



# ROBUSTO™

ENERGÍA LIMPIA DEL MAR – INNOVACIÓN DE LA INDUSTRIA OFFSHORE

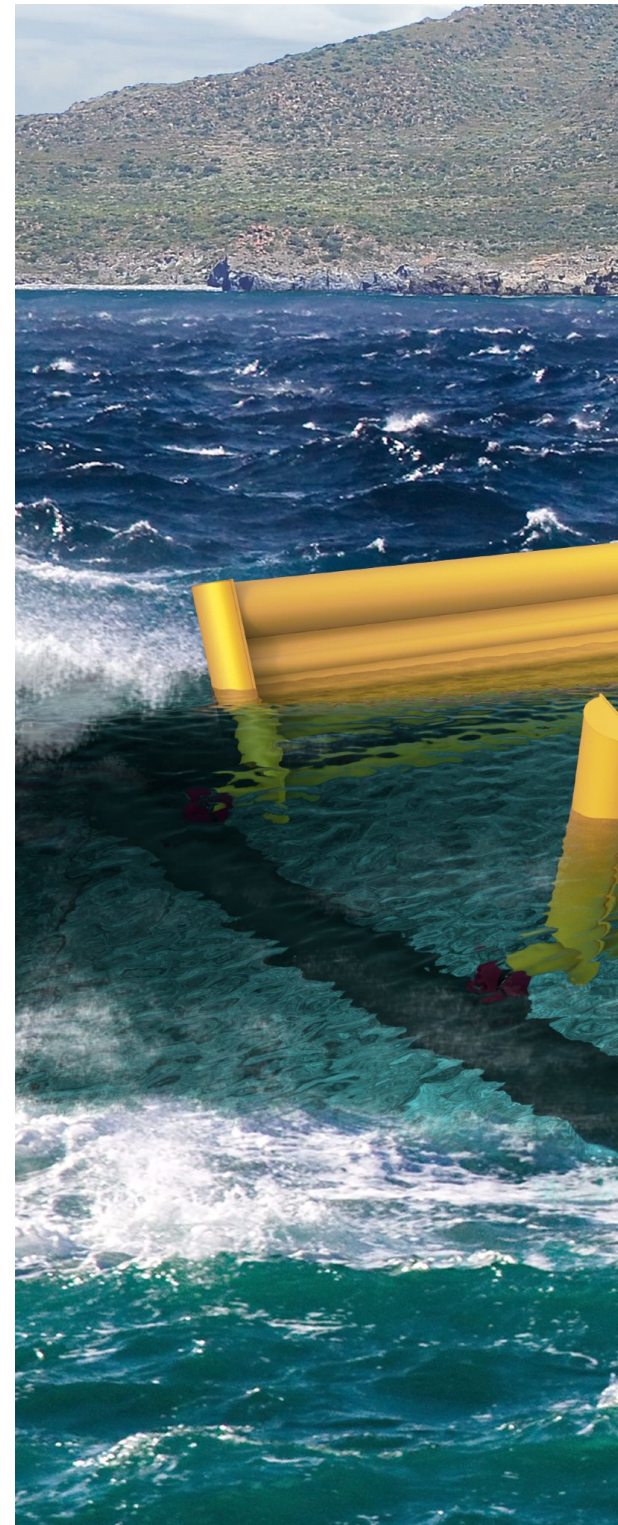


## **SILENCIOSO, INVISIBLE Y LIMPIO**

Los convertidores de energía undimotriz Langlee Robusto™ de 132 kW se instalan mar adentro, donde no producen contaminación acústica, visual o ambiental y tampoco ocupan un suelo valioso.

Langlee Robusto™ es un generador flotante que convierte las olas del mar en electricidad apta para su vertido a la red de distribución.

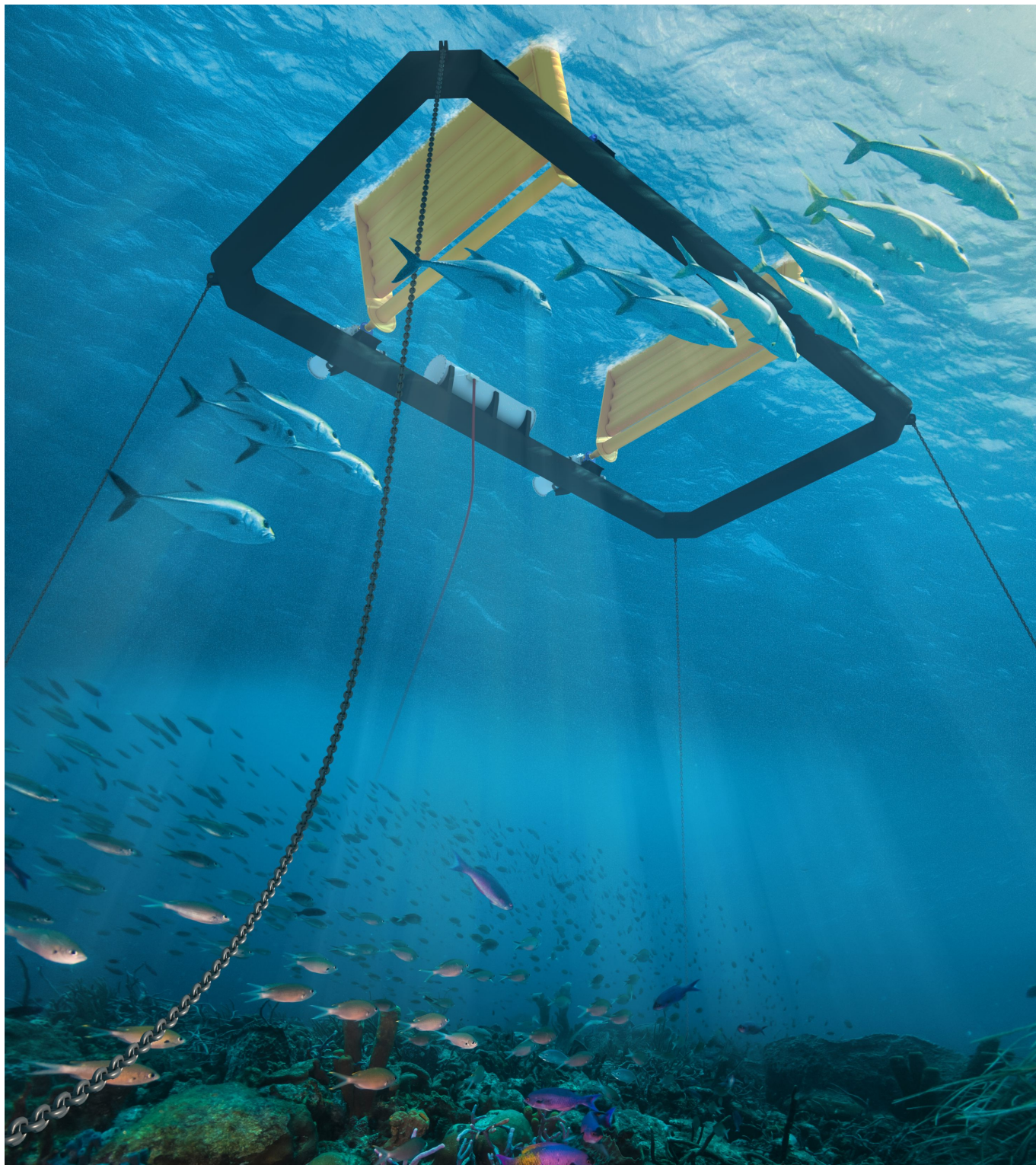
Las unidades completas se fabrican en el astillero más cercano y luego se remolcan hasta su lugar de emplazamiento para su rápida instalación.













## ENERGÍA SIN IMPACTO AMBIENTAL

El convertidor Langlee Robusto™ no altera la vida marina: las unidades se fondean sin producir una huella permanente. Los estudios realizados han demostrado que se convierten en un hábitat que atrae a las especies marinas, ya que, al estar rodeadas de una zona vedada a la pesca, las instalaciones ejercen un efecto favorable sobre el medio en el que se reproducen éstas.



La energía que se requiere para la fabricación de un convertidor Langlee Robusto™ queda compensada por la energía que produce la unidad en el plazo de dos años.

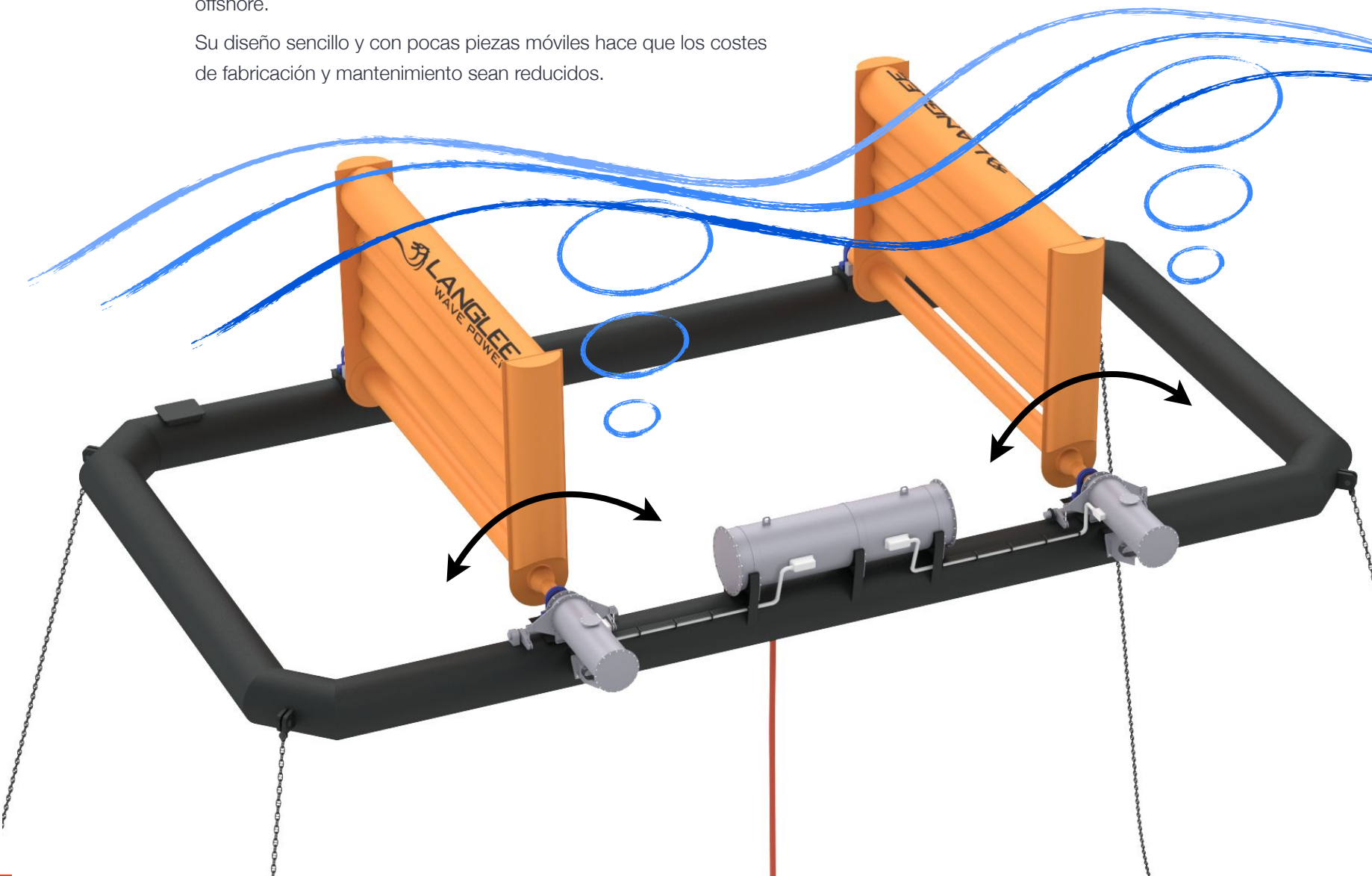


## SENCILLO Y SEGURO

Langlee Robusto™ está provisto de dos aletas verticales que oscilan con el movimiento de las olas. Este sistema utiliza el movimiento horizontal de las olas, que posee más energía y es más fácil de convertir en energía aprovechable que el movimiento vertical.

Para su fabricación se emplea acero del tipo utilizado en construcción naval, con un acabado anticorrosión y antiincrustaciones no tóxico, cuya seguridad ha sido ya demostrada en la industria offshore.

Su diseño sencillo y con pocas piezas móviles hace que los costes de fabricación y mantenimiento sean reducidos.



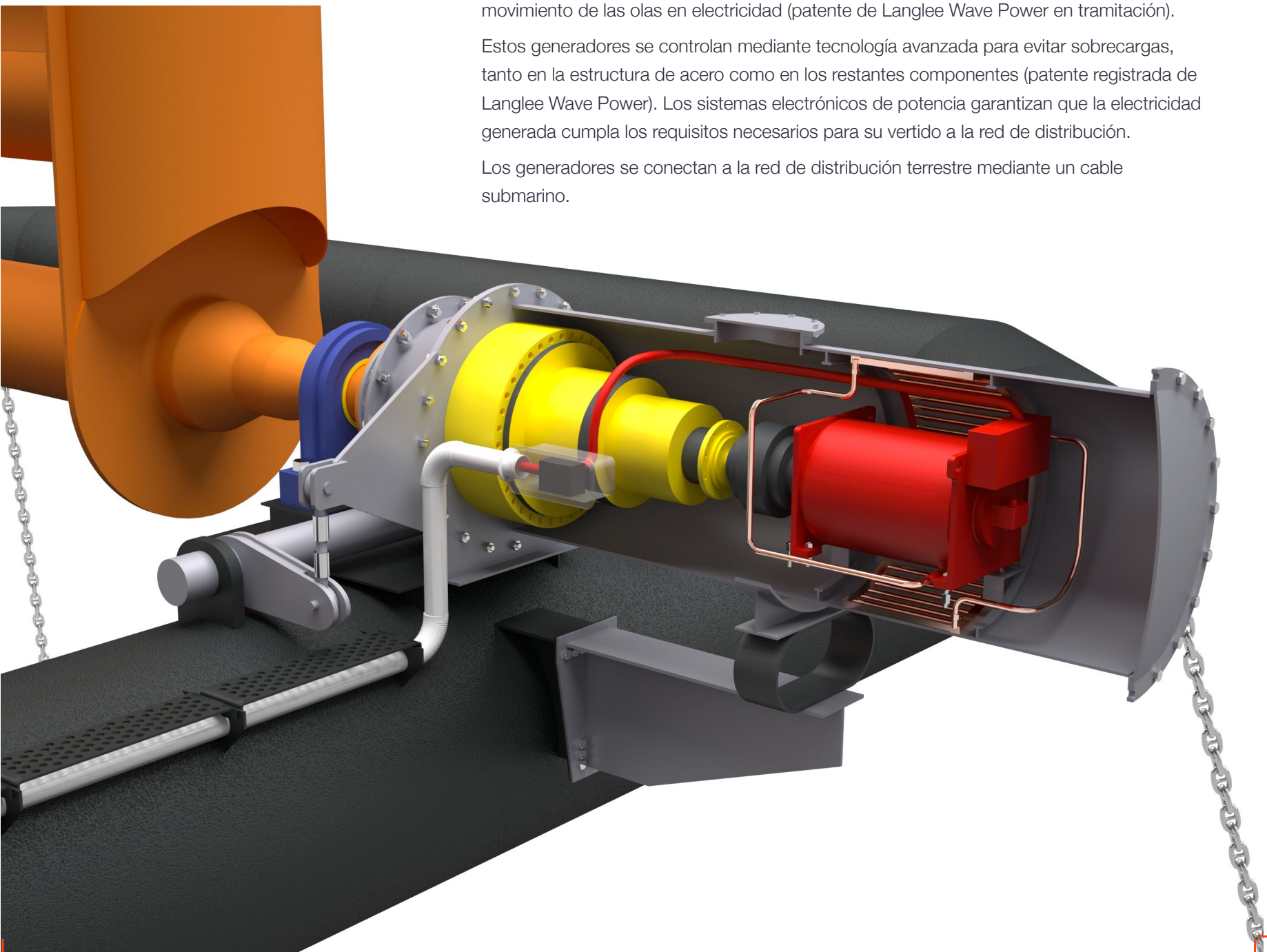


## UN INVENTO BASADO EN SOLUCIONES CONTRASTADAS

Las aletas están directamente conectadas a generadores eléctricos que convierten el movimiento de las olas en electricidad (patente de Langlee Wave Power en tramitación).

Estos generadores se controlan mediante tecnología avanzada para evitar sobrecargas, tanto en la estructura de acero como en los restantes componentes (patente registrada de Langlee Wave Power). Los sistemas electrónicos de potencia garantizan que la electricidad generada cumpla los requisitos necesarios para su vertido a la red de distribución.

Los generadores se conectan a la red de distribución terrestre mediante un cable submarino.



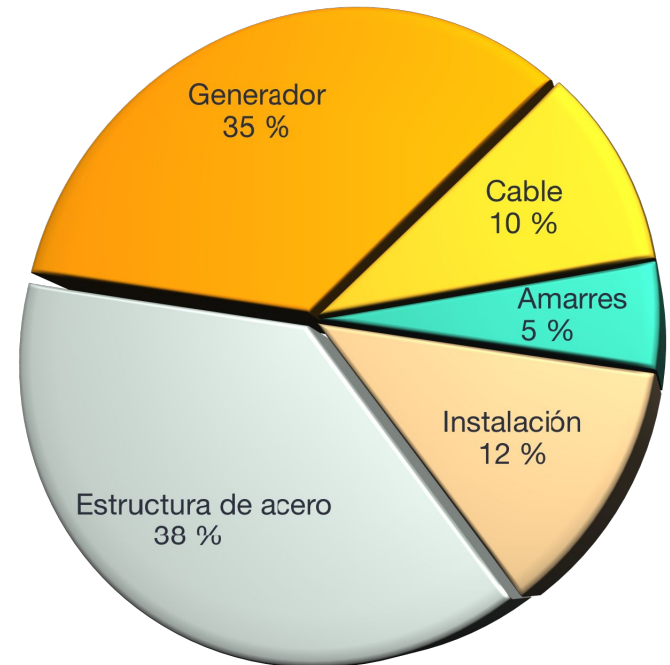


## Parque de energía undimotriz ROBUSTO™ de 1 MW

### COMPETITIVO FRENTE A OTRAS RENOVABLES

Una inversión de 4 millones de euros en un parque de energía undimotriz Langlee de 1 MW con una producción de 4,4 GWh/año genera electricidad a un coste que puede competir con otras fuentes de energía renovable.

El 65% de la inversión se destina a la fabricación en astilleros locales, lo que se traduce en una reducción de costes y de necesidades de transporte. La creación de puestos de trabajo para técnicos cualificados tiene una repercusión social positiva ya que los especialistas locales desempeñan un papel importante en la explotación y el mantenimiento de un parque de energía undimotriz.



**Inversión: 4 millones de euros**

**Producción de electricidad: 4,4 GWh/año**

**Coste de explotación: 22 €/MWh**

**Coste de la energía\*: 100 €/MWh**

\*Coste normalizado de la energía (LCOE), basado en los requisitos de la Administración de Información sobre la Energía (EIA) del Departamento de Energía de los EE.UU.



*Imagina una fuente de energía invisible y silenciosa.*

*Una fuente que no necesita ocupar suelo.*

*Imagina una energía limpia procedente del mar.*

*Es la que elegirías.*











*El fundador de Langlee, Julius Espedal, en la plataforma petrolífera Brage, en el Mar del Norte, en 1999. Langlee Wave Power® ha ideado métodos de explotación y mantenimiento seguros y eficientes, basados en la experiencia adquirida en la industria offshore.*

## MANTENIMIENTO SEGURO Y EFICIENTE

Para acceder al equipo técnico se deslustra la estructura de acero de forma que toda la instalación suba a la superficie sin necesidad de soltar los amarres o de desconectar cables.

El módulo de potencia y los dos módulos de generación están diseñados para que se puedan sustituir fácilmente en el lugar de emplazamiento de la unidad. El resto del mantenimiento se efectúa en tierra.

Langlee Robusto™ está concebido para tener una vida útil de 60 años, con mantenimiento regular cada 5 años y una revisión completa cada 20.

Frecuencia	Descripción	Equipo necesario
Anual	Inspección visual de la estructura y de las aletas	Embarcación ligera en el lugar de emplazamiento. Robusto en modo revisión
Cada 5 años	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sustitución de módulos de generación para su revisión en tierra</li><li>• Sustitución de ánodos</li><li>• Inspección de amarres</li></ul>	Remolcador provisto de grúa en el lugar de emplazamiento. Robusto en modo revisión
Cada 20 años	Revisión completa: <ul style="list-style-type: none"><li>• Inspección de fatiga de materiales</li><li>• Repintado de toda la estructura</li><li>• Acabado con antiincrustante</li></ul>	Barcaza de servicio en el lugar de emplazamiento





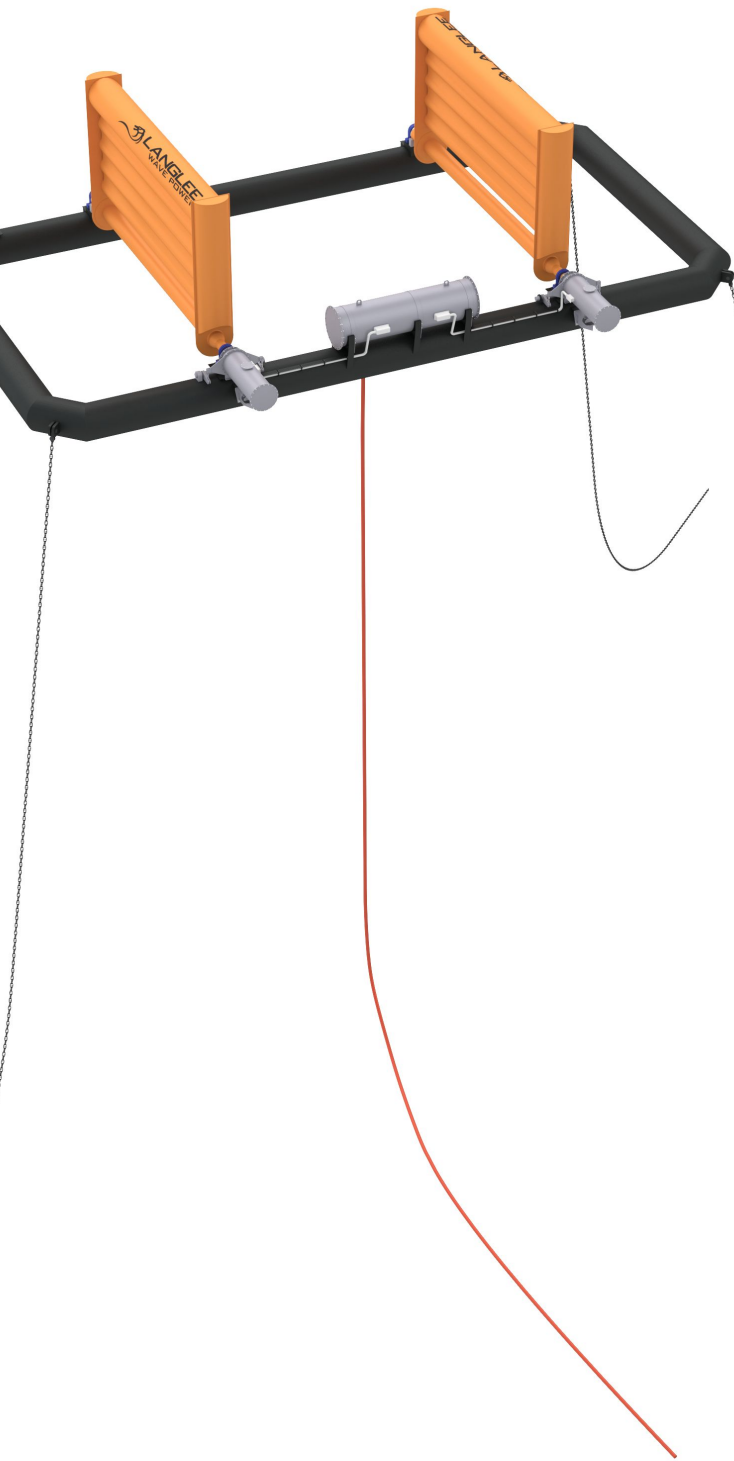
## **BASADO EN TECNOLOGÍA CONTRASTADA EN LA INDUSTRIA OFFSHORE**

La industria del petróleo ha demostrado que las operaciones en alta mar son seguras. Langlee utiliza la misma tecnología y aplica las normas de la sociedad de clasificación Det Norske Veritas (DNV) que se emplean en esta industria.

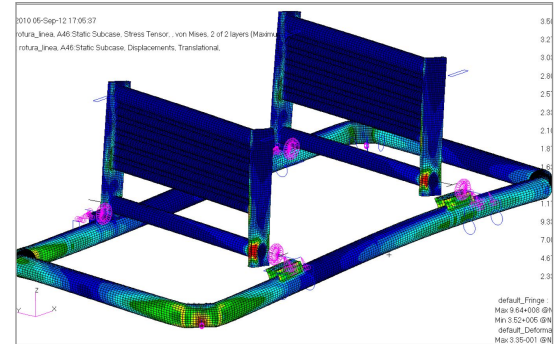
## **INDUSTRIALIZADO PARA PRODUCCIÓN A GRAN ESCALA**

Langlee Robusto™ está preparado para su producción a gran escala con costes reducido usando componentes estándar de calidad demostrada de las principales marcas del sector.





**Ingeniería utilizada en la industria del petróleo noruega**



**Concebido para soportar olas extremas**



**Pruebas en tanque de simulación de olas para comprobación de esfuerzos y de producción de energía**



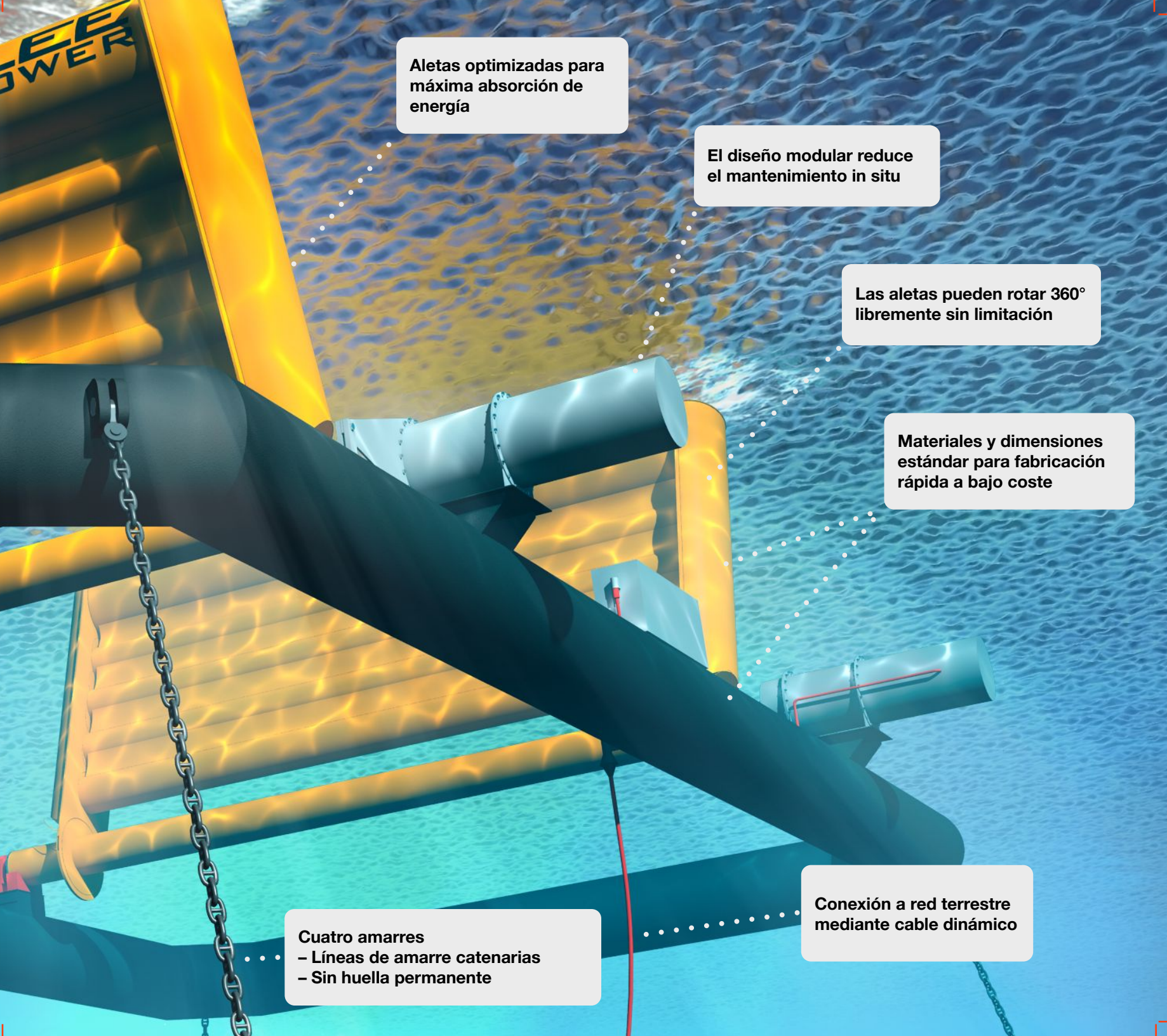


**Semisumergida**  
**Sin impacto visual**

**Instalación flotante**  
– Fabricada en tierra  
– De rápida instalación

**El tratamiento anticorrosión  
y antiincrustaciones evita  
adherencias marinas**





Aletas optimizadas para  
máxima absorción de  
energía

El diseño modular reduce  
el mantenimiento in situ

Las aletas pueden rotar 360°  
libremente sin limitación

Materiales y dimensiones  
estándar para fabricación  
rápida a bajo coste

Conexión a red terrestre  
mediante cable dinámico

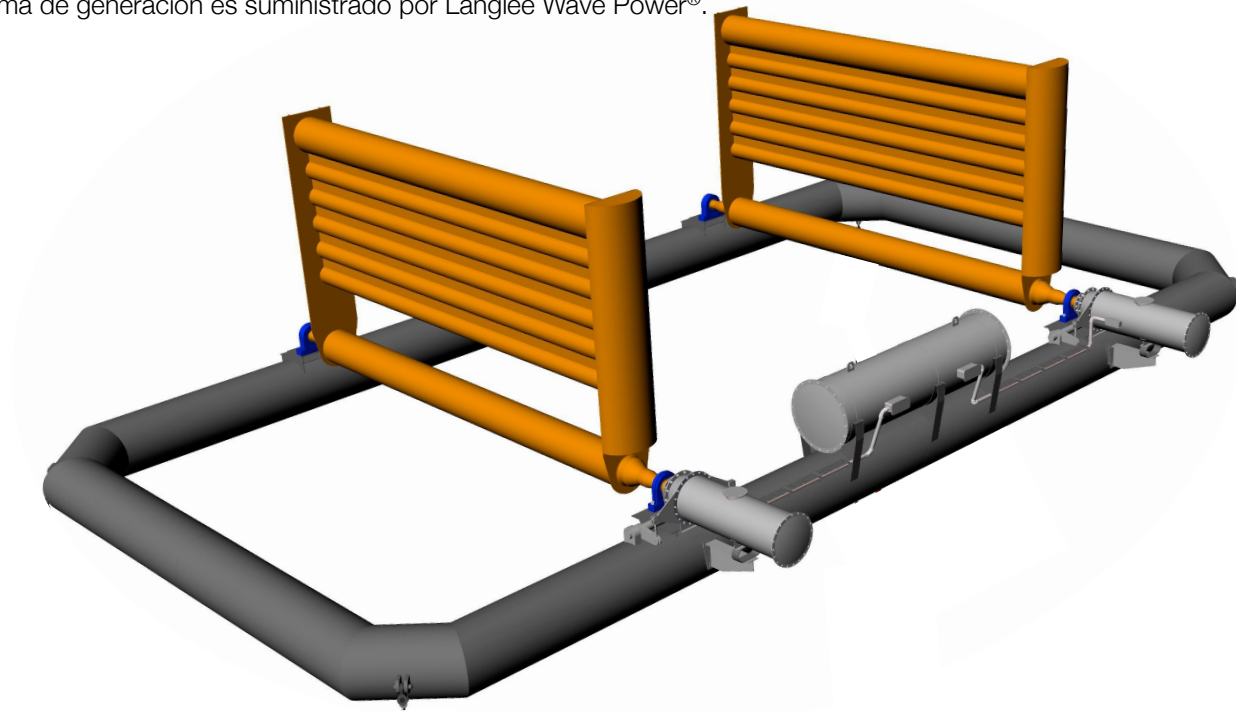
Cuatro amarres  
- Líneas de amarre catenarias  
- Sin huella permanente



## FABRICACIÓN LOCAL EFICIENTE

La estructura de acero, fabricada por un astillero certificado, no requiere inversión alguna en equipo especial. El uso de materiales y medidas estándar hace que la fabricación sea eficiente, incluso en el caso de series pequeñas.

La construcción e instalación se realizan conforme a procedimientos utilizados en la industria marítima. El sistema de generación es suministrado por Langlee Wave Power®.



La estructura se hace con tubos de acero estándar



La fabricación es una sencilla operación de corte y soldadura

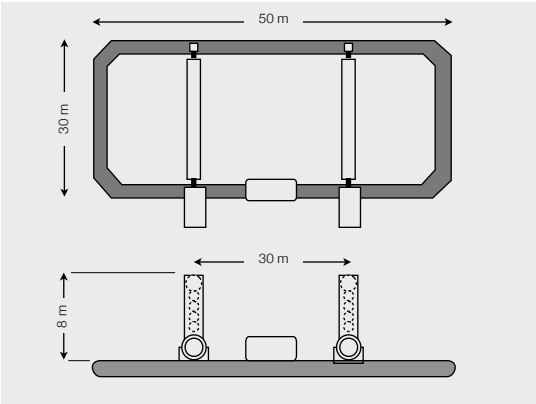


No se requiere inversión en equipo especial

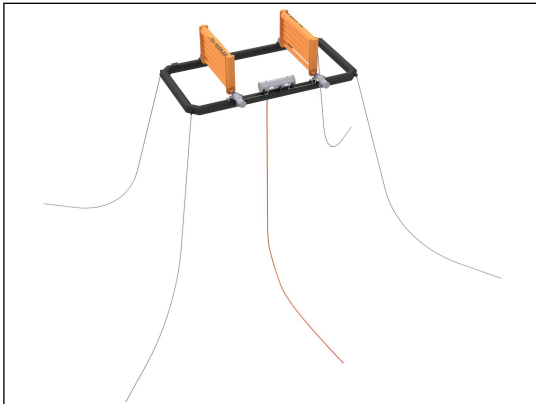


Acabado anticorrosión y antiincrustaciones

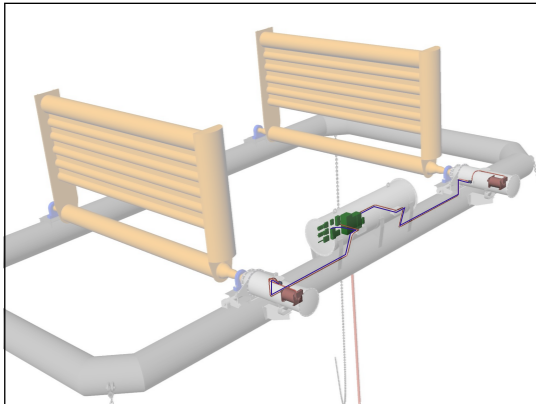




Dimensiones generales



El amarre se extiende 250 metros alrededor de la instalación del Robusto™, delimitando una zona vedada a la pesca



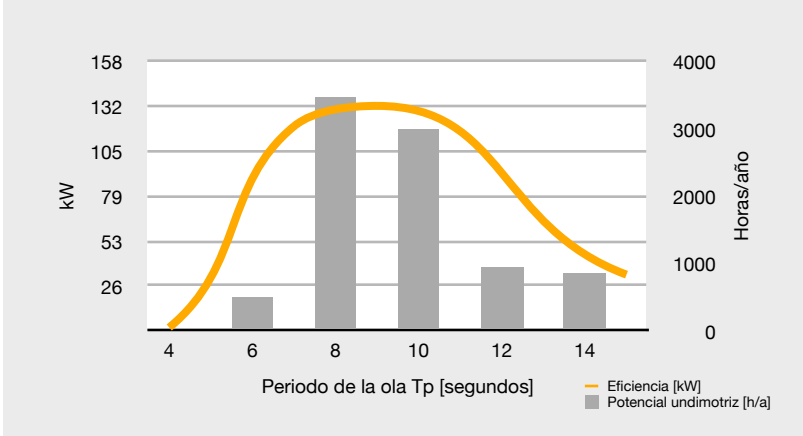
El sistema de control optimiza la producción de energía y garantiza que la estructura de acero no sufra sobrecargas

Matriz energética de Langlee Robusto™ 132kW

<div>Tp</div> <div>Hs</div>	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0,5	2	6	11	13	12	9	7	5	3	2	2
1	6	25	48	57	51	38	30	20	13	9	8
1,5	13	58	118	132	132	102	82	52	33	22	16
2	22	90	132	132	132	132	132	90	60	42	33
2,5	33	131	132	132	132	132	132	132	94	69	56
3	45	132	132	132	132	132	132	132	132	99	79
3,5	54	132	132	132	132	132	132	132	132	132	104
4	57	132	132	132	132	132	132	132	132	132	127

El diagrama muestra la producción de energía [kW] según las distintas alturas de las olas (Hs) [metros] y los periodos de éstas (Tp) [segundos]

Eficiencia energética frente a potencial energético



Al optimizar la eficiencia regulándola en función de las condiciones de las olas en el lugar de emplazamiento, Langlee Robusto™ alcanza un alto factor de capacidad. [Fuente: Datos isla de Martinica]



## **Materiales**

La estructura de acero se ha proyectado conforme a las normas de la industria naval (DNV-OSS-312), con acero de calidad estándar (S355/NV36).

La estructura se basa en un diseño sencillo y robusto usando tubos de acero de dimensiones estándar.

## **Aletas**

El diseño patentado de las aletas se optimiza aplicando la mecánica de fluidos y la hidrodinámica para conseguir una mayor absorción de energía. La flotabilidad de las aletas es prácticamente igual al empuje hidrostático del agua del mar, lo que se traduce en la máxima eficiencia energética.

Las aletas pueden rotar 360° libremente sin limitación. Su combinación de resistencia y flexibilidad les permite soportar años de uso continuado.

## **Sistema de amarre**

Las instalaciones Robusto se fijan mediante cuatro líneas de amarre catenarias con anclajes adecuados a las condiciones del fondo marino del lugar de emplazamiento, que se tienden en un ángulo de 45°.

El sistema de amarre está concebido para resistir en el improbable caso de la pérdida de un amarre y en las condiciones meteorológicas más desfavorables.

Robusto™ se instala en paralelo a la dirección del movimiento predominante de las olas y posee gran eficiencia en un sector de 60° ( $\pm 30^\circ$ ).

Los amarres se extienden hasta aproximadamente 250 metros de la instalación, por lo que debe establecerse una zona vedada a la pesca alrededor de cada unidad para evitar daños a los amarres y a los cables eléctricos.

## **Incrustaciones marinas**

Langlee Robusto™ utiliza el revestimiento no tóxico Jotun® SeaQuantum para prevenir la corrosión y las incrustaciones marinas.

## **Profundidad del agua**

Para instalaciones normales en aguas con una profundidad de 40 a 150 metros se usan cadenas y anclajes. En aguas menos profundas puede utilizarse un sistema de amarres de poliéster. Esta podría ser una solución potencial en combinación con instalaciones eólicas marinas en profundidades de 20 a 40 metros, para un mejor aprovechamiento de la zona.

## **Sistema de control**

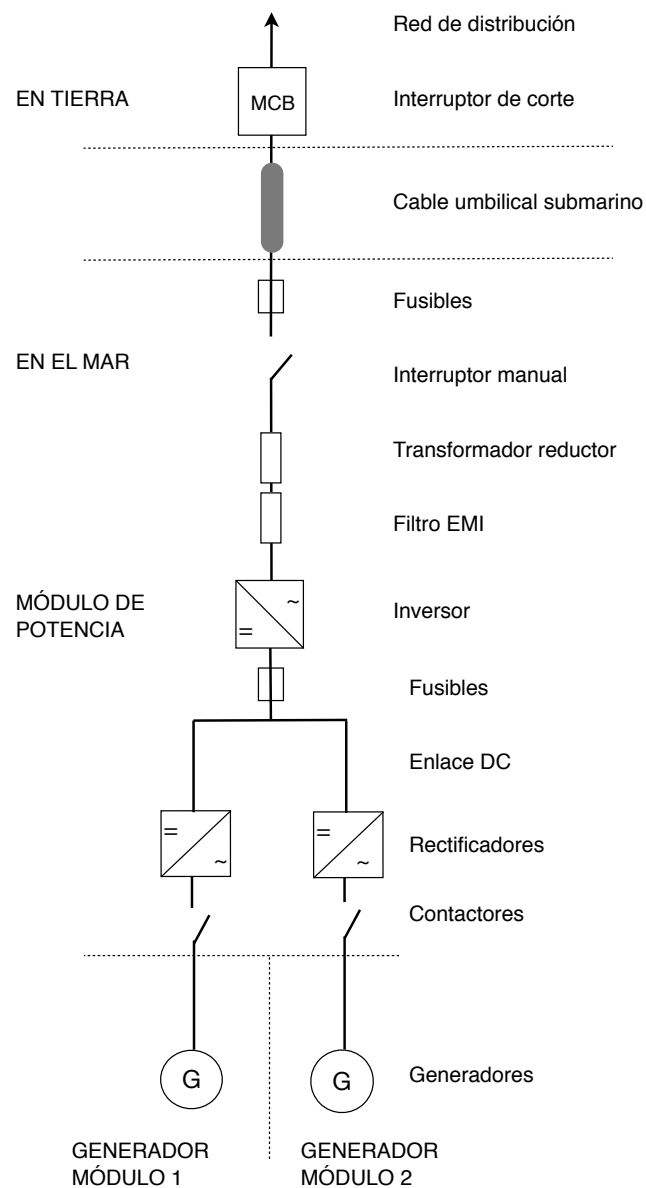
El sistema de control ajusta los parámetros de funcionamiento para optimizar la absorción de energía adaptándola a las condiciones de las olas en cada momento. En caso de fuerte oleaje, la absorción de energía se reduce automáticamente para evitar sobrecargar la estructura de acero y los amarres. En condiciones meteorológicas extremas, la generación de electricidad se para totalmente, permitiendo que las aletas se muevan sin restricciones y reduciendo así la carga sobre el sistema.

### Módulo de generación

El módulo compacto de generación (patente en tramitación) convierte el movimiento de las aletas directamente en electricidad, con una pérdida mínima de energía. El generador está basado en soluciones ya contrastadas en la industria offshore y su número de piezas móviles es reducido, por lo que puede funcionar durante varios años sin mantenimiento. Los módulos de generación están diseñados para una vida útil de 20 años, con mantenimiento regular cada cinco años. Se sustituyen en su lugar de emplazamiento, deslastrando la instalación.

### Electrónica de potencia

El inversor y el rectificador convierten la producción irregular de electricidad en electricidad apta para su vertido a la red de distribución. El sistema de control eléctrico y el transformador alojado en el módulo de potencia son de fácil acceso con Robusto™ deslastrado.







**Langlee Wave Power AS**

Hagaløkkveien 13, 1383 Asker - Noruega

**Langlee Wave Power SLU**

Edificio Polivalente II, Oficina 10, PCT de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria - España

[www.langleewavepower.com](http://www.langleewavepower.com)