Entregar las instalaciones en funcionamiento de manera efectiva.

3.5. ENTREGABLES CLAVE DEL PROYECTO

Nombre	Descripción
Estudio Algeciras	<i>Valoración de la situación actual de las costas del municipio: Kilómetros afectados, facilidad de la recogida...</i>
Estudio San Roque	<i>Valoración de la situación actual de las costas del municipio: Kilómetros afectados, facilidad de la recogida...</i>
Estudio La Línea	<i>Valoración de la situación actual de las costas del municipio: Kilómetros afectados, facilidad de la recogida...</i>
Estudio Tarifa	<i>Valoración de la situación actual de las costas del municipio: Kilómetros afectados, facilidad de la recogida...</i>
Estudio Los Barrios	<i>Valoración de la situación actual de las costas del municipio: Kilómetros afectados, facilidad de la recogida...</i>
Plan de recogida y procesamiento	<i>Desarrollo de un procedimiento de recogida del alga bajo la metodología Kanban.</i>
Instalaciones	<i>Finalización de la obra y puesta en marcha del funcionamiento de las instalaciones.</i>
Proyecto en funcionamiento	<i>Realización de una prueba piloto del funcionamiento de los dos procedimientos junto a las instalaciones para comprobar su efectividad.</i>

3.6. FECHAS DE LOS HITOS

Nº	Grandes eventos / Hitos	Fechas
1.	Presentación de los resultados	31/10/22

3.6. FECHAS DE LOS HITOS		
Nº	Grandes eventos / Hitos	Fechas
1.	Presentación de los resultados	31/10/22
2.	Entrega de las instalaciones	03/07/23
3.	Aceptación de los planes	03/07/23
4.	Consecución de los objetivos y entrega del proyecto.	01/09/23

3.7. EXPECTATIVAS DEL PROYECTO	
Influencia	Descripción
4	Empresas de sectores asociados con el alga. Recibir cantidades suficientes y estables del alga, que les permitan trabajar con ella. Gran interés pero poco poder de decisión.
5	Grupos ecologistas. Cumplir con todos los protocolos ambientales y no perjudicar al medio. Bien asentados en la zona, poseen gran influencia e interés en el tema.
5	Asociaciones vecinales y turísticas. Recuperar las playas y poder disfrutar de ellas de manera habitual y previa a esta invasión.
6	Negocios locales. Destacando el sector turístico y pesquero, su principal requisitos es volver a la normalidad. Recuperar las playas y acabar con los problemas que este alga genera en la actividad de pesca.
8	Ayuntamientos locales. Necesitan una solución, al menos temporal, al alga. Dentro de un presupuesto y tiempo. Principal stakeholder, su interés es alto y su poder sobre la empresa también.
10	Junta de Andalucía. Cumplir con los reglamentos medioambientales impuestos por esta, y solventar el problema que este alga supone para la comunidad autónoma. A pesar de su alto poder no ha manifestado aún un gran interés en ningún proyecto planteado.

3.8. RIESGOS DEL PROYECTO	
GRAVEDAD	Descripción
2	El reconocimiento como parque natural de muchas de las zonas en las que

	operamos puede complicar el proceso de recogida.
4	La subida del precio del combustible puede llegar a elevar nuestros costes
7	No encontrar unas instalaciones que cubran todas las necesidades del proyecto.
8	No alcanzar las cantidades mínimas medias para la explotación económica del alga.
10	No obtener un resultado satisfactorio en la prueba piloto.

3.9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Desarrollar un protocolo de gestión dentro de las instalaciones que permita dar salida al menos al 75% de el alga recogida.
- La necesidad de reducir la presencia del alga en las costas, específicamente, necesitaremos recoger al menos un 70% de este alga en cada arribazón. Esto deberá llevarse a cabo en un plazo de, como máximo, 48 horas durante la temporada alta de baño y de 72 horas durante la temporada media.
- Para ello se inician los protocolos de actuación con una evaluación de la situación que permita establecer un punto de partida. Es decir, a qué cantidad de alga hay que enfrentarse para poder establecer una actuación acorde a ella.
- Se quiere, además, desarrollar estos protocolos en base a las metodologías agile, más concretamente la metodología Kanban, que permita una gestión eficiente del problema planteado.

3.10. FACTORES CRÍTICOS PARA EL ÉXITO

- Comunicación efectiva entre equipos y administraciones públicas.
- Disponibilidad de las tecnologías necesarias para el procesamiento.
- Efectividad en la recogida para disponer de las cantidades de alga necesarias para trabajar con ellas.
- Correcto desarrollo de la prueba piloto.

4. Planificación del Proyecto

“La fase de planificación del proyecto está compuesta por aquellos procesos realizados para establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos, y desarrollar la línea de acción requerida para alcanzar dichos objetivos” (Project Management Institute, 2017).

4.1. Alcance

El Proyecto Limu pretende desarrollar un sistema que dé un enfoque nuevo a este alga. Actualmente los gobiernos locales han empezado a imponer sus propias medidas, a la espera de las ayudas europeas solicitadas. Diferentes ayuntamientos de la zona ya pagan un servicio

de recogida, ante las toneladas que se acumulan en sus costas. A pesar de las diferentes salidas que este alga tiene, no existe aún en la zona ninguna empresa dedicada a su uso.

Para el desarrollo de este proyecto, la empresa Vigía Medioambiental S.L. dedicada a la limpieza de residuos en parajes naturales, primeramente elaborará un estudio que delimitará el área geográfica de acción y lo tomará como base.

A partir de aquí, se pretende desarrollar un sistema que permita la gestión conjunta de este alga, independientemente del municipio al que afecte, y que a su vez recoja todas las fases de actuación ante esta situación: por un lado su recogida y por otro su procesamiento y su comercialización. Esto incluirá diseñar y construir las instalaciones en las que la actividad de procesamiento será desarrollada.

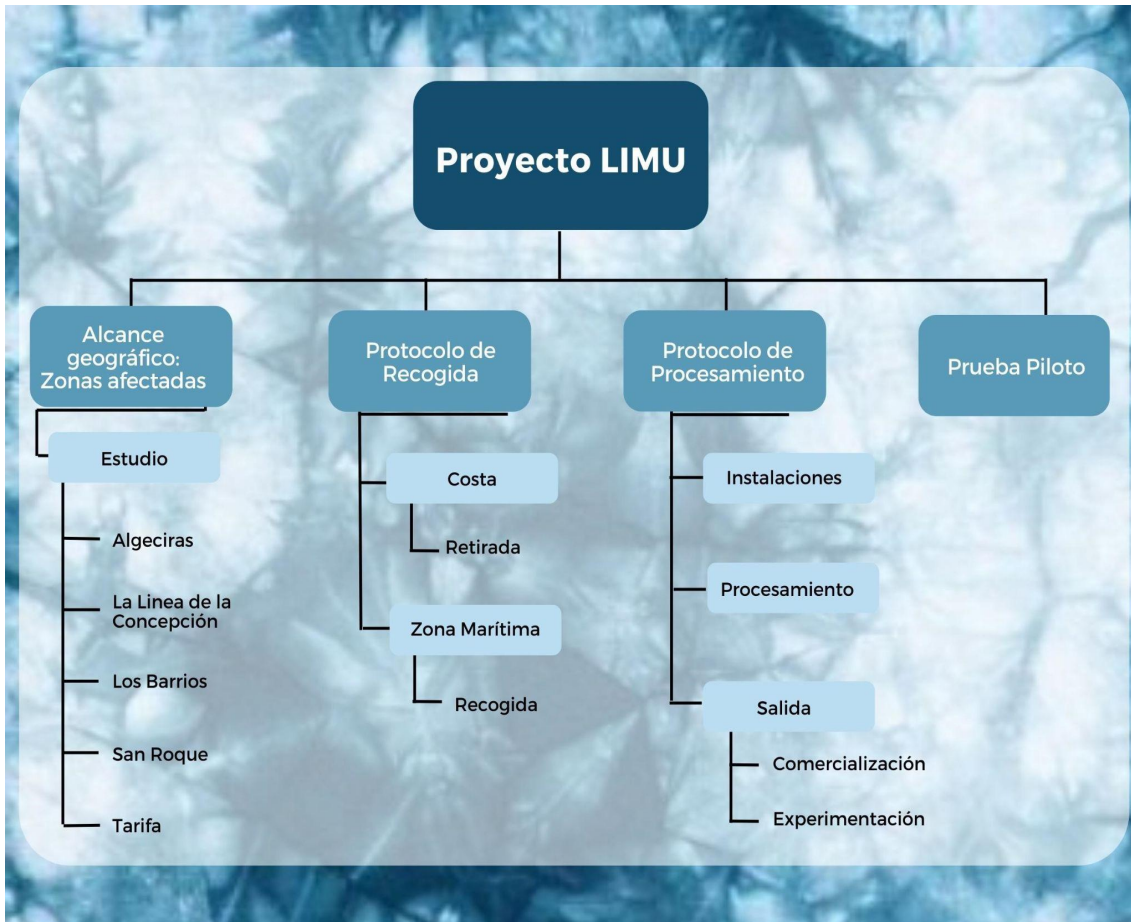
Para ello esta empresa pondrá a disposición del proyecto sus recursos, experiencia y personal. Hay que destacar que todos los procesos han de ser realizados acorde a las leyes españolas, criterio de la Junta de Andalucía y bajo un presupuesto fijado. Para el desarrollo de estos protocolos se basarán en situaciones similares previas, tales como las sucedidas en el Parque Nacional de Garajonay en Canarias.

Respecto al diseño de las instalaciones, se seguirán modelos aplicados por gobiernos líderes en el sector, tales como el Australiano o Neozelandés, donde las políticas ambientales están a la orden del día. Para, finalmente, entregar las instalaciones en funcionamiento de manera efectiva.

4.2. Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)

Gráfica 2.

Estructura de desglose de trabajo aplicado al Proyecto Limu



Nota. La Estructura de Desglose del Trabajo o Work Breakdown Structure es el proceso de subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar.

4.3. Campo de Gibraltar: Alcance Geográfico

Son numerosas las fundaciones que están invirtiendo tiempo y presupuesto en el estudio de este alga, sus consecuencias y sus salidas. Podemos destacar el llevado a cabo entre la Fundación de Investigación de la Universidad de Sevilla y la Fundación Cepsa, que tras un año de estudio llegan a la conclusión de que el *Rugulopteryx okamurae* ocupa ya el 80% de las superficies horizontales de fondos rocosos del Estrecho, además de una extensa área de las superficies verticales iluminadas y en extensión menor las que no son parcialmente umbrías. Tras este estudio se ha podido comprobar que la expansión del alga ha sido ya detectada hasta la costa de Almería, siendo especie dominante en la Bahía de Algeciras, y llegando hasta Sancti Petri (Cádiz), siendo posible que ya hubiera rebasado este límite. (García-Gómez et al., 2018)

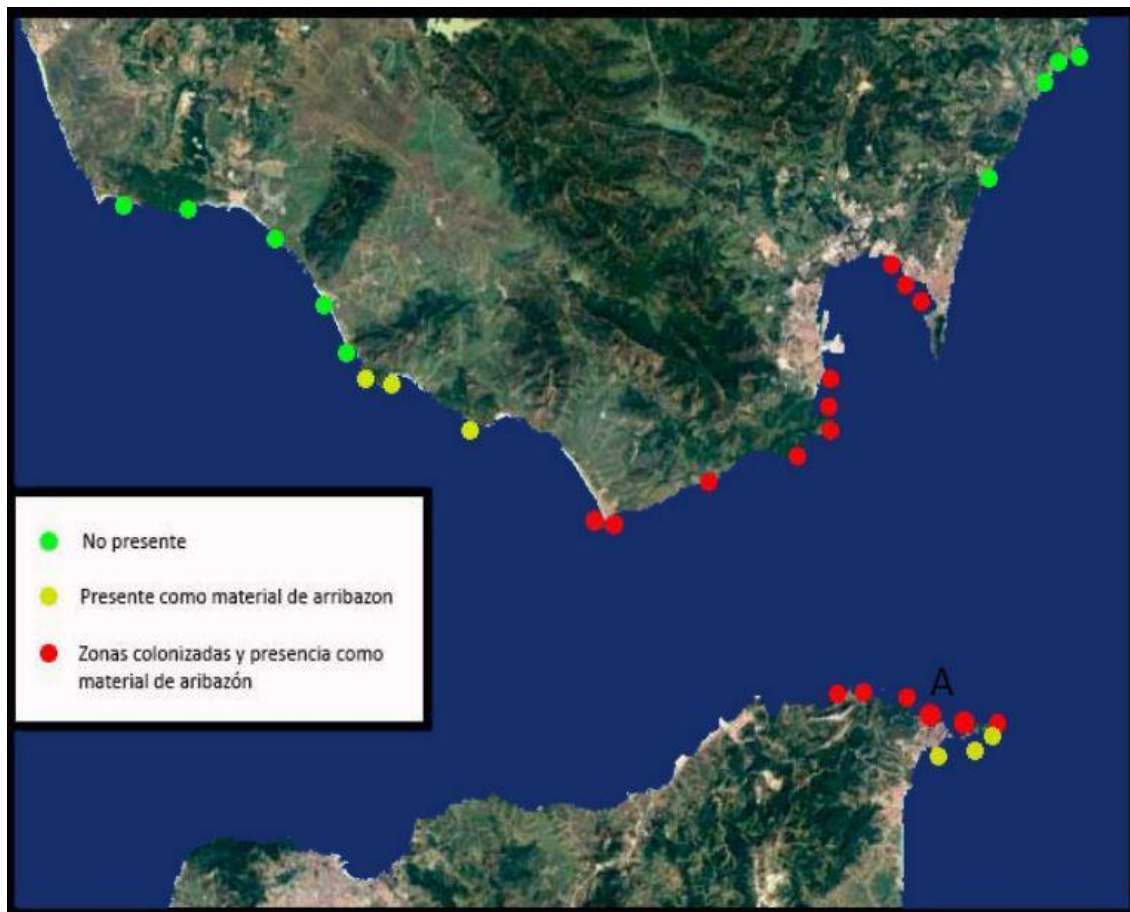
Además podemos encontrar este alga en casi cualquier superficie dura, destacando zonas rocosas y alcanzando profundidades tales como los 40 metros de profundidad, o incluso los

50, según informan otras fuentes. En determinados casos ha habido barcos que han extraído ingentes cantidades a 100 metros de profundidad. Es fácil encontrar este alga en objetos y estructuras artificiales tales como los cabos o redes de pesca (Fundación Cepsa, 2020).

Con el fin de estudiar los tramos, tanto batimétricos³ como geográficos, en los que está más presente este alga, se ha realizado una cartografía de los afloramientos rocosos del Parque Natural del Estrecho. Entre ellos destacan el afloramiento de Cabo de Gracia y Punta Carnero. Gracias a esta cartografía podemos obtener, no solo los tramos fuera y dentro del mar donde el alga está más presente, sino además, donde puede provocar una mayor afección por arribazones tras temporales u otros factores, en las playas y en el sector pesquero artesanal. (Fundación de Investigación de la Universidad de Sevilla, 2021).

Figura 4.

*Puntos prospectados en el estrecho de Gibraltar y presencia-ausencia de *Rugulopteryx okamurae* en el rango batimétrico de 0 a 15 metros. (Fuente cartográfica Google Earth).*



Nota. Adaptado de *Rugulopteryx okamurae* (E.Y. Dawson) I.K. Hwang, W. J. Lee & H.S. Kim (Dictyotales, Ochrophyta), alga exótica “explosiva” en el estrecho de Gibraltar. Observaciones preliminares de su distribución e impacto. [Cartografía], de García-Gómez et al., 2018, Almoraima.

³ La batimetría es el estudio de las profundidades marinas, de la tercera dimensión de los fondos lacustres o marinos.

En base a esto definiremos nuestro campo, que ocupará las siguientes playas:

4.3.1. Algeciras

Tabla 4.

Playas de Algeciras

PLAYA	LOCALIZACIÓN	LONGITUD	ANCHURA MEDIA
Getares	Ubicada al sur de la ciudad y fuera de la Bahía de Algeciras. La ensenada de Getares forma parte a su vez del Parque Natural del Estrecho.	1.602 m/l	40-50 m/l
El Chinarral	Situada al sur de la ciudad, entre la Punta de San García y El Rodeo.	250 m	40 m
El Rinconcillo	Localizada en el interior de la Bahía de Algeciras y bajo la barriada del mismo nombre. A ella pertenece todo el cordón dunar hasta el Río Palmones.	2.780 m/l	40-50 m/l

Nota. Recuperado de "Naturaleza y Playas", Playas de Algeciras,, 2022, Ayuntamiento de Algeciras.

Figura 5.

*Acumulación de *Rugulopteryx okamurae* en las costas de Algeciras.*



Nota. Adaptado de El Estudio de las Fundaciones Cepsa y de Investigación de la US Avanza en su Conocimiento del

Alga *Rugulopteryx Okumurae* y su Comportamiento en el Medio Marino. [Fotografía], de Fundación Cepsa., 2020.

4.3.2. La Línea de la Concepción

Tabla 5.

Playas de La Línea de la Concepción

PLAYA	LOCALIZACIÓN	LONGITUD	ANCHURA MEDIA
El Burgo/ Torrenueva	Situada al norte de la ciudad, limita al sur con la playa de la Atunara y al norte con la playa de la Hacienda, en el litoral mediterráneo.	1250 m	120
La Alcaidesa	Está situada entre la playa de La Hacienda (sur) y con Punta Mala (norte), ya en el municipio de San Roque. Se encuentra en el litoral mediterráneo.	4300 m	90
La Atunara	Limita al sur con la playa de Levante y al norte con la playa de Torrenueva, está localizada en el litoral mediterráneo.	1500 m	90
Playa de Levante	Situada en el litoral atlántico de la ciudad, limita al sur con la playa de Santa Bárbara y al norte con La Atunara.	2200 m	30
La Hacienda	Localizada en el litoral mediterráneo, limita al sur con la playa de Torrenueva y al norte con la playa de La Alcaidesa.	4300 m	90
Santa Bárbara	Situada en el litoral mediterráneo de la ciudad, limita por el paseo marítimo, al sur con la frontera de Gibraltar y al norte con la playa de Levante.	700 m	40
Playa de Poniente	Situada en el litoral urbano de la ciudad, está delimitada por el paseo marítimo y limita al este con el puerto.	800 m	20

Nota. Recuperado de Punto de Acceso General Electrónico, Playas, 2014, Ayuntamiento de La Línea de la Concepción.

4.3.3. Los Barrios

Tabla 6.

Playas de Los Barrios

PLAYA	LOCALIZACIÓN	LONGITUD	ANCHURA MEDIA
Palmones	Situada en el margen derecho de la desembocadura del río Palmones y junto al paraje natural de las marismas del Río Palmones. Limita al norte con las instalaciones del polígono industrial de Palmones y con el puerto de Acerinox.	750 m	30 m

Nota. Recuperado de Playa de Palmones, El Consistorio, Alcaldía y Presidencia, 2016, Ayuntamiento de Los Barrios.

4.3.4. San Roque

Tabla 7.

Playas de San Roque

PLAYA	LOCALIZACIÓN	LONGITUD	ANCHURA MEDIA
Guadarranque	Situada junto a la barriada de Guadarranque y cerca a los restos arqueológicos de la ciudad de Carteia Situada entre la refinería y la central térmica de Palmones.	800	60
Campamento	Ubicada en la Bahía de Algeciras entre las pedanías de Puente Mayorga y Campamento.	600	40
Torre carbonera	Se sitúa en los alrededores de Punta Mala en la vertiente mediterránea de la costa del Campo de Gibraltar.	840	70
Guadalquitón	Se sitúa entre Punta Mala y la desembocadura del río Guadalquitón, que forma un pequeño estuario, en la vertiente mediterránea de la costa del Campo de Gibraltar.	5450	70
Sotogrande	Se sitúa entre la desembocadura del río Guadalquitón y el puerto de Sotogrande donde se une al Paraje natural del estuario del Río Guadiaro.	500	70

Puente Mayorga	Playa ubicada entre las barriadas de Campamento y Puente Mayorga, a las afueras de La Línea.	600	40
Torreguadiaro	Se sitúa entre Torreguadiaro y el Puerto de Sotogrande en la vertiente mediterránea de la costa del Campo de Gibraltar.	1300	60
Cala Sardina	Se sitúa en el límite del término municipal de San Roque, junto a Punta Chullera.	900	60

Nota. Recuperado de Playas del Municipio, Oficina de Turismo, 2015, Ayuntamiento de San Roque.

4.3.5. Tarifa

Tabla 8.

Playas de Tarifa

PLAYA	LOCALIZACIÓN	LONGITUD	ANCHURA MEDIA
Atlanterra	Continuación de la playa de Zahara una vez que ésta se adentra en el término municipal de Tarifa, extendiéndose hacia el Este, hasta llegar al cabo de Plata.	2900	60
Alemanes	Situada entre los cabos de Plata y de Gracia.	1500	50
Bolonia	Se sitúa en la comarca del Campo de Gibraltar y frente a la ciudad marroquí de Tánger.	3800	70
Valdevaqueros	Está localizada entre Punta Paloma y la Punta de la Peña.	1050	120
Los Lances Norte	Situada entre la Punta de la Peña y la desembocadura del Río Jara. Próxima a la zona urbana de Tarifa.	4600	120
Los Lances Sur	Ocupa el espacio desde la desembocadura del Río Jara hasta la Punta de Tarifa.	2650	120
Playa Chica	Situada frente a la propia ciudad, entre la Isla de las Palomas y limitando con el puerto de Tarifa.	400	28

Nota. Recuperado de la Delegación de Playas 2022, Ayuntamiento de Tarifa.

Figura 6.

El Alga Asiática el domingo 5 de junio de 2022 en Tarifa.



Nota. Adaptado del alga sigue invadiendo: Así ha amanecido la playa de Los Lances en el Día Mundial del Medio Ambiente. [Fotografía], de Moreno., 2022, Diario Area.

5. Ejecución del Proyecto

“La ejecución del proyecto es la parte en la que el equipo realiza todas las actividades necesarias para generar el alcance acordado” (Project Management Institute, 2017).

5.1. Protocolo de Recogida

5.1.1. Recogida en Playa

El motivo de la acumulación de las algas en la costa está directamente provocada por el movimiento de las olas. La fase inicial de este proceso corresponde a la deposición de restos, seguido por aumento gradual de la cantidad depositada. Después de la acumulación de algas y vegetales, llamadas arribazones, estas sufren un proceso de erosión por la acción de la marea y olas. Se forma un escarpe en la orilla que crecerá hasta su colapso. Las mayores arribazones suceden durante los meses de verano, cuando los temporales de levante y poniente las arrancan del fondo del mar para arrastrarlas a la orilla.

Hasta el momento el marco jurídico español no posee ninguna normativa específica sobre la retirada de algas en las playas. En el ámbito Europeo, a excepción de Italia que sí está elaborando una normativa para la extracción de arribazones de posidonia oceánica, se aplican las leyes específicas de cada país en relación con la retirada de residuos sólidos urbanos. Por otro lado, no podemos olvidar la importancia ecológica que tienen algunas de estas arribazones. Esta función que está recogida como uno de los requisitos para obtener la certificación bandera azul: "las algas y los restos de vegetación no deben recogerse, salvo su acumulación y podredumbre resulten claramente molestas e insalubres, al entender que las algas marinas y demás restos de vegetación constituyen un componente natural del ecosistema marino." (Guillén et al., 2014). Es por ello que la retirada de restos vegetales de la playa debe llevarse a cabo de una manera respetuosa tanto para los visitantes como para el mantenimiento de la biodiversidad.

Existen países que han desarrollado metodologías y normativas concretas acerca de cómo limpiar las playas. Podemos destacar EE.UU. o Australia, en Florida existe la necesidad de preservar los huevos de tortuga, en Australia del Sur, limitan la maquinaria pesada y solo permiten el uso de esta a 4 metros de distancia de la duna. Además los restos recogidos deben guardarse, secarse y tratarse para ser reutilizados.

Se calcula que se pierden entre 19 y 44 m³ de sedimentos por cada 1000 m³ de arribazón extraída. Especialmente cuando la recogida se lleva a cabo con máquinas pesadas sin sistemas de rejilla. Esto puede desequilibrar en el largo plazo el ecosistema y balance de la playa. Por lo general, los costes de retiradas de arribazones se concentran en playas urbanas y semiurbanas y obedecen a criterios estéticos.

Esta práctica de limpieza está ya extendida por playas urbanas, como un intento por parte de los Ayuntamientos por dar un mejor servicio a los bañistas y usuarios de estas. En ocasiones este servicio se ofrece aún cuando no es estrictamente necesario, resultando en un aumento innecesario del coste de la limpieza, además de la acumulación de residuos que acaban en vertederos. Sin contar, además, del impacto ambiental innecesario que se genera (Guillén et al., 2014).

Es por eso que se hace necesario encontrar una fórmula racional en la limpieza de las playas, que concilie el respeto al medio ambiente con el aprovechamiento económico. Las retiradas deben llevarse a cabo en lugares donde este alga no cumpla ninguna función ecológica y las tareas de limpieza deben evitar en lo máximo posible las pérdidas de arena en el proceso de extracción. Por lo que, restringimos la extracción de estas algas a la temporada de verano: desde abril hasta octubre. Las dos razones por las que evitaremos el invierno son: primera, las arribazones se reducen considerablemente haciendo no viable el mantener el sistema de recogida esos meses, segunda, los temporales de invierno convierten el rol de este alga el de un sistema de amortiguación del oleaje sobre la playa.

Acorde a esto, podemos establecer unas bases a seguir en el proceso de extracción y depósito:

- En las playas que posean sistemas dunares, se reconocerán zonas de reserva (3-5m) donde la limpieza será manual y selectiva.

- Con el fin de limitar la pérdida de arena, mantendremos unos 10 cm de espesor de alga.
- En las playas de cantos rodados el alga se retirará de manera manual cuando no sea posible su extracción sin afectar negativamente a los sedimentos de dicha playa.

Volviendo al ámbito internacional, encontramos la crisis del Sargazo que posee similitudes con nuestro caso. El sargazo es un alga que se ha convertido en un problema global, siendo la zona más afectada Quintana Roo, México, donde ha provocado agravios en la población y en el sector turístico (Vázquez, 2019).

Figura 7.

El sargazo llega a las costas de Quintana Roo en México.



Nota. Adaptado de “Sargazo: Qué es, cómo afecta, de dónde proviene y por qué se forma” [Fotografía], Milenio Digital, 2021, Grupo Milenio .

Este alga, no autóctona, proviene del mar de Sargazo y supone un grave problema de contaminación que se ve acrecentado por la subida de temperatura del océano, llegando la cantidad de este sargazo a multiplicarse en muy corto espacio de tiempo (Vázquez, 2019). A raíz de ello y ante la previsión de un empeoramiento de la situación, en 2019 surge la “Primera Feria Internacional de Tecnologías de la Gestión de Algas Sargassum”. Con el objetivo de diseñar técnicas y métodos eficaces que disminuyan el impacto negativo de este alga, sobre todo en el sector económico, de sanidad, turismo, ecológico o pesquero.

De esta feria surge maquinaria especializada para esta crisis como es la máquina Scarbat, especializada en recogida de algas y desarrollada por la empresa Beach Trotters, experta en fabricación de equipos de limpieza de costas y barreras flotantes .

Figura 8.

Máquina limpia sargazos Scarbat de Beach Trotters.



Nota. Adaptado de Máquina Limpiadora de Sargazo. [Fotografía], s.f., Beach Trotters.

Aunque inicialmente diseñado para la recogida de sargazo este limpiaplayas se adapta a cualquier otro tipo de alga, posee un cabezal delantero que así se lo permite y que trabaja de manera sencilla y a alta velocidad.

La Scarbat realiza simultáneamente un doble trabajo, por un lado recoge el alga y por otro realiza un filtro en la arena, devolviendo ésta a la playa y reduciendo considerablemente el efecto negativo que produce la recogida. Todo ello se lleva a cabo en el interior de la máquina y continua en la malla cribadora.

Además, este dispositivo puede descargar a 2,5 metros de altura, gracias a su chasis robusto. La anchura de trabajo es también de 2,5 metros. El control de esta maquinaria es intuitivo y sencillo, capaz de ser utilizada por cualquier persona que maneje un tractor común.

El sistema hidráulico de último modelo, junto a la malla cribadora, permite una devolución efectiva de la arena a la playa (Máquinas para recoger sargazo. Máquina especial recolección de sargazo: Beach trotters, s.f.).

Tabla 9.

Características Técnicas de la Máquina de Limpieza de Algas Scarbat.

9.1. ESTRUCTURA	
Chasis	Acero con tratamiento anti corrosivo
Dimensiones	6.470 mm de largo x 1230 mm de ancho

Peso	2.950 kg
Ancho de Limpieza	1900 mm
Pintura Superficial	Protección en PVC.
Malla	Triangular entrelazada de acero al carbón de alta resistencia y 23 mm de luz.
Neumáticos	500/50 17"
Rodamientos	Sellados y protegidos de la acción abrasiva de la arena.

9.2. PROPULSIÓN	
Tipo de tracción	Potencia de arrastre de tractor
Tipo de tractor	Tractor 4X4 de 80-100CV
Toma de fuerza	540 rpm
Grupo hidráulico	Propio del tractor
Enganche	Barra de tiro para enganchar al hidráulico del tractor
Iluminado	Luces de carretera

9.3. LIMPIEZA	
Sistema de limpieza	Rodillo frontal móvil, malla cribadora, tolva ⁴ trasera y alisado
Profundidades de limpieza	De 0 a 30 cm
Capacidad de la tolva	2.5 m ³ descargables por accionamiento hidráulicamente de 2.5m del suelo
Velocidad recomendada	De 5 a 12 km/h según grado de humedad de la arena
Vibración	Triple rodillo vibrador central
Ruido aéreo emitido	Inferior a LWA = 70 dBA
Grupo distribuidor	Permite la regulación de la velocidad a la malla y del

⁴ f. Recipiente o depósito abierto por abajo, generalmente en forma de tronco de pirámide o de cono invertidos, que se utiliza para dosificar el paso de algo como granos, monedas, bolas, abonos, líquidos, etc.

alimentador

Nota. Recuperado de Máquina Limpiadora de Sargazo, s.f., Beach Trotters.

5.1.2. Recogida en Mar

La recolección de algas en flotación en España no posee una regulación a nivel nacional, aunque sí encontramos determinados decretos establecidos según provincias. En este aspecto podemos destacar a la Provincia de Cantabria, gracias al nuevo mercado que el alga roja ha abierto en la zona (Calvo, 2017). O a la provincia de Euskadi, donde la recolección de algas en superficie está reservada solo a profesionales del sector pesquero. Además esta recogida se hará desde una embarcación y deberá ser despachada de manera correcta en la Capitanía Marítima que corresponda. Todo ello previo autorización de la Dirección de Pesca y Acuicultura. (Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, 2017)

Figura 9.

Sargazo en flotación en las costas de Quintana Roo.



Nota. Adaptado de "Sargazo: Qué es, cómo afecta, de dónde proviene y por qué se forma" [Fotografía], Milenio Digital, 2021, Grupo Milenio .

Como mencionamos anteriormente, la crisis del Sargazo ha propiciado la aparición de eventos como la Feria Internacional de Tecnologías de la Gestión de Algas Sargassum. Propulsando el desarrollo de proyectos tales como el buque especial multipropósito para la recogida de sargazo. Este fue presentado por Cardama Shipyard en colaboración con Beach Trotters. Cuyo diseño inicial ha sido desarrollado íntegramente por un astillero gallego.

Esta embarcación destaca por una gran capacidad de colecta y almacenamiento, permite retirar el alga antes de llegar a la playa, reduciendo directamente el efecto negativo sobre el turismo y otras consecuencias dañinas de su acumulación en la costa además de retirar plásticos y demás basura flotante (Soutullo, 2019).

Tabla 10.

Buque multipropósito especializado en detección y recogida de Sargazo

10.1. FUNCIONES PRINCIPALES
Detección y recogida de sargazo y otros desechos flotantes como el plástico (hasta 300 toneladas).
Operaciones de búsqueda y rescate.
Convertible para luchar contra la contaminación por hidrocarburos con recuperación y almacenamiento.
Granelero o contenedor (hasta 33 contenedores de 20 pies)

10.2. CAPACIDADES DEL BUQUE	
Carga	1.000 m3
Depósitos de combustible	157 m3
Agua de lastre	152 m3
Tanques de agua dulce	29 m3

10.3. DATOS PRINCIPALES	
Longitud total	45 m
Manga	15 m
Calado	Menos de 2 m
Velocidad	7 nudos
Autonomía	2000 millas
Tripulación	6 personas

Peso Muerto	900 toneladas
-------------	---------------

Nota. Recuperado de “Buque multipropósito especializado en detección y recogida de Sargazo”, por Soutullo, 2019, Ingeniero Marino.

Figura 10.

Buque Especial Multipropósito para la recogida del Sargazo.



Nota. Adaptado de “Buque multipropósito especializado en detección y recogida de Sargazo”[Imagen], por Soutullo, 2019, Ingeniero Marino.

Sin ir más lejos, podemos resaltar la actuación de una localidad vecina, El Puerto de Santa María, donde, desde el año 2019, el Servicio Municipal de Conservación de Playas y Espacios Forestales desarrolló un servicio de retirada de residuos flotantes. Esta actuación se desarrolla en las aguas designadas como zona de baño de la localidad a través de una embarcación diseñada para ello. El servicio permite la limpieza de las aguas más próximas a la orilla.

Dicha embarcación se encarga de recorrer las playas mientras filtra y recoge la basura flotante que encuentra en su camino. Tiene una eslora de 5,92 metros, 2,20 m de manga y posee un motor fueraborda, además, sólo necesita de un operario para su funcionamiento. Ejecuta sus tareas en la primera franja de 200 metros desde la orilla a una velocidad de 2 nudos. Tiene un funcionamiento sencillo: los residuos en flotación son recogidos mediante una rejilla basculante situada en la proa de la embarcación. Gracias a la baja velocidad de su desplazamiento, estos quedan atrapados, retirados del agua y subidos a bordo donde son colocados en bolsas para su posterior traslado a una planta de tratamiento (La Voz de Cádiz, 2019).

Además, la empresa desarrolladora de dicha embarcación, Ocean Cleaner Technology, tiene ya desplazada una de sus naves en la isla de Tenerife. El gobierno canario decidió adquirirla para la investigación, recogida y tratamiento de la plaga de microalgas que están sufriendo. Trabaja conjuntamente con dicha empresa, también localizada en el Puerto de Santa María, para desarrollar un plan de actuación.

Actualmente el gobierno de las islas ya ha solicitado a la empresa un presupuesto para añadir otra embarcación con base en Gran Canaria. Esta tendrá varias funcionalidades, principalmente el seguimiento y control de las microalgas, sobre todo en zonas de baño y playas, y además dará cobertura a posibles vertidos de hidrocarburos.

La tecnología de Ocean Cleaner Technology posee un innovador sistema para la recolección y tratamiento de vertidos, esto sumado a su maniobrabilidad precisa, consigue ofrecer una respuesta eficaz y rápida a las tareas de limpieza. A nivel medioambiental es capaz de limpiar: vertidos superficiales, tanto de aceites como hidrocarburos, plagas de algas y microalgas, basura en flotación y permite diferentes alternativas de almacenamiento de las sustancias recogidas.

El OC-Tech posee dos motores en la popa, gracias a los cuales se desplaza con velocidad y que aseguran sus capacidades recolectoras. Además, su bajo calado le permite acercarse a zonas poco profundas como las playas o ríos (La Voz del Sur, 2018).

Por otro lado, la Consejería de Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible anunció en 2021 la incorporación de dos drones, uno superficial y otro submarino, cuya finalidad es la lucha contra el alga asiática invasora. La utilización de ambos está siendo de gran eficacia como herramienta para avanzar en esta lucha y reducir su incidencia negativa en la pesca y el turismo (La Voz de Cádiz, 2021).

5.2. Protocolo de Procesamiento

5.2.1. Selección de las Instalaciones

Tabla 11.

Características de las Instalaciones

Ubicación	C/ Concordia, Parcela K-3 del Polígono Industrial "Cortijo Real", Algeciras.	Localizada en el polígono más cercano al Puerto de Algeciras. Dado que las costas donde más incide el alga son las de Algeciras y Tarifa, y teniendo en cuenta esta cercanía al puerto y accesibilidad de la zona, hemos decidido tomar Algeciras como nuestra base.
Tamaño	500 m2 más aparcamientos.	Espacio suficiente para desarrollar nuestra actividad de

		manera efectiva.
Prestaciones	<ul style="list-style-type: none"> ● Reciente construcción con altas calidades ● Puertas para entradas de camiones ● Área de oficina ● Zona de Parking ● Baños ● Amplia zona diáfana 	<p>Disponemos de puertas que permiten la entrada de los camiones que transportarán el alga.</p> <p>Un área de oficina para el personal administrativo.</p> <p>Parking y baños que podrán ser utilizados por los empleados.</p> <p>Y un gran espacio vacío donde poder establecer nuestra planta de procesamiento.</p>

Nota. Recuperado de "Venta de Naves en Algeciras", por Milanuncios, s.f..

Figura 11.

Las instalaciones en imágenes.



Nota. Adaptado de "Venta de Naves en Algeciras", por Milanuncios, s.f..

5.2.2. Método de Procesamiento

Encontrar una sola línea bajo la que desarrollar el procesamiento de un alga es enormemente complicado debido a lo pionero de esta industria. Los equipos y materiales usados aún no son

elementos de trabajo extendidos en las diferentes empresas y es que, el tipo de alga y el uso que pretende dársele, influye enormemente.

En este sentido podemos encontrar los cuatro tipos de secados más frecuentes:

- Secado por ventana refractante. En este método el calor se transfiere de tal manera que las propiedades específicas del agua se conservan a la vez que la humedad es eliminada, respetando la calidad e integridad del alga. El alga se separa del agua mediante una membrana de plástico. Esta, refracta el calor de la evaporación del agua al alga, colocada sobre ella. Lo que activa un proceso en el que un material húmedo bruto se calienta y evapora su agua al entrar en contacto con el calor.
- Deshidratación bioactiva. Este proceso somete al alga a bajas temperaturas en una cámara llena de gas inerte que repele oxígeno. Durante un tiempo menor a los dos minutos, el alga es calentada a 37 grados. La finalidad del gas inerte en el proceso es evitar que el alga se degrade debido a la oxidación, preservando así los nutrientes, color, sabor y aroma.
- Secado en congelador. Primeramente el alga es congelada, posteriormente, se transfiere a una cámara de vacío donde se reduce su presión a 4,6 Torr⁵. Esta presión permite al hielo evaporarse sin pasar por fase líquida, para posteriormente extraer este vapor del condensador. Como resultado, las algas quedan totalmente secas sin perder el valor nutritivo en su totalidad.
- Secado por pulverización de combustión. En él, se utilizan ráfagas de calor para secar el alga. En la primera fase se expulsa aire a la unidad de secado para posteriormente pasar a la cámara de combustión. Allí se añade combustible que se enciende y explota para crear el aire caliente que seca el alga. Esto se repite varias veces para ir secandolas de manera progresiva y conservar todas sus propiedades (Malysa, 2018).

Cierto es, que estos métodos son frecuentemente utilizados para el uso alimentario del alga. Entre otros usos extendidos encontramos la producción de Agar. Este polisacárido de consistencia gelatinosa, está compuesto por galactosa, un azúcar simple. Es comúnmente usado para el cultivo de hongos y bacterias o como espesante o edulcorante (XFactorTech, s.f.).

Una descripción breve y simplificada de la extracción de agar de algas marinas es que las algas se lavan para eliminar la materia extraña y luego se calientan con agua durante varias horas. El agar se disuelve en el agua y la mezcla se filtra para eliminar las algas residuales. El filtrado caliente se enfría y forma un gel (gelatina) que contiene aproximadamente un 1 por ciento de agar.

Sin embargo, para una mejor comprensión del proceso, algunos de los detalles y dificultades necesitan ser descritos. Existen algunas diferencias en el tratamiento de las algas antes de la extracción, dependiendo del género utilizado. Gelidium⁶ simplemente se lava para eliminar

⁵Torr. m. Es una unidad de presión, así denominada en homenaje al físico y matemático italiano Evangelista Torricelli. Es equivalente a una presión de un milímetro de mercurio (mmHg).

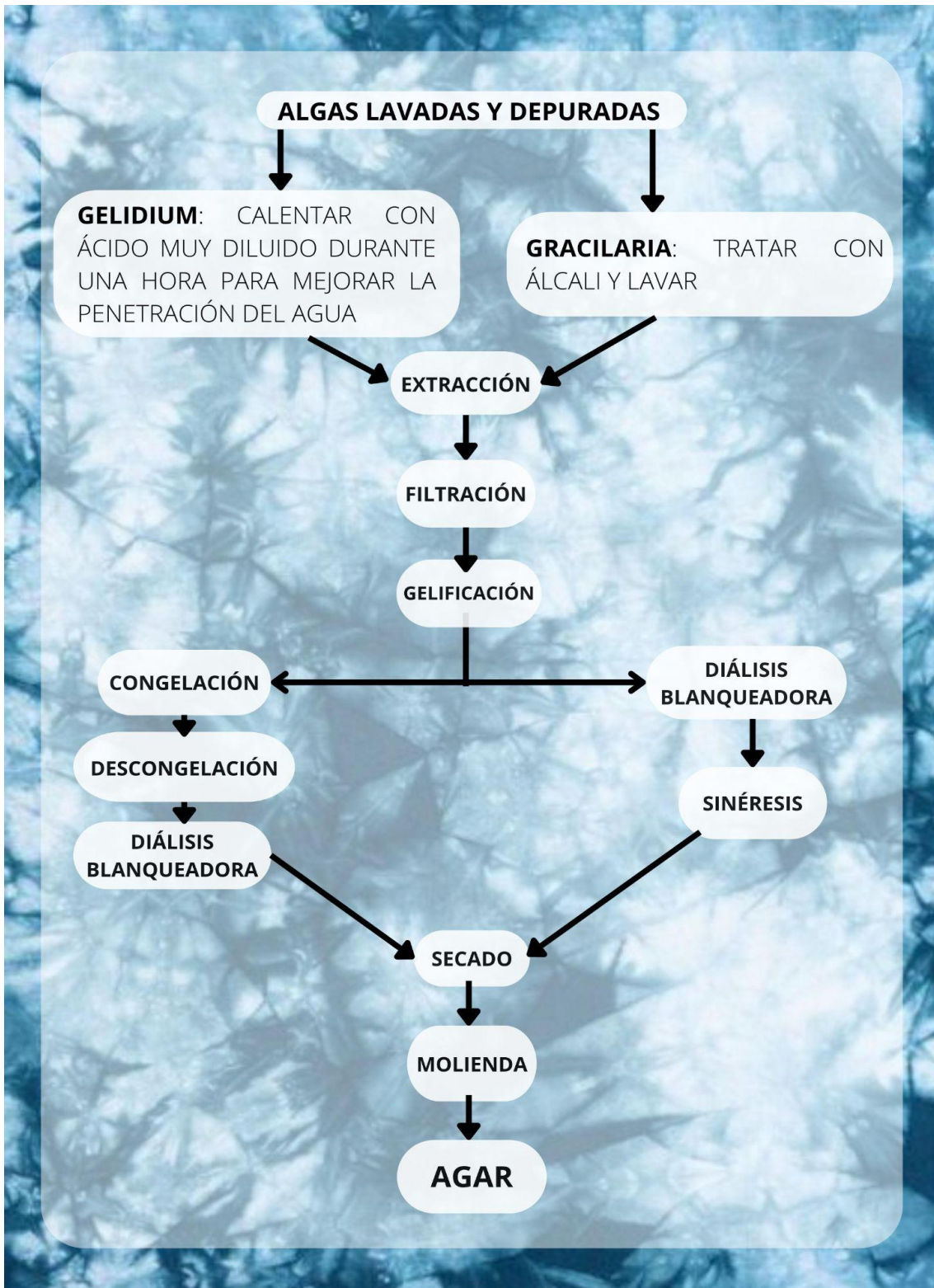
⁶Gelidium. m. Es un género de algas rojas pluricelulares que comprende 124 especies.

arena, sales, conchas y otros materiales extraños y luego se coloca en tanques para su extracción con agua caliente. La Gracilaria⁷ también se lava, pero debe tratarse con álcali antes de la extracción; Este pretratamiento alcalino causa un cambio químico en el agar de Gracilaria, lo que resulta en un agar con un aumento del gel fuerza. Sin este pretratamiento alcalino, la mayoría de las especies de Gracilaria producen un agar con una fuerza de gel que es demasiado baja para uso comercial (McHugh, 2003).

⁷ Gracilaria. f. Es un género de algas rojas (Rhodophyta) de importancia económica para la producción de agar y para uso alimentario de seres humanos y de varias especies de marisco.

Gráfica 3.

Diagrama de flujo para la producción de Agar.



Nota. Adaptado de "A Guide to the Seaweed Industry" [Gráfica], por McHugh, 2003, University of New South Wales and Australian Defense Force Academy Canberra.

El crecimiento de esta industria nos permite tomar como referencia empresas en diferentes países. Es el caso de Acadian Seaplants empresa Canadiense pionera en el sector que abrió sus puertas en 1981 y que es una de las referencias a nivel global. Esta compañía cuenta con un centro de investigación y dos plantas diferentes. La primera dedicada al cultivo del alga y su procesamiento y la otra dedicada en exclusiva al procesamiento de comida (Acadian Seaplants Limited, 2022). Por otro lado encontramos empresas como Alimex S.A. con cuatro plantas a lo largo de Chile, donde las algas se clasifican y tratan en función a su género. Dos de sus instalaciones están dedicadas a las algas rojas, otra tercera a algas pardas y una cuarta en exclusiva al secado artificial de algas rojas. Desarrollando incluso controles de calidad y diferenciando el proceso de preparación en función a los requerimientos del cliente (Alimex Seaweed, s.f.).

En España el referente es la empresa Algamar, que lleva veintiséis años especializada en la recolección, secado y elaboración de algas marinas para uso alimentario. Ellos trabajan con algas autóctonas deshidratándolas, ya que es un método tradicional que permite mantener las algas en perfecto estado durante años, además, son fáciles de almacenar y transportar a temperatura ambiente (Algamar, s.f.).

Respecto al alga que nos concierne, la *Rugulopteryx Okamurae*, son numerosos los proyectos locales que buscan darle salida. Desde los cosméticos, hasta las suelas de zapatos, pasando por bandejas para alimentos y acabando en los biocombustibles. Siendo este último uno de los proyecto más desarrollados: *“Evaluación de las posibilidades de valorización de los residuos del alga invasora (Rugulopteryx okamurae) para la obtención de productos de alto valor añadido: biocombustibles y biofertilizantes”*, liderado por el investigador del departamento de Tecnologías del Medio Ambiente de la Universidad de Cádiz, José Luis García Morales.

El proceso que culmina con la producción de bioetanol y biofertilizantes para lo cual se ha recurrido a las siguientes etapas:

El primer paso es siempre el lavado para acabar con la salinidad y arena para seguidamente pasar al secado. En el caso de la de la UCA, lo llevan a cabo en el invernadero que tienen en su Campus de Puerto Real. Posteriormente se realiza la molienda que permite conservar las cualidades del alga por un largo tiempo, para poder desarrollar procesos posteriores.

Es partir de esta fase cuando el alga está en condiciones de ser trabajada para la producción de diferentes elementos. Siguiendo la línea del proyecto propuesto por la UCA, el siguiente paso sería un proceso biológico en el que microorganismos acceden al alga y metabolizan sus elementos, resultando en la producción de bioetanol y biofertilizantes. En palabras del científico: *“Planteamos que los compuestos del alga se hidrolicen utilizando ozono y pasen de una matriz sólida a líquida. Y que esos compuestos solubles sean de acceso posible para ser metabolizados por microorganismos, ya sean que los transformen en precursores de bioplásticos o bien en un proceso de sacarificación para la liberación de los posibles azúcares. Con una matriz hidrolizada, bien podríamos hacer una fermentación alcohólica (con levaduras) o bien la podríamos utilizar para la obtención de biogás, biohidrógeno o precursores de bioplásticos”* (García Morales, 2021).

En este sentido, es el uso del ozono lo que diferencia este proyecto de otros. Hasta ahora se

ha llevado a cabo en una planta piloto de Tecnologías de ozonización perteneciente al IVAGRO (en adelante Instituto de Investigación Vitivinícola y Agroalimentaria) en el mismo campus. El coordinador del equipo precisó: “Los biofertilizantes se obtendrían en el proceso de obtención del bioetanol al separar los microorganismos del etanol del resto de elementos. Esas linazas con microorganismos y restos de la matriz serían transformables en biofertilizantes. Así, uno de los subproductos del proceso de obtención del bioetanol sería el biofertilizante. Bien por sí mismo o bien mezclado con otros sustratos o elementos” (García Morales, 2021).

Además de sus ocho integrantes, seis trabajan también en el Proyecto Plastweed dedicado a la “producción de precursores de bioplásticos (polihidroxicanoatos) a partir de macroalgas”, proyecto que posee muchas estructuras de trabajo y metodologías comunes al estudio de biocombustibles.

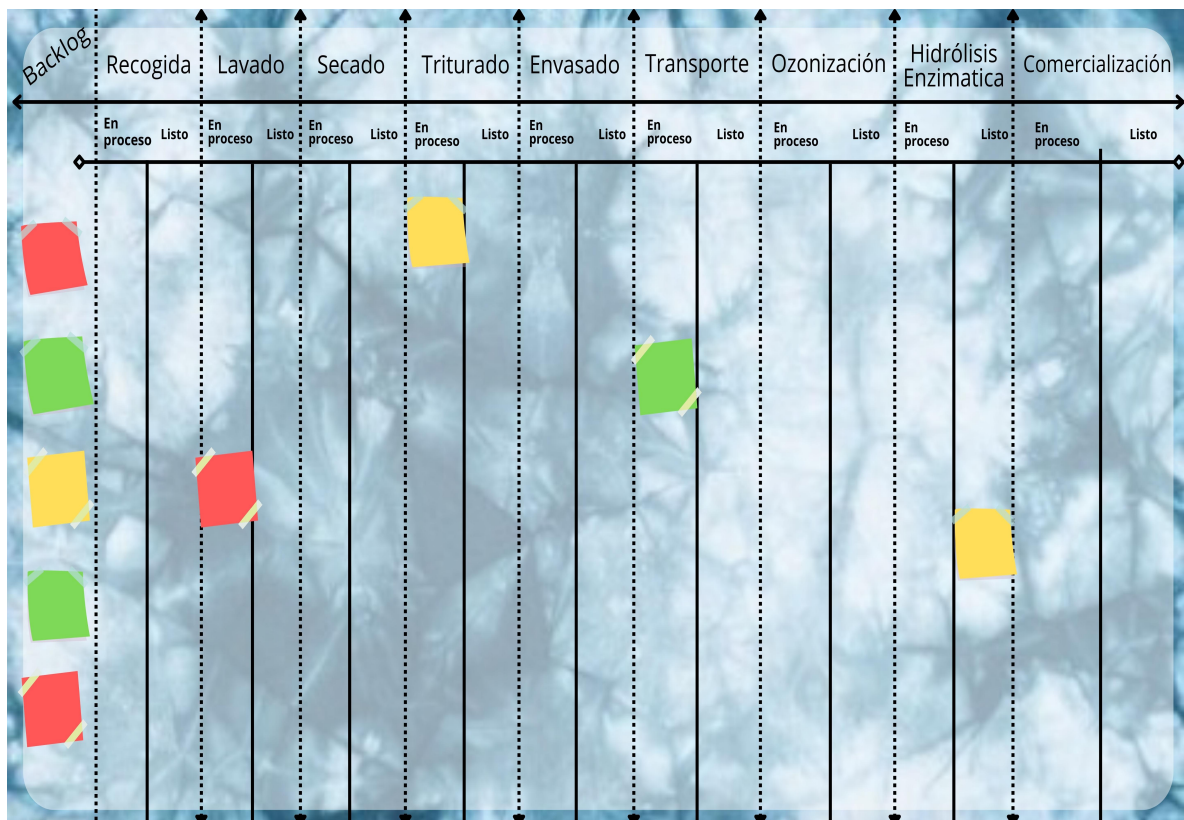
Plastweed tiene como objetivo la obtención de bioplásticos a partir de las macroalgas, esto incluye la *Rugulopteryx okamurae*. En numerosas ocasiones, todo el proceso previo (recolección, lavado, secado...) es común en ambos proyectos.

5.3. Método Kanban

5.3.1. Tablero Kanban

Figura 12.

Tablero Kanban del Proyecto Limu



Nota. Adaptado de "Kanban Esencial Condensado", por Anderson, David & Charmichael, 2016, Seattle: Lean Kanban University.

5.3.2. Política de las Fases

Tabla 12.

Políticas de las Fases del Tablero Kanban

FASE	POLÍTICA
Recogida	<ul style="list-style-type: none"> ● Las arribazones deben ser recogidas en un máximo de 48 horas durante la temporada alta de baño y de 72 horas durante la temporada media. ● Se realizará de abril a octubre. ● Siempre en el horario de mañana, previo al horario de baño establecido por el servicio de socorrismo. <p>En el caso de la recogida en playa:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● En las playas que posean sistemas dunares, se reconocerán zonas de reserva (3-5m) donde la limpieza será manual y selectiva. ● Con el fin de limitar la pérdida de arena, mantendremos unos 10 cm de espesor de alga. ● En las playas de cantos rodados el alga se retirará de manera manual cuando no sea posible su extracción sin afectar negativamente a los sedimentos de dicha playa. <p>En el caso de la recogida en mar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● La embarcación recorrerá un tramo de 200 metros desde la orilla, a una velocidad de 2 nudos.
Lavado	Las algas se mojarán durante 20 minutos en agua tibia
Secado	El mínimo tiempo de secado en el invernadero será de 24 horas y el máximo de 36 horas.
Triturado	El alga debe estar completamente seca para pasar a esta fase.
Envasado	<ul style="list-style-type: none"> ● Cada container permite almacenar un volumen de 147 litros. ● Disponemos de 150 containers y espacio de almacenamiento, una vez llenos, para 100. No podemos almacenar más de 100 containers. ● Los cincuenta restantes deberán estar en uso de recogida o transporte o almacenados vacíos, evitaremos que esto suceda.

Transportado	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez finalizado el servicio de recogida de alga podemos iniciar el de transporte. Sin que las horas coincidan. • Se transportarán las algas después de su lavado, secado y envasado. • Esto solo se realizará de lunes a viernes, y se llevarán a la IVAGRO en el Campus de Puerto Real de la UCA.
Ozonización	Se da por finalizado cuando la matriz pasa de sólida a líquida.
Hidrólisis ⁸ Enzimática	Finaliza cuando el alga libera sus azúcares.
Comercialización	<ul style="list-style-type: none"> • Debe darse salida al menos al 75% del alga recogida. • Se da por cerrada esta fase cuando los containers llenos de alga triturada son vendidos a nuestros diferentes clientes.

Asunciones: Tenemos una cartera de clientes suficiente para cubrir el 50% de nuestra recolección.

⁸ Hidrólisis. f. Quím. Desdoblamiento de una molécula por la acción del agua.

5.3.3. Fichas Kanban


Figura 13.


Ficha Kanban de Arribazón


Arribazón


Descripción


El alga es depositada por acción de la naturaleza en nuestras costas.
Nuestro servicio es avisado a través del servicio municipal de limpieza de playas. Este usará tres grados diferentes (1,2,3), lo que permitirá saber el tamaño de la arribazón y poder dar prioridad en los días que sucedan arribazones importantes en varias playas a la vez.

 Fecha de llegada: dd/mm/aa
Fecha de recogida: dd/mm/aa

 Playa de:
Municipio:

 Encargados: Operario 1,
Operario 2.

 Tarea prioritaria
Grado: 1 2 3

 Checklist:

- Respetar las dunas 3 - 5 m.
- Mantener 10 cm de espesor de alga.
- Recoger a mano en playa de cantos rodados.
- No navegar a mas de 200 metros de la orilla.
- Velocidad de navegación de 2 nudos.



Nota. Adaptado de “Kanban Esencial Condensado”, por Anderson, David & Charmichael, 2016, Seattle: Lean Kanban University.

Figura 14.
Ficha Kanban de Alga Lavada

Alga Lavada

Descripción

El alga ha estado 20 minutos en remojo para deshacerse de la arena, rocas y demás elementos que pueda traer consigo.

-  Hora introducida en agua : 00:00
Hora extraída del agua: 00:00
-  Área de lavado de nuestras instalaciones.
-  Encargados: Operario X.
-  Tarea Prioritaria
-  Checklist:
 - Introducir en agua un máximo de 20 minutos.


Nota. Adaptado de “Kanban Esencial Condensado”, por Anderson, David & Charmichael, 2016, Seattle: Lean Kanban University.

Figura 15.
Ficha Kanban de Alga Seca


Alga Seca


Descripción


El alga lavada es introducida en nuestro invernadero para proceder a su secado. Estará dentro de él entre 24h y 36h. Se retirará en esos dos tiempos siempre que esté seca.

 Fecha de entrada: dd/mm/aa 00:00
Fecha de salida: dd/mm/aa 00:00

 Área de invernadero de nuestras instalaciones.

 Encargados: Operario X.

 Tarea con prioridad media.

 Checklist:

- Comprobación de las 24h.
- Comprobación de las 36h..

Nota. Adaptado de "Kanban Esencial Condensado", por Anderson & Charmichael, 2016, Seattle: Lean Kanban University.

Figura 16.
Ficha Kanban de Alga Triturada

Alga Triturada


Descripción


El alga seca se deposita en nuestra maquina de triturado para pasar a su siguiente fase.


Esta maquina puede triturar un mínimo de 30 kg y máximo de 300 kg.


El almacenaje máximo que tiene es 300 kg, impidiendo su funcionamiento si esté está completo o reduciendo su capacidad si tenemos alga triturada almacenada en él.


Por eso es importante que el tanque de alga triturada este vacío con la mayor brevedad posible para que no se formen cuellos de botella.

 Fecha de entrada: dd/mm/aa 00:00
Fecha de salida: dd/mm/aa 00:00

 Área de triturado de nuestras instalaciones.

 Encargados: Operario X

 Tarea Prioritaria

 Checklist:

- Hay al menos 30 kg de alga antes de ponerlo en funcionamiento.
- No hay más de 300 kg de alga.
- Comprobar el tanque de almacenado.
- Vaciar el tanque de almacenado siempre que sea posible.

Nota. Adaptado de "Kanban Esencial Condensado", por Anderson & Charmichael, 2016, Seattle: Lean Kanban University.

Figura 17.
Ficha Kanban de Alga Envasada






Alga Envasada

Descripción

Posterior a su triturado el alga es introducida en uno de nuestros contenedores y preparada para su siguiente fase.

Estos envases son o bien transportados a los laboratorios de la UCA o bien vendidos a alguno de nuestros clientes.

El alga se conserva en perfectas condiciones en esta fase pero debemos tener en cuenta el número de contenedores disponible y espacio para su almacenaje.

-  Fecha de envasado: dd/mm/aa 00:00
-  Área de envase de nuestras instalaciones.
-  Encargados: Operario X.
-  Tarea con prioridad baja.
-  Checklist:
 - Llenar el envase hasta los 147 litros.
 - Comprobar el espacio disponible de almacenaje de containers.
 - Clasificar containers en función a su venta o transporte al laboratorio.
 - No almacenar mas de 100 containers llenos.
 - Evitar tener containers almacenados vacíos.

Nota. Adaptado de "Kanban Esencial Condensado", por Anderson, David & Charmichael, 2016, Seattle: Lean Kanban University.

Figura 18.

Ficha Kanban de Biocombustibles y Biofertilizantes

Biocombustible/ Biofertilizante

Descripción

El alga es sometida a diferentes procesos que finalizan con su transformación en biocombustible o biofertilizante. Todo ello gracias a la actuación del IVAGRO.

Fecha de comienzo: dd/mm/aa 00:00
Fecha de finalización: dd/mm/aa 00:00

Ubicación: Instituto de Investigación Vitivinícola y Agroalimentaria, Universidad de Cádiz, Campus de Puerto Real.

Encargados: Técnico de laboratorio X.

Tarea con prioridad media.

Checklist:

- La matriz pasa de sólida a líquida.
- El alga libera sus azúcares.
- Obtenemos biocombustible.
- Obtenemos biofertilizante.


Nota. Adaptado de "Kanban Esencial Condensado", por Anderson & Charmichael, 2016, Seattle: Lean Kanban University.


Figura 19.
Ficha Kanban de Alga Vendida


Alga Vendida


Descripción


El alga se encuentra triturada y envasada a espera de abandonar nuestras instalaciones.
El equipo de oficina gestionará su salida y facturación.

 Fecha de facturación: dd/mm/aa

 Área de oficina de nuestras instalaciones.

 Encargados: Técnico administrativo X.

 Tarea con prioridad baja.

 Checklist:

- La venta se ha facturado correspondientemente.
- El cliente ha recibido la factura.
- El pago ha sido recibido.
- El container ha sido enviado a su destino.

Nota. Adaptado de "Kanban Esencial Condensado", por Anderson & Charmichael, 2016, Seattle: Lean Kanban University.

5.3.4. Circuitos de Retroalimentación

Tabla 13.

Circuitos de Retroalimentación Kanban

REVISIÓN	CADENCIA	DESCRIPCIÓN
Estrategia	3 meses	Dada lo innovador de este proyecto y situación, la falta de normativa en España y los continuos descubrimientos en cuanto a uso que se averiguan de este alga, será necesaria una revisión de la estrategia casi constante. Proyectos como el propuesto por Edaplant, que planeaba convertir el alga en plantillas de zapatos, consiguen llegar a su fase de aceptación, incluso a ser aprobados por la Junta de Andalucía, pero finalmente son rechazados por el alto gobierno (Molina, 2022).
Operaciones	6 meses	En este sentido, el proceso de recogida y procesamiento necesitará ser revisado para así comprobar su eficacia. Esto podremos verlo a través de los resultados obtenidos entre temporada y temporada. Las métricas unitarias como el Lead Time, Cycle Time o Delivery Rate nos ayudarán a comprobar esto.
Riesgos	1 mes	Al menos hasta que el proyecto tome más forma, será necesario y habitual una revisión de uno de sus principales riesgos: la estacionalidad del alga. Se realizarán informes que detallen el comportamiento de esta.
Prestación de Servicio	1 mes	Informes basados en cuestionarios o entrevistas a nuestros clientes servirán para comprobar si se cumplen las expectativas de estos en el producto entregado, así como inspeccionar el flujo de trabajo y las entregas del período para mejorar la efectividad de un servicio. Considerando como "producto" desde el Alga envasada, hasta el estado de las playas según la opinión de los usuarios o resultados obtenidos respecto a los Ayuntamientos contratadores.
Retroalimentación	4 meses	Para llevar esto a cabo contaremos con informes de profesionales independientes que nos muestren el verdadero rendimiento de nuestras actividades y tareas.
Reunión de Kanban	2 al día.	Con una duración de 15 minutos aproximados,

		una tendrá lugar en la mañana y otra en la tarde. La de la mañana irá destinada a establecer prioridades en las tareas y asignarlas a los empleados. La de la tarde, estará centrada en identificar cuellos de botella, o tareas atascadas.
Reunión Planificación de la Entrega	2 a la semana.	Aunque tiene finalidades parecidas a la reunión kanban, está permite planificar a más largo plazo las actividades y buscar soluciones a posibles problemas.

Nota. Recuperado de "Kanban Esencial Condensado", por Anderson & Charmichael, 2016, Seattle: Lean Kanban University.

5.3.5. Valores de Kanban

Tabla 14.

Valores de Kanban

VALOR	DESCRIPCIÓN
Transparencia	Para cumplir con este valor, dispondremos de los softwares adecuados para el desarrollo de nuestro trabajo que permitan a todos los integrantes del equipo estar informados y tener acceso al tablero kanban. Además de las reuniones diarias permitirán la comunicación directa entre los integrantes del equipo.
Equilibrio	El cumplimiento de este valor recaerá sobre el equipo de oficina. Se encargará de elaborar los informes sobre las arribazones, adaptar cantidades a las circunstancias y hacer acopios para tener una cantidad media constante de alga disponible.
Colaboración	El trabajo en equipo en nuestro proyecto será indispensable. Sin él, nuestro tablero sufrirá constantes cuellos de botella, y nunca llegará a los resultados necesarios ya que la dependencia entre equipos es alta.
Foco en el cliente	Una cantidad media constante de alga disponible para nuestros clientes y unas playas libres casi en su totalidad de los efectos negativos de este alga serán dos de nuestros principales focos, que afectan directamente a nuestros clientes principales.
Flujo	Para ello disponemos de nuestro tablero Kanban al que tienen acceso todos los miembros de la empresa.
Liderazgo	Nuestra empresa está movida por el respeto y amor al medio ambiente. Tenemos unos principios muy marcados y muchos de nuestros empleados son trabajadores locales que desean

	recuperar la zona de los efectos de este alga.
Entendimiento	Todos los integrantes conocen la misión de la empresa y actúan acorde a ella.
Acuerdo	Esta misión y principios que todo el equipo conoce y acepta les permite que, a pesar de las diferentes opiniones, lleguen a un compromiso con la empresa.
Respeto	Piedra base sobre la que se apoyan todos los principios y valores que forman parte de la empresa: Valorar, entender y mostrar consideración por las personas.

Nota. Recuperado de "Kanban Esencial Condensado", por Anderson & Charmichael, 2016, Seattle: Lean Kanban University.

5.3.6. Roles en Kanban

Tabla 15.

Los Roles en Kanban

Gestor de Peticiones de Servicio	Será el encargado de lidiar con las expectativas de los clientes, en nuestro caso los ayuntamientos locales, la UCA y los clientes del alga triturada. Facilitará y ordenará los elementos de trabajo en función a ellos.
Gestor de Prestación del Servicio	La persona responsable del flujo de trabajo, que tomará decisiones que afectarán el desarrollo de las actividades de todo el equipo. Esto lo hace el encargado también de las reuniones de Kanban y la planificación de las entregas, resolviendo problemas y planeando actuaciones en el largo plazo.

Nota. Recuperado de "Kanban Esencial Condensado", por Anderson & Charmichael, 2016, Seattle: Lean Kanban University.

6. Cierre del Proyecto

"El cierre del Proyecto incluye los procesos necesarios para finalizar el trabajo definido en el Plan para la Dirección del Proyecto y entregar todos los entregables que cumplen sus objetivos. Es un proceso formal con acciones determinadas para completar oficialmente el Proyecto. Para ello debemos finalizar todas las actividades del proyecto y sus fases y formalizar la entrega y aceptación de este mismo" (Project Management Institute, 2017).

6.1. Prueba Piloto

6.1.1. Objetivos de la Prueba

La fase final de nuestro proyecto incluye una prueba piloto de funcionamiento con una duración de cuarenta y cinco días. Su principal objetivo es comprobar la efectividad de los protocolos desarrollados y obtener información suficiente con la que identificar posibles defectos o problemas e identificar su causa y solución antes de la entrega final del proyecto. Para ello nuevamente se trabajará con herramientas Kanban. Utilizaremos la tasa del coste del retraso, las métricas unitarias y el cumulative flowchart.

6.1.2. Coste del Retraso

Podemos decir que el principal objetivo de Kanban es entregar valor al cliente de forma constante y con ritmo elevado, todo ello de manera predecible. Pero debido a que inevitablemente surgirán cuellos de botella, tareas se bloquearán u otros conflictos sobre la prioridad de las actividades, se introdujo el concepto coste del retraso (Anderson & Charmichael, 2016).

Este concepto mide la cantidad de valor que pierde un elemento al no ser entregado en el tiempo acordado o esperado. De esta manera podremos priorizar en los elementos con el coste de retraso más alto. Podremos medir el coste de no tener la playa limpia para cuando los bañistas acuden a ella, o la posibilidad de no tener stock de alga envasada suficiente para la demanda de nuestros clientes compradores.

6.1.3. Métricas Unitarias

Entre las métricas que esta prueba piloto nos permitirá extraer encontramos:

Tabla 16.

Las métricas unitarias

MÉTRICA	DEFINICIÓN
Lead Time	Una métrica fácil de medir que permite obtener el tiempo total que transcurre desde que un ítem es solicitado hasta su entrega. Por ejemplo, un cliente solicita alga envasada, cuanto transcurre desde que es recogida hasta que el container es entregado.
Tiempo de ciclo	La diferencia temporal entre que se empezó una tarea y se finalizó. Por ejemplo, cuánto tiempo tardamos en moler el alga seca.
Tasa de entrega total	El espacio de tiempo que transcurre entre una entrega y otra. Cuánto ha transcurrido desde que entregamos un container a la IVAGRO hasta que entregamos otro a uno de los clientes.

Tasa de entrega por tipo de trabajo	Espacio de tiempo transcurrido entre la entrega de un tipo de trabajo y la siguiente del mismo tipo. Tiempo que transcurre entre que consideramos por seca una arribazón, hasta que consideramos seca la siguiente.
Tamaño de las colas	Esta es la tasa que nos permite ver si la demanda excede a la capacidad. Fácil de visualizar, podemos ver cuántos elementos se acumulan en cada tipo de trabajo. Por ejemplo, cuántos container de alga envasada quedan acumulados hasta que son vendidos o transportados a la IVAGRO.
Tasa de defectos	Debemos observarlo como una tendencia ¿estamos reduciendo el número de defectos en nuestras tareas o aumentándolo?
Elementos bloqueados	Básicamente el recuento de las tareas bloqueadas.

Nota. Recuperado de "Kanban Esencial Condensado", por Anderson & Charmichael, 2016, Seattle: Lean Kanban University.

6.1.4. Cumulative flowchart

El cumulative flowchart o diagrama de flujo acumulado muestra la cantidad de trabajo durante el tiempo que hay en cada estado del sistema. De él podemos obtener información tal como: posibles embotellamientos, si estamos trabajando sobre nuestra capacidad actual, nos permite planificar y proyectar e incluso nos permite identificar tiempo medio del ciclo y cantidad de trabajos encolados (Anderson & Charmichael, 2016).

7. Conclusiones Finales

7.1. Fortalezas del Proyecto

Entre las características que consideramos que hacen nuestro proyecto fuerte, novedoso y con grandes posibilidades podemos destacar:

Fortaleza 1. Lo innovador de nuestra idea. Estamos dándole solución a un problema que, además de llevar varios años ya presente, está extendiéndose y creciendo ante la falta de actuación. Además esta idea entra dentro del modelo de producción de la economía circular. Un concepto muy extendido recientemente y ante el cual la mayoría de los gobiernos y autoridades incentivan a las compañías a introducir. Promoviendo todos los proyectos relacionados con ella, mediante subvenciones y demás ayudas.

Figura 20.

Ejes de actuación de la Estrategia Española de Economía Circular.



Nota. Adaptado de España Circular 2030, Estrategia Española de la Economía Circular, por MITECO, s.f..

Fortaleza 2. El apoyo de instituciones locales. En nuestro caso, hemos decidido cooperar con una entidad local como es la Universidad de Cádiz y trabajar en conjunto con ella. De esta manera contamos con el apoyo tecnológico y los conocimientos de su equipo a la vez que promovemos y ayudamos a este organismo a avanzar en la viabilidad de su idea. Hemos encontrado otras empresas apostando por diferentes usos pero hemos decidido confiar en la Universidad de Cádiz para apoyarnos mutuamente en la aceptación de este proyecto.

Fortaleza 3. Somos uno de los pocos planes, si no el único, que actúa conjuntamente en todos los municipios afectados de la zona. Lo que a su vez se puede traducir con el apoyo de los gobiernos locales a nivel técnico, económico y como una buena carta de presentación ante organismos superiores como la Junta de Andalucía, cuya aceptación es el primer paso para el desarrollo de este proyecto. Posteriormente necesitaremos recibir la aceptación del MITECO (en adelante Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico), esencial en este caso. Como hemos podido comprobar en el caso del proyecto presentado por Eldaplant, para la fabricación de plantillas de zapatos. Este proyecto llegó a su fase final donde el MITECO negó la autorización para comercializar este producto (Molina, 2022).

Fortaleza 4. La apertura de una nueva industria en una zona geográfica doblemente castigada. Por un lado nos hallamos en una comarca donde la tasa de paro llegó a alcanzar el 40% en 2013, por otro lado, una gran porcentaje de su industria está formada por refinerías o por el transporte marítimo de contenedores con el consiguiente impacto medioambiental que estas industrias tienen. Estaríamos hablando del establecimiento de una nueva industria que traerá puestos de trabajo y diversas oportunidades a la zona y que además es respetuosa con el medioambiente y aboga por el cuidado y protección de la naturaleza local.

Fortaleza 5. La ubicación idónea de nuestras instalaciones. Tanto para su procesamiento, el secado natural será sencillo dado las condiciones climatológicas de la zona, como para su transporte para uso en otras industrias, gracias a la buena conectividad de la zona a nivel transporte de mercancías.

Fortaleza 6. El desarrollo de esta idea puede además desembocar en la creación de protocolos y leyes a nivel nacional que puedan ser empleadas si situaciones como la actual se siguen repitiendo. También asienta bases ya creadas para la industria del cosechamiento y recolección de algas en España.

Fortaleza 7. El uso de la metodología Kanban en este proyecto nos permitirá actuar bajo sus tres principios directores. Por un lado la sostenibilidad, podremos mirar hacia dentro de la organización, evitando sobrecargas y alcanzando el equilibrio en un sector tan complejo. Por otro lado, la orientación al servicio nos ayudará a cumplir con las expectativas y necesidades de clientes y partes interesadas. Y por último, garantizará la supervivencia, nuestra misión de futuro garantiza que la organización sobrevive adaptándose mediante la mejora continua.

7.2. Limitaciones del Proyecto

A continuación paso a relatar aspectos que pueden suponer un peligro potencial para el desarrollo de este proyecto. Para lo que estableceremos, en su momento oportuno, las estrategias adecuadas de superación. Seguidamente paso a explicarlos:

Limitación 1. La estacionalidad de las arribazones. Actualmente predecir si dispondremos de la cantidad suficiente o no de alga para su comercialización y uso puede ser complicado. Ya que este problema es relativamente nuevo, no existen aún datos suficientes que aporten la información necesaria con un margen de error mínimo. Lo que a su vez puede convertirse en una fortaleza del proyecto, ya que su desarrollo supondrá también la obtención de estudios y datos que facilitarán el manejo de este alga.

Limitación 2. La hipotética subida del precio de la gasolina, que de confirmarse, supondría la reformulación del presupuesto asignado al proyecto.

Limitación 3. En las zonas de actuación de este proyecto afectadas por una consideración urbanística de parque natural, nuestras actividades estarán sometidas a los permisos y licencias administrativas correspondientes.

7.3. Perspectivas de Futuro

El estudio y desarrollo de este proyecto nos lleva a pensar que el futuro de las algas es alentador por muchas razones, entre las que destacamos: medioambientales, ecológicas o sanitarias. Su conocimiento y uso no es solo común en los mercados asiáticos si no que se ha extendido a la cultura occidental. Y hoy en día es reconocida como alimento casi globalmente. A raíz de los resultados de este proyecto se abren nuevas vías de trabajo que se consideran importantes pero que no han sido desarrolladas en su totalidad en este documento pues la extensión del mismo se ampliaría excesivamente.

Conforme la población mundial aumenta lo hace también la crisis climática y se hace crucial encontrar una manera sostenible de comer. Se barajan diferentes opciones que van desde la ingesta de insectos, altos en proteínas, a la carne cultivada en laboratorio, pero la necesidad de que estas opciones sean ecológicas y respeten el bienestar animal nos lleva a pensar que las algas son la principal solución.

Una de las principales vías de estudio por la que continuar o aprovechar lo recogido en este proyecto es el consumo del alga como alimento. El ser humano ha explotado la tierra desde sus inicios y no es extraño pensar que el siguiente paso sea introducirnos más en el mar. Mientras ya sufrimos los efectos negativos de la sobrepesca, los expertos aconsejan consumir los alimentos del fondo marino, y dar descanso a los de la superficie. En palabras de la catedrática de bioquímica y jefa de investigación de la Universidad de Greenwich, la especialista en bioenergía Patricia Harvey: "en tierra hemos aprendido a comer las verduras, en el océano aún no hemos aprendido a comer las verduras: las algas" (Taylor, 2021).

De aquí al año 2050 tendremos que alimentar a mucha más población y está demostrado que la agricultura intensiva arruinará completamente la biodiversidad. Es por esto que continuar el estudio de la *Rugulopteryx okamurae* como una fuente de alimentación, no solo para el mercado local sino también internacional, se ve como un acierto. Actualmente la explotación del océano está centrada en el consumo de especies carnívoras, por eso es importante promover el consumo de otras especies, principalmente vegetales, en el fondo del océano. Con el fin de alcanzar una explotación sostenible del mar mientras alimentamos a más gente (Taylor, 2021).

Figura 21.

Algas para el consumo humano.



Nota. Adaptado de “¿Podrían Las algas ser el alimento sostenible del futuro?”, por Taylor, El Independiente Español, 2021

Otra destacable línea de investigación que le da continuidad a este proyecto es el enfoque del mismo desde el punto de vista de la economía circular, siendo procesadas las algas para la producción de biocombustibles. Se considera esta una posible solución definitiva a la energía renovable. Si bien es verdad, que el principal obstáculo que ha encontrado hasta ahora es la dificultad y alto coste de su cosechamiento. Ahora bien, científicos de Texas A&M Agrilife Research han establecido como misión dar solución a esto. Están utilizando inteligencia artificial para establecer un récord mundial en producción de algas, con el fin de convertirla en una fuente fiable y económica de biocombustible, que podrá llegar a ser utilizado en el sector de los transportes, como por ejemplo en los aviones a reacción.

“La bioproducción basada en algas representa una de las mejores alternativas en términos de energía y carbono para los combustibles renovables y la captura y utilización de CO₂” de acuerdo a la opinión de los expertos liderando este proyecto (Benítez Burgada, 2022). Acorde a ellos, las principales causas del limitado crecimiento del alga son: la penetración limitada de la luz solar, mala dinámica de cultivo y altos costes en el proceso de deshidratación. Una vez superadas estas barreras, consideran que las algas permitirán reducir emisiones de carbono, mitigar efectos del cambio climático y reducir la dependencia del petróleo, todo esto transformando el sector de la bioeconomía.

Es así como este nuevo proyecto utiliza la inteligencia artificial para predecir la entrada de luz y el crecimiento ideal de las algas. De esta manera, las predicciones permitirán una cosecha

más estable de algas, convirtiéndolas en una fuente confiable y económica de biocombustible. Este experimento, además, ha permitido la consecución de un récord mundial: 43,3 gramos por metro cuadrado por día de productividad de biomasa.

Esta puede convertirse en la fuente de energía alternativa para numerosas industrias. Las algas pueden ser usadas como la nueva materia prima para industrias como la refinación de bioetanol, disfrutando de la ventaja de no necesitar un pretratamiento. Es un recurso mucho más económico que el gas natural o carbón, sin tampoco descartar que pueden ser también una fuente de alimento para animales.

Actualmente el biocombustible derivado de las algas está considerado como una de las soluciones definitivas para la industria de la energía renovable. Y se sabe que el uso del alga como materia prima experimentará un gran crecimiento una vez sus limitaciones principales sean solucionadas (Benítez Burgada, 2022). Todo ello nos lleva a la conclusión de que existe un amplio campo de oportunidades en este alga para las industrias de las biorefinerías.

Teniendo en cuenta la relación de esta alga con el cambio climático, podemos ver como las EEI (en adelante especies invasoras) aún no recibieron la consideración necesaria, ya que hasta el momento se da más importancia a la pérdida de especies autóctonas, sin dar importancia a las que las sustituirán.

Sabemos que, por un lado, determinadas especies desaparecerán debido a los efectos del cambio climático, por otro lado, otras especies sobrevivirán y colonizarán áreas en las que actualmente no pueden vivir. En otro posible escenario algunas especies establecidas se convertirán en invasoras y otras ya reconocidas como invasoras propagarán su área de expansión. Estos efectos se sentirán no sólo en el éxito de la invasión, si no en todas las etapas que conforman este proceso.

Nuestro trabajo servirá también para establecer base en cuanto a protocolos para situaciones similares y si se continúa con la experimentación en él, podremos obtener datos relevantes respecto a la relación de las EEI y el cambio climático. Existe el consenso general de que el cambio climático favorecerá la expansión de las EEI, predecir exactamente las consecuencias y efectos es una tarea muy compleja, la expansión de ellas puede no ir en equilibrio con el clima actual. Además debemos tener en cuenta que hay numerosos otros factores de los que depende este crecimiento: la interacción de otras especies, la reacción del ecosistema ante la invasión, las vías de entrada y dispersión...

Las dos maneras en las que el cambio climático puede afectar el proceso invasivo de las plantas son: A) Creando un límite en las comunidades autóctonas o beneficiándolas, además de a otras especies, e influenciando relaciones interespecies a todos los niveles. Al perderse especies claves, esto puede dejar desprotegidas a numerosas comunidades nativas. Llegando a la situación en la que se pueden generar procesos de retroalimentación entre ecosistemas. B) Beneficiando rasgos específicos e individuales de algunas EEI.

Está comprobado que los ecosistemas acuáticos estarán profundamente afectados por el cambio climático. Se prevén cambios sustanciales derivados de: el aumento de las temperaturas y sus consecuencias indirectas, cambio en las dinámicas de las precipitaciones, resultando afectado por esto caudales, corrientes y salinidad y el aumento del número y

frecuencia de eventos extremos. Todo ello derivará en cambios significativos en la fenología y distribución de las especies, habiendo espacio para nuevas invasiones (Capdevila-Argüelles et al., 2011). Toda esta información ha sido recopilada gracias a investigaciones de situaciones parecidas a la que sufre ahora mismo la costa del Campo de Gibraltar. Es por ello que nuestro caso también abre un amplio campo de investigación de los efectos producidos por las EEI, más concretamente por la *Rugulopteryx okamurae*, que parece estar ya afectando a las costas de otros países con consecuencias muy similares a las sufrimos.

8. Referencias Bibliográficas

- Acadian Seaplants Limited. (2022, 11 Abril). *Seaweed Processing Technology | Acadian Engineering Quality*. <https://www.acadianseaplants.com/engineering-seaweed-processing-technology/>
- Algamar. (s.f.). Algamar. <https://algamar.com/>
- Alimex Seaweed. Alimex S.A. (s.f.). <https://www.alimex.cl/alimex-web/seaweed#procesos>
- Anderson, David & Carmichael Andy (2016). *Kanban Esencial Condensado*. Seattle: Lean Kanban University.
- Benítez Burgada, B. (2022, 18 Marzo). *El potencial de las algas como fuente de energía alternativa*. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/natural/20220317/8130538/potencial-algas-fuente-energia-alternativa-nbs.html>
- Calvo, G. (2017, 11 Diciembre). *Recolectando el alga Roja del mar cantábrico: Guía Repsol*. REPSOL. <https://www.guiarepsol.com/es/comer/en-el-mercado/recolectando-el-alga-roja-del-mar-cantabrico/>
- Capdevila-Argüelles L., B. Zilletti y V.A. Suárez Álvarez. (2011). *Cambio climático y especies exóticas invasoras en España. Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impacto y vulnerabilidad*. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 146 Pp.
- Carrasco Ragel, A. (2020, 18 Diciembre). *El Alga Invasora Del Estrecho De Gibraltar Tiende A Estabilizar Su Expansión*. Efeverde. <https://www.efeverde.com/noticias/alga-invasora-estrecho-gibraltar-rugulopteryx-okamurae/>.
- Delegación de Playas (2022). Ayuntamiento de Tarifa. <https://www.aytotarifa.com/notice-category/playas/>.
- Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente (2017). *Pesca Y Acuicultura*. <https://www.euskadi.eus/licencia-recogida-algas-argazos/web01-a2arraku/es/#:~:text=La%20recogida%20de%20algas%20se%20realizar%C3%A1%20desde%20embarcaci%C3%B3n%2C,en%20el%20Libro%20Primero%20del%20Registro%20de%20Buques.>
- El Consistorio Alcaldía y Presidencia, Ayuntamiento de Los Barrios, Playa de Palmones (2016). <https://losbarrios.es/el-consistorio/alcaldia-presidencia/jmd-palmones/playas/>.
- España Circular 2030, Estrategia Española de la Economía Circular*. Ministerio para la Transición Ecológica y el reto demográfico. (s.f.). <https://www.miteco.gob.es/es/>
- Fundación Cepsa. (2020, 18 Diciembre). *Acumulación de Rugulopteryx okamurae en las costas de Algeciras* [Fotografía]. El Estudio de las Fundaciones Cepsa y de Investigación de la US Avanza en su Conocimiento del Alga Rugulopteryx Okumurae y su Comportamiento en el Medio Marino. <https://fundacion.cepsa.com/es/noticias/estudio-alga-asiatica-fundacion-cepsa-y-universidad-sevilla>

- Fundación Cepsa. (2020, 18 Diciembre). *El Estudio de las Fundaciones Cepsa y de Investigación de la US Avanza en su Conocimiento del Alga Rugulopteryx Okumurae y su Comportamiento en el Medio Marino*. <https://fundacion.cepsa.com/es/noticias/estudio-alga-asiatica-fundacion-cepsa-y-universidad-sevilla>
- Fundación de Investigación de la Universidad de Sevilla. (2021). *Exponen el severo impacto ambiental del alga asiática*. <https://investigacion.us.es/noticias/4686>
- García Morales, J. L. (2021, 1 Septiembre). *Evaluación de las posibilidades de valorización de los residuos del alga invasora (Rugulopteryx okamurae) para la obtención de productos de alto valor añadido: biocombustibles y biofertilizantes*. Departamento de Tecnologías del Medio Ambiente, Universidad de Cádiz. <https://www.uca.es/noticia/un-proyecto-de-la-uca-aprovecha-los-residuos-de-algas-invasoras-para-obtener-biocombustibles-y-biofertilizantes/>
- García-Gómez, J. C., Sempere-Valverde, J., Ostalé-Valriberas, E., Martínez, M., Olaya-Ponzzone, L., Roi González, A., Espinosa, F., Sánchez-Moyano, E., Megina, C., & Parada, J. A. (2018, Diciembre). *Rugulopteryx okamurae* (E.Y. Dawson) I.K. Hwang, W. J. Lee & H.S. Kim (Dictyotales, Ochrophyta), alga exótica “explosiva” en el estrecho de Gibraltar. Observaciones preliminares de su distribución e impacto. *Almoraima. Revista De Estudios Campogibraltares*, (49), 97–113.
- Guillén, J., Martínez- Vidal, J., Triviño, A., Soler, G., Fages, E., Torre, L., et al. (2014). *Guía de buenas prácticas para la gestión, recogida y tratamiento de los arribazones de algas y plantas marinas en las costas*. Proyecto Seamatter LIFE11 ENV/ES/000600. Ed. Instituto de Ecología Litoral, El Campello.
- La voz de Cádiz. (2019, 4 Septiembre). *El 'Costalimpia I' retirará Los Residuos flotantes de las playas de el puerto*. Lavozdigital. https://www.lavozdigital.es/cadiz/el-puerto/lvdi-costalimpia-retirara-residuos-flotantes-playas-puerto-201909041038_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.bing.com%2F
- La voz de Cádiz. (2021, 3 Abril). *Dos drones y una embarcación no tripulada se incorporan a la lucha contra el alga invasora*. Lavozdigital. https://www.lavozdigital.es/cadiz/provincia/lvdi-drones-y-embarcacion-no-tripulada-incorporan-lucha-contra-alga-invasora-202104031037_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com
- La Voz del Sur (2018, 23 Agosto). *Un Barco 'made in' El Puerto recoge algas y vertidos en Aguas de las Islas Canarias*. https://www.lavozdelsur.es/empresas/un-barco-made-in-el-puerto-recoge-algas-y-vertidos-en-aguas-de-las-islas-canarias_83011_102.html
- Malysa, S. (2018, Febrero). *Técnicas para Secado de Algas*. Cómo Detener la Oxidación de la Fruta y los Vegetales. Geniolandia. <https://www.geniolandia.com/13102458/como-detener-la-oxidacion-de-la-fruta-y-los-vegetales>
- Máquinas para recoger sargazo. Máquina especial recolección de sargazo: Beach trotters*. Beach Trotters SL. (s.f.). <https://www.beach-trotters.com/productos/maquina-limpiadora-sargazo>

- Máquinas para recoger sargazo. Máquina especial recolección de sargazo: Beach trotters.* Beach Trotters SL. (s.f.) *Máquina limpia sargazos Scarbat de Beach Trotters* [Fotografía]. <https://www.beach-trotters.com/productos/maquina-limpiadora-sargazo>
- McHugh, D. J. (2003). *A Guide to the Seaweed Industry*. School of Chemistry, University of New South Wales and Australian Defense Force Academy Canberra. <https://www.fao.org/3/y4765e/y4765e.pdf>
- Milenio Digital. (2021, 1 Junio). *El sargazo llega a las costas de Quintana Roo en México* [Fotografía]. Sargazo: Qué es, cómo afecta, de dónde proviene y por qué se forma. Grupo Milenio. <https://www.milenio.com/ciencia-y-salud/medioambiente/sargazo-que-es-como-afecta-de-donde-proviene-y-por-que-se-forma>
- Milenio Digital. (2021, 1 Junio). *Sargazo en flotación en las costas de Quintana Roo.* [Fotografía]. Sargazo: Qué es, cómo afecta, de dónde proviene y por qué se forma. Grupo Milenio. <https://www.milenio.com/ciencia-y-salud/medioambiente/sargazo-que-es-como-afecta-de-donde-proviene-y-por-que-se-forma>
- Ministerio de Trabajo y Economía Social. (s.f.). *Empleo, Relaciones Laborales y Convenios Colectivos*. Secretaría de Estado de Empleo y Economía Social . Ministerio de Trabajo y Economía Social. https://www.mites.gob.es/es/sec_trabajo/index.htm
- Molina, A. (2022, 13 Junio). *El Gobierno "mata" La iniciativa de convertir el alga asiática en plantillas para zapatos.* Diario Área. <https://www.diarioarea.com/2022/06/13/tarifa-alga-asiatica-plantillas-zapatos-miteco-estrecho/>
- Moreno, M. (2022). *El Alga Asiática el domingo 5 de junio de 2022 en Tarifa* [Fotografía]. El alga sigue invadiendo: Así ha amanecido la playa de Los Lances en el Día Mundial del Medio Ambiente. Diario Area. <https://www.diarioarea.com/2022/06/05/el-alga-sigue-invadiendo-asi-ha-amanecido-la-playa-de-los-lances-en-el-dia-mundial-del-medio-ambiente/>
- Naturaleza y Playas, Ayuntamiento de Algeciras, Playas de Algeciras (2022). <http://www.algeciras.es/es/ciudad/naturaleza-y-playas/>.
- Oficina de Turismo, Ayuntamiento de San Roque, Playas del Municipio (2015). <https://www.sanroque.es/departamentos/playas>.
- Project Management Institute (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide: 6ª ed. en inglés)*. Newton Square: Project Management Institute.
- Propuesta de Estudio Para La Valorización Del Alga Invasora Del Estrecho. (s.f.). *SEPER Tarifa*. https://epale.ec.europa.eu/sites/default/files/dossier_elimination_de_algas_con_valorizacion.pdf.

- Propuesta de Estudio Para La Valorización Del Alga Invasora Del Estrecho. (s.f.). *Comparativa de la pérdida de biodiversidad y sepultación del intermareal, La Caleta -Tarifa-*. [Fotografía] *SEPER* *Tarifa*. https://epale.ec.europa.eu/sites/default/files/dossier_elimination_de_algas_con_valorizacion.pdf.
- Punto de Acceso General Electrónico, Ayuntamiento de La Línea de la Concepción, Playas (2014). <https://www.lalineas.es/portal/index.php/la-ciudad/playas>.
- Rodríguez, A. (2021, 11 Abril). *El alga invasora del Estrecho, fuente de energía para la economía circular*. https://www.europasur.es/campo-de-gibraltar/proyecto-investigacion-alga-invasora-Estrecho-energia-economia-circular_0_1563743973.html.
- Rodríguez, A. (2021, 11 Abril). *Secado de las algas en el invernadero de la Universidad de Cádiz*. [Fotografía]. El alga invasora del Estrecho, fuente de energía para la economía circular. https://www.europasur.es/campo-de-gibraltar/proyecto-investigacion-alga-invasora-Estrecho-energia-economia-circular_0_1563743973.html
- Rodríguez, A. (2021, 11 Abril). *Toma de muestras de *Rugulopteryx okamurae* en la playa*. [Fotografía]. El alga invasora del Estrecho, fuente de energía para la economía circular. https://www.europasur.es/campo-de-gibraltar/proyecto-investigacion-alga-invasora-Estrecho-energia-economia-circular_0_1563743973.html
- Soutullo, R. G. (2019, 11 Diciembre). *Buque Especial Multipropósito para la recogida del Sargazo* [Fotografía]. Buque multipropósito especializado en detección y recogida de Sargazo. Ingeniero Marino. <https://ingenieromarino.com/buque-multiproposito-especializado-en-deteccion-y-recogida-de-sargazo/#:~:text=El%20Sargassum%20o%20Sargazo%20es%20una%20especie%20de,para%20la%20detecci%C3%B3n%20y%20recogida%20de%20esta%20macroalga>
- Soutullo, R. G. (2019, 11 Diciembre). *Buque multipropósito especializado en detección y recogida de Sargazo*. Ingeniero Marino. <https://ingenieromarino.com/buque-multiproposito-especializado-en-deteccion-y-recogida-de-sargazo/#:~:text=El%20Sargassum%20o%20Sargazo%20es%20una%20especie%20de,para%20la%20detecci%C3%B3n%20y%20recogida%20de%20esta%20macroalga>
- Taylor, L. (2021, 8 Noviembre). *¿Podrían Las algas ser el alimento sostenible del futuro?* Independent Español. <https://www.independentespanol.com/noticias/ciencia/cop26-crisis-climatica-algas-alimentos-b1953717.html>
- Taylor, L. (2021, 8 Noviembre). *Algas para el consumo humano* [Fotografía] *¿Podrían Las algas ser el alimento sostenible del futuro?* Independent Español. <https://www.independentespanol.com/noticias/ciencia/cop26-crisis-climatica-algas-alimentos-b1953717.html>
- Vázquez, J. (2019, 3 Julio). *¿Qué es el sargazo?* El Economista. <https://www.economista.com.mx/estados/Que-es-el-sargazo-20190703-0086.html>

Venta de Naves en Algeciras - Milanuncios. Milanuncios. (s.f.).
<https://www.milanuncios.com/venta-de-naves-industriales-en-algeciras-cadiz/>

Venta de Naves en Algeciras - Milanuncios. Milanuncios. (s.f.). *Las Instalaciones en Imágenes [Fotografía]* <https://www.milanuncios.com/venta-de-naves-industriales-en-algeciras-cadiz/>

Verdú Baeza, J. (2020). *Estudios Sobre España Y El Derecho Internacional: España Y Los Problemas De Aplicación Del Convenio De Aguas De Lastre En El Área Del Estrecho De Gibraltar. A Propósito Del Alga Invasora Rugulopterix Okamurae.*

XFactorTech. (s.f.). *Definición de Agar: Qué Es, significado y Concepto.* Portal Educativo Argentino. <https://xfactortech.com/definiciones/definicion-de-agar-que-es-significado-y-concepto#:~:text=El%20agar%20es%20un%20polisac%C3%A1rido%20compuesto%20por%20galactosa,y%20luego%20se%20enfr%C3%ADa%20adquiere%20su%20consistencia%20gelatinosa.>