

Implementar Tecnología Undimotriz en el desarrollo de un Puerto Flotante Eficiente en las regiones de Los Lagos y Aysén.

Boris Ariel Ramírez González

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Nota del autor

Incluya información sobre becas o ayudas y una dirección postal completa.

## Resumen

La posibilidad de abrir el mar a las personas, bajo una nueva perspectiva de fundar en el mar a través de puertos públicos eficientes, con capacidad de albergar y abastecer energéticamente a marinas y espacio para la actividad náutica y de pesca,

El desarrollo de un puerto eficiente que implemente en su fundación la tecnología undimotriz, capacitaría a la cubierta de puerto ser la generatriz de producción de energía. Así el vai-ven periódico de la ola, generaría empuje sobre la cubierta inferior fuerza que se podrá transformar en energía eléctrica.

EL desarrollo del puerto sería pionero en gestionar una nueva matriz de energía renovable que a la vez integre en si habitabilidad. Mirando desde una perspectiva territorial.

## OBJETIVOS

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Consolidar una nueva matriz energética renovable No convencional en el territorio costero austral.
- Generar autonomía energética a los poblados costeros <caletas>.

### OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Potenciar la actividad náutica sostenible con el medio ambiente, enlazando a la sociedad hacia una nueva identidad marítima.
- Reducir costos de conectividad y desarrollo de proyectos no sustentables en relación a la demanda energética de la población.
- Disminuir costo de consumo eléctrico para los pobladores.
- Promover el transporte marítimo de embarcaciones eléctricas, siendo el puerto capaz de ser abastecedor de energía.
- Cambiar el paradigma de puerto rígido a uno flotante y eficiente.

### FUNDAMENTO

Bajo la nueva política energética ENERGIA 2050 Chile pretende cubrir un 70 % del consumo eléctrico con el uso de ERNC, a modo de reducir la dependencia de energía convencional y sus emisiones de gases de efecto invernadero por efecto del consumo de combustibles fósiles. (Ministerio de energía, 2015)

El crecimiento de la población en Chile y a la vez el aumento demanda energética plantea el desafío de generar infraestructura y tecnología para producción de energías

renovables con bajo impacto ambiental en los ecosistemas, además de diseñar modelos de producción y transporte que funcionen con energía limpia.

La extensión lineal del territorio costero continental es privilegiada para desarrollar infraestructura que capte la energía undimotriz, con el eventual desarrollo de esta fuente a futuro se podría ir reduciendo la dependencia energética nacional de la importación de fuentes extranjeras que a la fecha alcanza aproximadamente el 60 % según el informe de energía 2050. (Ministerio de energía, 2015)

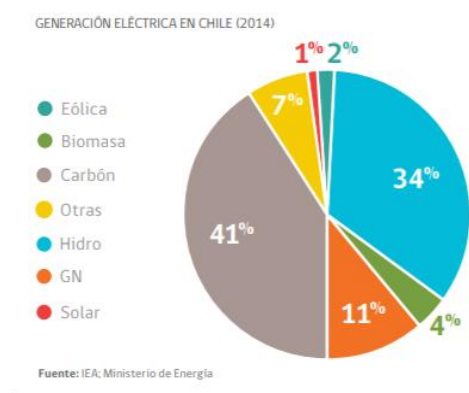


Imagen1. Generación eléctrica en Chile (2014).

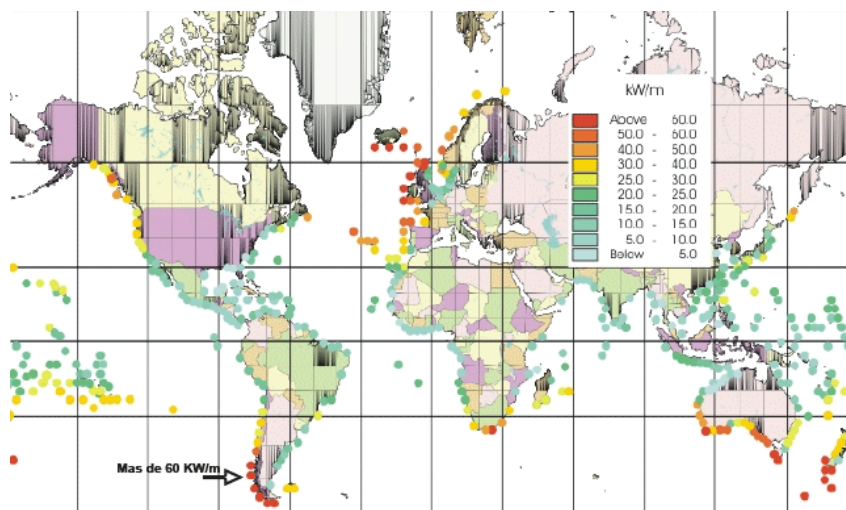


Imagen2. Potencial global de energía de las olas.

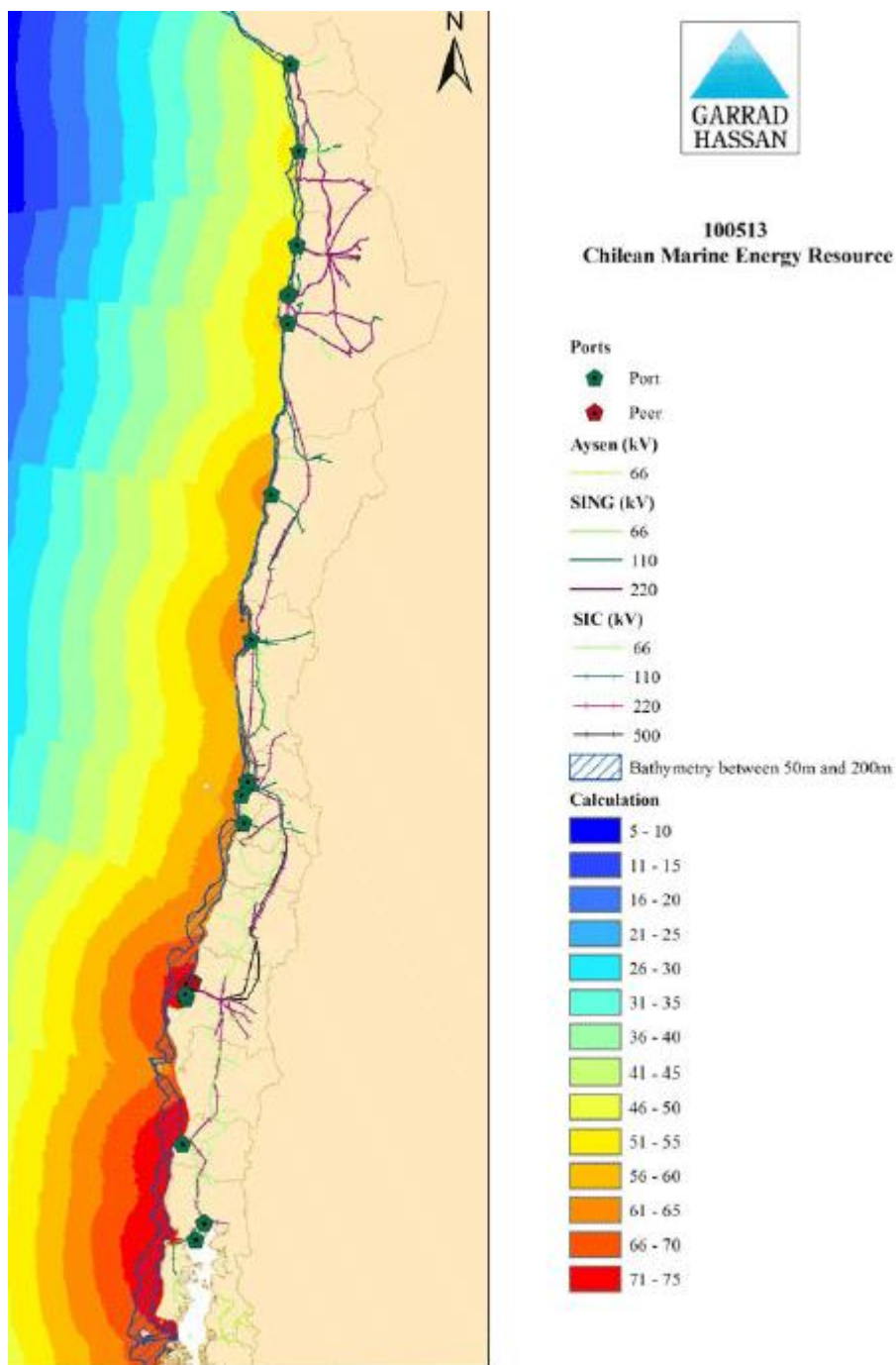
EL potencial undimotriz es una fuente inagotable de energía. La extensión de la costa chilena es privilegiada, como muestra la imagen anterior en las zonas australes del continente alcanza una potencia sobre los 60 Kilowatts por metro lineal.

Las costas chilenas reciben más del 50% del potencial undimotriz del Sudamérica, posicionando a Chile según los estudios realizados por Gunn y Stock-Williams en 2012 quienes reportaron que entre los paralelos 30-60° de latitud sur se encuentran los mejores climas de ola lo cual convierte a las costas de Chile en una de las mayores fuentes de energías marinas del mundo.

Contrario a esto los puntos más energéticos que se encuentran en el sistema eléctrico de Aysén y Magallanes, existe gran disponibilidad del recurso undimotriz, pero la energía generada no podría ser transportada al SIC, donde se encuentra la demanda energética.

(García,2014). Además cabe señalar la inaccesibilidad por suelo que presenta el territorio fragmentado de las regiones de Aysén y Magallanes, situación que podría verse favorable a partir de la interconectividad de puertos eficientes y el uso de embarcaciones eléctricas y/o híbridas

.



*Imagen 3. Potencial de energía undimotriz en Chile.*

## *Hipótesis*

Implementar energía undimotriz en el desarrollo de un puerto eficiente en las regiones de Los Lagos y Aysén.

Para el desarrollo del puerto eficiente se presentan dos dispositivos que en combinación podrían configurar una referencia para generar un prototipo captación de energía undimotriz que la vez sea un puerto tipo para la zona austral de Aysén y Magallanes. Los dispositivos son

.-Pelamis.

.-Wave-bob.

### **Dispositivo Pelamis.**

Es una estructura semi-sumergida articulada, de 180 m de largo, 4 m de diámetro y aproximadamente 1.350 toneladas de peso (ver imagen 5). La estructura de este dispositivo está compuesto por 5 cilindros articulados. Las articulaciones poseen dos grados de libertad, lo que posibilita una mayor eficacia en la absorción de la energía ola. Estas articulaciones

poseen pistones hidráulicos con aceite a alta presión, que activa un motor y este a un grupo electrógeno al interior del cuerpo del dispositivo, el cual se transforma en energía eléctrica la cual se acumula para luego ser transmitida por un cable submarino hasta una sub estación en tierra.

Pilamis opera en profundidades de más de 50 m y se ancla entre 2 a 10 km del litoral. El sistema tiene una potencia de 750 kW y mensual de 0.493 GWh, con una eficiencia de conversión de 70%. Estimando que el consumo de un hogar en un mes es aproximadamente de 685 Kwh (tarifahoraluz.es), con un solo dispositivo pilamis se podría abastecer 720 casas.



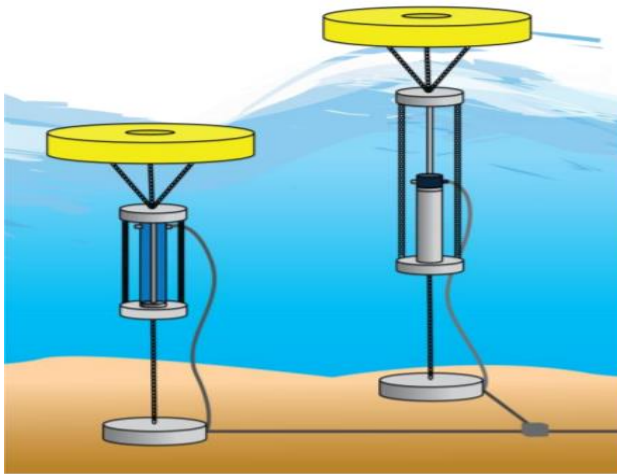
*Imagen 4. Sistema pelamis, detalle de articulación.*



*Imagen 5. Sistema pelamis accionado por el oleaje.*



## Dispositivo Wave Bob



*Imagen 6 . Diagrama de dispositivo wave bob .*

**El sistema wave Bob** consiste en un sistema de flotación de dos masas de distinta densidad (una hundida y otra flotante), que a través de un eje conector se mueven en forma desfasada, lo cual genera presión a través de un pistón hidráulico que activa un generador lineal, absorbiendo los movimientos verticales y los transforma en energía eléctrica través de un generador lineal, este dispositivo es versátil antes las condiciones climáticas adversas, debido a su oscilación vertical. (Mediavilla, 2016). Se instala en aguas profundas genera un impacto muy reducido en el ecosistema, y al igual que el dispositivo Pelamis funciona con un cable submarino.

Sin embargo García en su tesis señala que la presencia de anclajes lejanos a la costa los dispositivos Pelamis y Wave Bob, podrían ser perjudiciales para los organismos marinos que por ahí transiten. Debido a esto la investigación pretende repensar esta tecnología en la orilla, donde el impacto ambiental en el medio es menor y de lugar a la conectividad marítima pública.

La ingeniería basal del puerto eficiente-flotante plantea integrar unos sistemas de fuelles (ver imagen 7), que funcionan como eje articulador de la cubierta de puerto (unidades irreductibles) y generador de energía a través de un sistema hidráulico de alta presión que a través del bombeo acciona un generador eléctrico. (Tecnología pilamis). Y pilares-pistones hidráulicos, que al mismo tiempo son el soporte fundacional del puerto, con la función de permitir la ondulación vertical. Estos presentan una resistencia a la fuerza de empuje (flotación), que al hacer trabajo mecánico, de ascender y luego descender, (carga muerta del puerto) genere diferencia de presión hidráulica en el interior. Así se acciona un sistema de turbinas que accionaran un generador eléctrico en una estación terrestre de distribución y almacenamiento. A modo de Operar como abastecedor de embarcaciones eléctricas menores y fuente perpetua de energía eléctrica para la comunidad.

Consistirá en una estructura articulada variable en su longitud, la que por acción el oleaje marino genere energía eléctrica y pueda abastecer a embarcaciones eléctricas menores o estar disposición del sistema eléctrico de la comunidad.

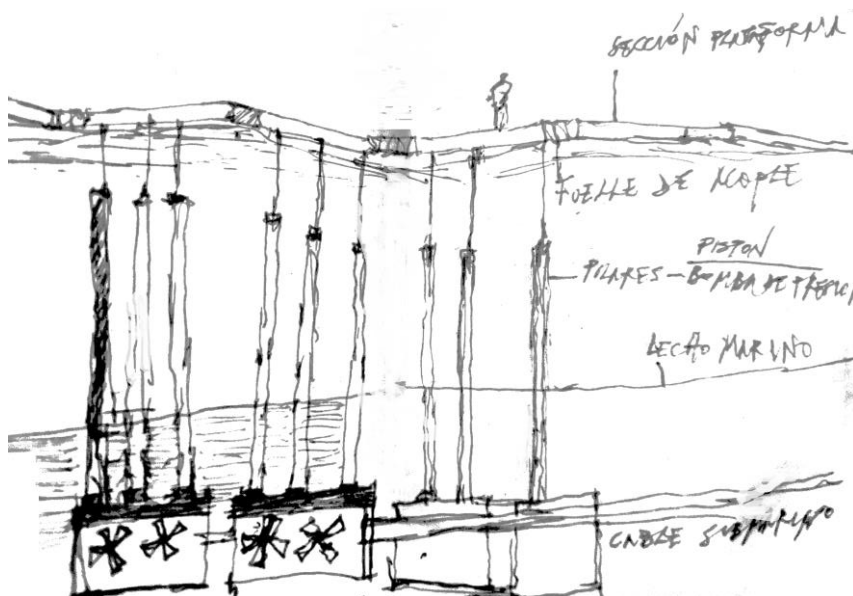


Imagen 7. Boceto de sección de puerto eficiente flotante. Elaboracion propia.

## **Metodología de Investigación**

- Evaluación de percepción social del proyecto.
- Cálculos y Análisis de energía de ola y suelo marino de lugares óptimos para la instalación .de un puerto.
- Estudio climatológico de lugar.
- Batimetría del lugar.
- Desarrollo de prototipo y evaluación de eficiencia en canal de pruebas.
- Evaluación de Impacto Ambiental.

## **CONCLUSIONES**

El océano Pacífico, específicamente en la zona austral de Chile se presenta un potencial energético incomparable en sus ventajas de producción energética (ver imagen 2), que en la actualidad se desaprovecha por falta de gestión, sin embargo su costo de equipamiento e instalación son elevados. A la vez que la demanda energética de la zona no exige una mayor oferta.

Otra desventaja para la instalación de estos dispositivos undimotrices para uso comercial (inversionistas privados) es su impacto ambiental, que eventualmente debido a su escala de ocupación en la superficie marina puede producir daño invasivo en el hábitat de especies marinas, aunque en menor magnitud como señala García al compararlo con la contaminación de sistema convencionales de producción energética, además la bióloga marina plantea que

las especies marinas se pueden adaptar a las instalaciones de estos dispositivos. (García, 2014) A modo que bio-éticamente la relación costo-beneficio podría verse saldada.

Aún así, existe el dilema de la desconexión con el sistema interconectado central SIC por lo que el beneficio energético no sustentaría la mayor demanda energética del país.

### Referencias bibliográficas

Apellidos, Nombre (Año). Título del artículo. *Título del diario*, páginas desde - hasta.

- Ministerio de energía. (2015). Energía 2050. Recuperado de [http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia\\_2050\\_-\\_politica\\_energetica\\_de\\_chile.pdf](http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf)
- Gunn, K., Stock-Williams. (2012). Quantifying the global wave power resource. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148112001310>.
- Mediavilla, D. (2016). Energía undimotriz en Chile continental: zonas de generación del oleaje y predictibilidad (Tesis Doctoral). Recuperado de <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/2157>

1.

- Garcia, C. (2014). Energía undimotriz: Evaluación de su potencial factibilidad ambiental en Chile (Tesis Licenciatura). Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/fcg216e/doc/fcg216e.pdf>
- <https://tarifaluzhora.es/info/calcular-consumo-electrico-casa>

### Imágenes

1.- Ministerio de Energía. (2014). Grafico produccion de energia eléctrica en chile. [imagen 1].

Recuperado de [http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia\\_2050\\_-\\_resumen\\_de\\_la\\_politica\\_energetica\\_de\\_chile.pdf](http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_resumen_de_la_politica_energetica_de_chile.pdf)

- 2.-Krogstad y Barstow (1998). Potencial global de energia undimotriz. [imagen 2].  
Recuperado de <http://www.centralenergia.cl/2010/10/04/potencial-maremotriz-de-chile/>
- 3.- Hasan G. (2010). Potencial energía undimotriz en Chile. [imagen3]. Recuperado de  
<http://www.centralenergia.cl/2010/10/04/potencial-maremotriz-de-chile/>
- 4.- Sistema pelamis, detalle de articulación. Recuperado de  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/fcg216e/doc/fcg216e.pdf>
- 5.- Sistema pelamis, accionado por el oleaje. Recuperado de  
<https://www.solaralliance.org/?s=pelamis>
- 6.- Diagrama de dispositivo wave bob. Recuperado de  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/fcg216e/doc/fcg216e.pdf>
- 7.- Boceto de sección de puerto eficiente fotante. Elaboracion propia.

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/fcg216e/doc/fcg216e.pdf>