

SEDE CENTRAL

Edificio Rokamar. 13 Norte 766, 5 piso, Viña del Mar, Chile
Fono: (56) 32-2686848 2687306 (Anexo 500)
Fax: (56) 32-2684385 2690265 (Anexo 500)
www.ingenieriaoceanica.cl

SECRETARIA DE DOCENCIA

Av. Borgoño 16344, Reñaca, Viña del Mar, Chile
Fonos: (56) 32-507851 (56) 32-507824
www.ingenieriaoceanica.cl
ingenieria.oceanica@uv.cl

**“PREFACTIBILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA DE
PRODUCIR ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE
MAREOMOTRIZ PARA CONTRIBUIR AL DESARROLLO
DE LA MATRIZ ENERGÉTICA CHILENA”**

Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Oceánico

JAIME FRANCISCO LEYTON ESPOZ

2009

UNIVERSIDAD DE VALPARAISO

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR Y DE RECURSOS NATURALES
INGENIERÍA CIVIL OCEÁNICA

JAIME FRANCISCO LEYTON ESPOZ

COMISIÓN EVALUADORA

CALIFICACIÓN

Nota

Firma

Sergio Bidart Loyola
Profesor Guía

Ernesto Gómez Araya
Profesor Evaluador 1

Felipe Caselli Benavente
Profesor Evaluador 2

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL OCEÁNICO**

**VIÑA DEL MAR, CHILE
2009**

DECLARACIÓN

Este trabajo o alguna de sus partes no ha sido presentado anteriormente en la Universidad de Valparaíso, institución universitaria chilena o extranjera u organismo de carácter estatal, para evaluación, comercialización u otros propósitos. Salvo las referencias citadas en el texto, confirmo que el contenido intelectual de este Proyecto de Título es resultado exclusivamente de mis esfuerzos personales.

La Universidad de Valparaíso reconoce expresamente la propiedad intelectual del autor sobre esta Memoria de Titulación. Sin embargo, en caso de ser sometida a evaluación para los propósitos de obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil Oceánico, el autor renuncia a los derechos legales sobre la misma y los cede a la Universidad de Valparaíso, la que estará facultada para utilizarla con fines exclusivamente académicos.

Sergio Bidart Loyola
Profesor Guía

Jaime Leyton Espoz
Alumno

En agradecimiento a mi querida esposa, Amelita de la Luz

CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	1
2	METODOLOGÍA Y MARCO TEÓRICO PARA LA EVALUACION ECONÓMICA	2
2.1	INDICADORES	2
3	RUTA DE TRABAJO	4
3.1	ÁREA DE INFLUENCIA	4
3.2	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	4
3.3	ESTUDIOS DE BASE	5
4	OBJETIVOS	6
4.1	OBJETIVO PRINCIPAL.....	6
4.2	OBJETIVOS SECUNDARIOS	6
5	ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO.....	7
5.1	ENTORNO ECONÓMICO	7
5.2	ENTORNO POLÍTICO.....	8
5.3	ENTORNO TECNOLÓGICO	8
5.4	ENTORNO LEGAL Y AMBIENTAL	9
5.5	OPORTUNIDADES Y AMENAZAS DERIVADAS DEL ANÁLISIS DEL MACROENTORNO	9
6	ANÁLISIS Y TENDENCIA DE LA INDUSTRIA	10
6.1	ANTECEDENTES GENERALES Y EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA	10
6.2	IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA COMPETENCIA	12
6.2.1	PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN.....	12
6.2.2	COMPETENCIA REGULADA	13
6.3	DIMENSIONAMIENTO DE LA OFERTA ACTUAL Y POTENCIAL	13
6.3.1	CUADRO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL PAÍS	14
6.3.2	CAPACIDAD DE GENERACIÓN INSTALADA EN EL PAÍS	15
6.3.3	ABASTECIMIENTO POR ZONAS EN CHILE	15
6.4	PROYECCIÓN EN PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL PAÍS	16
6.4.1	CRECIMIENTO PROYECTADO	16

6.5	ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SECTOR INDUSTRIAL.....	17
6.5.1	AMENAZA DE NUEVOS ENTRANTES	17
6.5.2	RIVALIDAD ENTRE COMPETIDORES	17
6.5.3	PODER DE LOS COMPRADORES	18
6.5.4	PODER DE LOS PROVEEDORES	18
6.5.5	DISPONIBILIDAD DE SUSTITUTOS	18
6.5.6	EVALUACIÓN FINAL DE LA INDUSTRIA DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA.....	18
6.6	FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO Y FUENTES DE VENTAJA COMPETITIVA.....	19
6.6.1	FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO	19
6.6.2	FUENTES DE VENTAJA COMPETITIVA	19
6.7	RESUMEN DE OPORTUNIDADES Y AMENAZAS	19
7	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA.....	20
7.1	CANALES DE COMERCIALIZACIÓN.....	20
7.1.1	MERCADO.....	20
7.1.2	PRECIOS.....	21
7.1.3	MARGEN DE COMERCIALIZACIÓN.....	21
7.1.4	CARACTERÍSTICA DEL CONSUMO	21
7.1.5	VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN	21
7.1.6	ESTRATEGIA DE MARKETING	22
8	PLANTEAMIENTO ESTRATÉGICO	23
8.1	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	23
8.1.1	T.I.R. MÍNIMO	23
8.1.2	PLAZO PARA EL PUNTO DE EQUILIBRIO	23
8.1.3	CREACIÓN DE VALOR	23
8.1.4	PARTICIPACIÓN DE MERCADO	23
8.1.5	COBERTURA.....	23
8.2	ESTRATEGIA GENÉRICA.....	23
8.3	ESTRATEGIA COMPETITIVA	24

8.4	ESTRATEGIA DE CRECIMIENTO.....	24
9	LA EMPRESA	25
10	PLAN COMERCIAL	26
10.1	OBJETIVOS COMERCIALES	26
10.2	ESTRATEGIA COMERCIAL	26
10.3	POLÍTICA DE POSICIONAMIENTO	26
10.4	POLÍTICA DE EQUIPOS E INSUMOS.....	26
10.5	POLÍTICA DE PRODUCTO.....	27
10.6	POLÍTICA DE PRECIOS	27
10.7	POLÍTICA DE DISTRIBUCIÓN	28
10.8	POLÍTICA DE PROMOCIÓN.....	28
10.9	POLÍTICA DE GESTIÓN DE VENTAS.....	28
11	PLAN DE OPERACIONES.....	29
11.1	OBJETIVOS OPERACIONALES.....	29
11.1.1	OBJETIVO DE CANTIDAD	29
11.1.2	OBJETIVO DE CALIDAD	29
11.1.3	FACTOR DE PLANTA.....	29
11.1.4	OBJETIVO DE INVENTARIOS	29
11.2	ESTRATEGIA OPERACIONAL.....	29
11.3	LOGÍSTICA DE ENTRADA	30
11.4	PROCESO DE TRANSFORMACIÓN	30
11.4.1	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	30
11.4.2	MANTENCIÓN DE EQUIPOS E INSTALACIONES	30
11.5	LOGÍSTICA DE SALIDA.....	31
11.5.1	PATIO DE ALTA TENSIÓN (AT).....	31
11.5.2	TRANSPORTE.....	31
11.5.3	CALIDAD DE PRODUCTO TERMINADO.....	31
11.6	POLÍTICA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	31

11.7	APALANCAMIENTO OPERATIVO	31
12	PLAN DE RECURSOS HUMANOS	32
12.1	OBJETIVOS DE RECURSOS HUMANOS.....	32
12.1.1	SATISFACCIÓN LABORAL	32
12.1.2	ASISTENCIA.....	32
12.1.3	ROTACIÓN	33
12.2	ESTRATEGIA DE RECURSOS HUMANOS	33
12.3	CULTURA ORGANIZACIONAL	33
12.4	REQUERIMIENTOS DE RECURSOS HUMANOS	33
12.5	POLÍTICA DE OBTENCIÓN.....	33
12.6	POLÍTICAS DE MANTENCIÓN, DESARROLLO Y CAPACITACIÓN	34
12.7	POLÍTICA DE RETRIBUCIÓN	34
13	PLAN FINANCIERO.....	35
13.1	OBJETIVOS FINANCIEROS.....	35
13.1.1	RENTABILIDAD	35
13.1.2	ENDEUDAMIENTO.....	35
13.1.3	LIQUIDEZ.....	35
13.2	ESTRATEGIA FINANCIERA.....	35
13.3	POLÍTICA Y PLAN DE INVERSIONES.....	36
13.3.1	COMPRA DE ACTIVOS.....	36
13.3.2	GASTOS DE PUESTA EN MARCHA.....	36
13.3.3	CAPITAL DE TRABAJO, GASTOS ADMINISTRATIVOS Y OTROS	36
13.4	DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS Y REINVERSIÓN	36
13.5	POLÍTICA Y PLAN DE INGRESOS	36
13.6	TASA DE DESCUENTO.....	36
13.7	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	37
13.8	DESGLOSE DE INVERSIÓN DEL PROYECTO (MMUS\$).....	37
13.9	APORTE DE CAPITAL PROPIO PARA PROYECTO EN MMUS\$	38

13.10 SENSIBILIZACIÓN DEL PROYECTO.....	38
14 CONTROL DE GESTIÓN.....	40
14.1 SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES	40
14.2 INDICADORES OPERATIVOS	40
14.3 INDICADORES FINANCIEROS	40
14.4 SATISFACCIÓN DE LOS EMPLEADOS.....	40
15 CÁLCULOS Y ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD TÉCNICA.....	41
15.1 LA ENERGÍA MAREOMOTRIZ.....	41
15.2 EL OCEÁNO Y LAS MAREAS.....	42
15.3 MAREAS ASTRONÓMICAS	42
15.4 ENERGÍA POTENCIAL DE LAS MAREAS.....	45
15.5 LA PROYECCIÓN DE LA ENERGÍA MAREOMOTRIZ EN CHILE Y EN ESPECIAL ZONA DE CASTRO, X REGIÓN	45
15.6 SITUACIÓN ACTUAL DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROVINCIA DE CHILOÉ	46
15.6.1 CONEXIÓN AL SIC.....	46
15.6.2 DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COMUNA DE CASTRO.....	47
15.6.3 CONSUMO PROMEDIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN CASTRO	48
15.7 CRITERIOS PARA CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA MARÍTIMA	48
15.8 CRITERIO CONSTRUCTIVO PARA LA CENTRAL MAREOMOTRIZ	48
15.9 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	48
15.10 CONDICIONES PARA EL MONTAJE EN CASTRO DE UNA CENTRAL MAREOMOTRIZ	49
15.11 POTENCIA EN MWH DE EMBALSE CONSIDERADO.....	50
16 BASE PARA ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO	52
16.1 RESULTADOS ECONÓMICOS	53
17 CONCLUSIONES	54
18 REFERENCIAS.....	55
ANEXOS.....	56

RESUMEN

A lo largo de la Historia, la humanidad siempre busca recursos que hagan la vida cotidiana más cómoda, saludable y agradable. En esta búsqueda el descubrimiento de nuevas fuentes de energía juega un papel importante en el desarrollo de la sociedad.

Las tecnologías de Generación Eléctrica Oceánica (GEO), como la Mareomotriz, son técnicas de obtención de Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Este trabajo presenta una factibilidad de evaluación técnico – económica para el proyecto de una central de generación de energía eléctrica por medio de mareomotriz, en la X región del país, entregando una visión general de la industria de generación eléctrica y su estado, actual y futuro, para contribuir al desarrollo de la matriz energética en Chile.

En este contexto, se analizan las alternativas de desarrollo de esta tecnología en el país, especialmente la Energía Renovable No Convencional (ERNC), teniendo en cuenta el actual marco regulatorio y las condiciones de infraestructuras disponibles. Se presenta además una metodología para estimar el potencial generador de una determinada zona geográfica y se la aplica al fiordo que se encuentra al costado norte de Castro, Chiloé.

Finalmente, se analizan las principales fortalezas que ofrecen esta tecnología y los problemas que ella enfrenta para su posible realización, considerando los factores tecnológicos y geográficos.

Se realiza la evaluación económica bajo parámetros utilizados normalmente por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), dando como resultado un VAN de 239,2 (MMUS\$), una TIR de 26,4 (%) para una tasa de descuento del 12 (%) y un período de recuperación de capital de 11 años, en evaluación de tamaño óptimo. La descripción se basa en aspectos generales, que cruzan la industria y permiten tener una idea global del funcionamiento y enfoques de estudio de un proyecto para evaluar en Chile.

Palabras claves: Mareomotriz, Generación Eléctrica, Evaluación Económica