

Facultad de Ingeniería
Centro Universitario República de Suiza

Proyecto de ingeniería 2
**CENTRAL UNDIMOTRIZ
PARA VALPARAISO.**
Carrera Ingeniería Civil Mecánica



PONTIFICIA UNIVERSIDAD
**CATOLICA
DE VALPARAISO**

Integrantes:
Oscar Ramírez.
Cristóbal Ramos.
Luis Soto.
Camilo Valdebenito.

Gustavo Adolfo Morales Pavez
Profesor Escuela Ingeniería Mecánica.
Agosto 2020

Contenido

1.- INTRODUCCION.....	3
2.- ESTUDIO E IDENTIFICACION DE OPORTUNIDADES	4
3.-LA OPORTUNIDAD DE NEGOCIO	8
4.-COMPARATIVAS EFICIENCIAS DE CONVERSION ENERGIAS RENOVABLES.....	9
5.-LOCALIZACIÓN	9
6.-ESTIMACIÓN DE COSTOS Y ANTECEDENTES.....	13
7.-ASPECTOS LEGALES	16
9.-CONCLUSIÓN	19
10.-BIBLIOGRAFÍA.....	19
11.-ANEXOS.....	21

1.- INTRODUCCION

En la presente asignatura, se nos plantea dar solución a alguna problemática existente principalmente entre los focos de ciudad inteligente e industria 4.0. Dicha problemática debía ser analizada en detalle, como grupo decidimos analizar la problemática desde las perspectivas sociales, económicas, políticas, tecnológicas y ecológicas

Como grupo logramos visualizar que dentro del rubro energético es notorio el periodo de transición que se está viviendo en cuanto a la generación de electricidad, la razón posee diversas variables de las cuales destacan la excesiva contaminación en cuanto a emanaciones de CO₂ (entre otros agentes químicos tóxicos) producto del uso de combustibles fósiles y la vida útil de estos.

Por estas razones, nuestro grupo busca como solución la generación de energía de manera renovable y no convencional en base al movimiento de las olas, energía 100% limpia.

A continuación, presentamos la “CENTRAL UNDIMOTRIZ PARA VALPARAISO”, proyecto que podría satisfacer un porcentaje de producción en la red energética nacional, específicamente en la región de Valparaíso, pero de una manera inteligente para la ciudad.

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

2.- ESTUDIO E IDENTIFICACION DE OPORTUNIDADES

LOS COMBUSTIBLES FOSILES Y SU ESTADO ACTUAL:

El excesivo uso de combustibles fósiles en la industria en general y particularmente en la producción de energía eléctrica ha sido devastador para la sociedad principalmente por dos factores:

- a) La contaminación
- b) La vida útil disponible de cada combustible fósil.

A continuación, una idea grafica de estos factores.

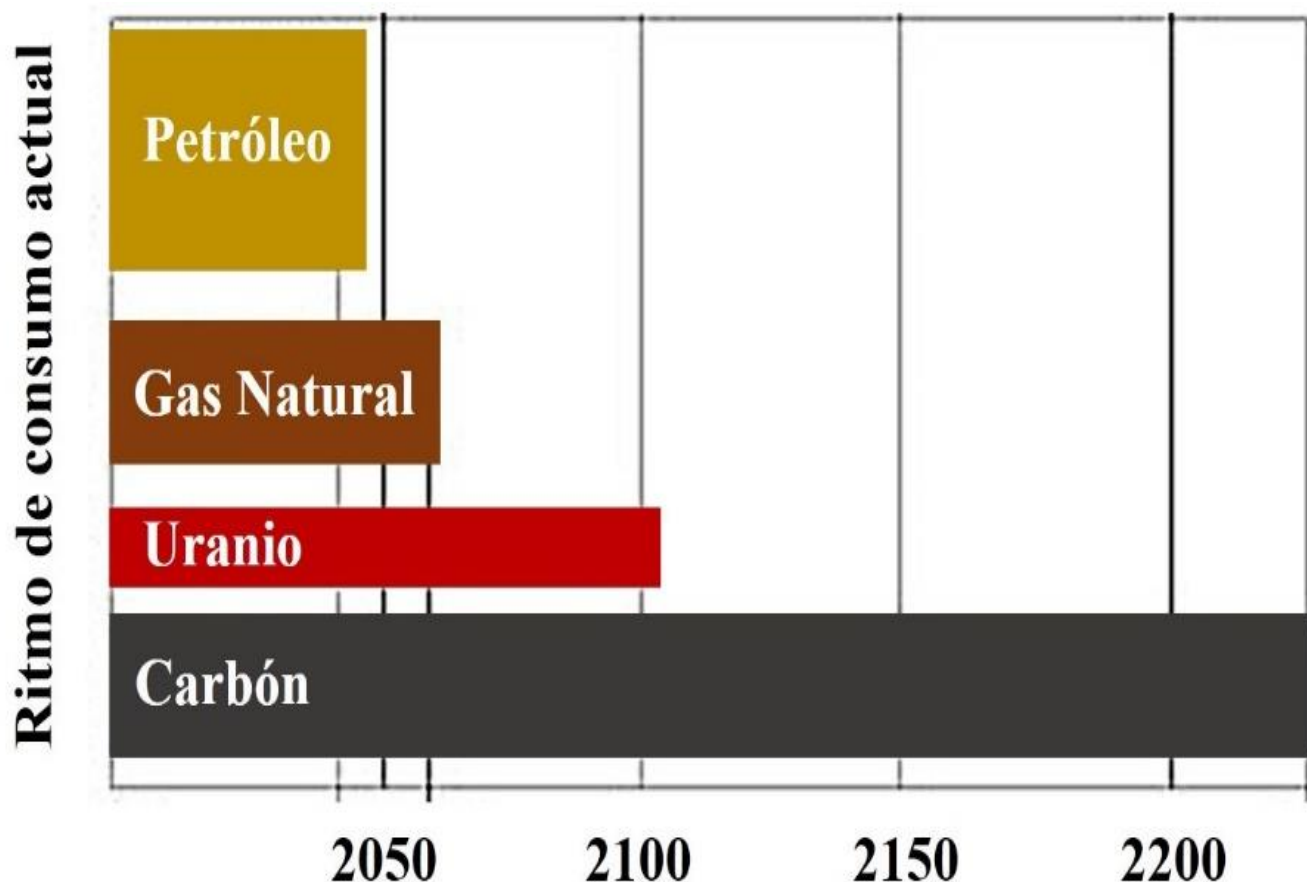
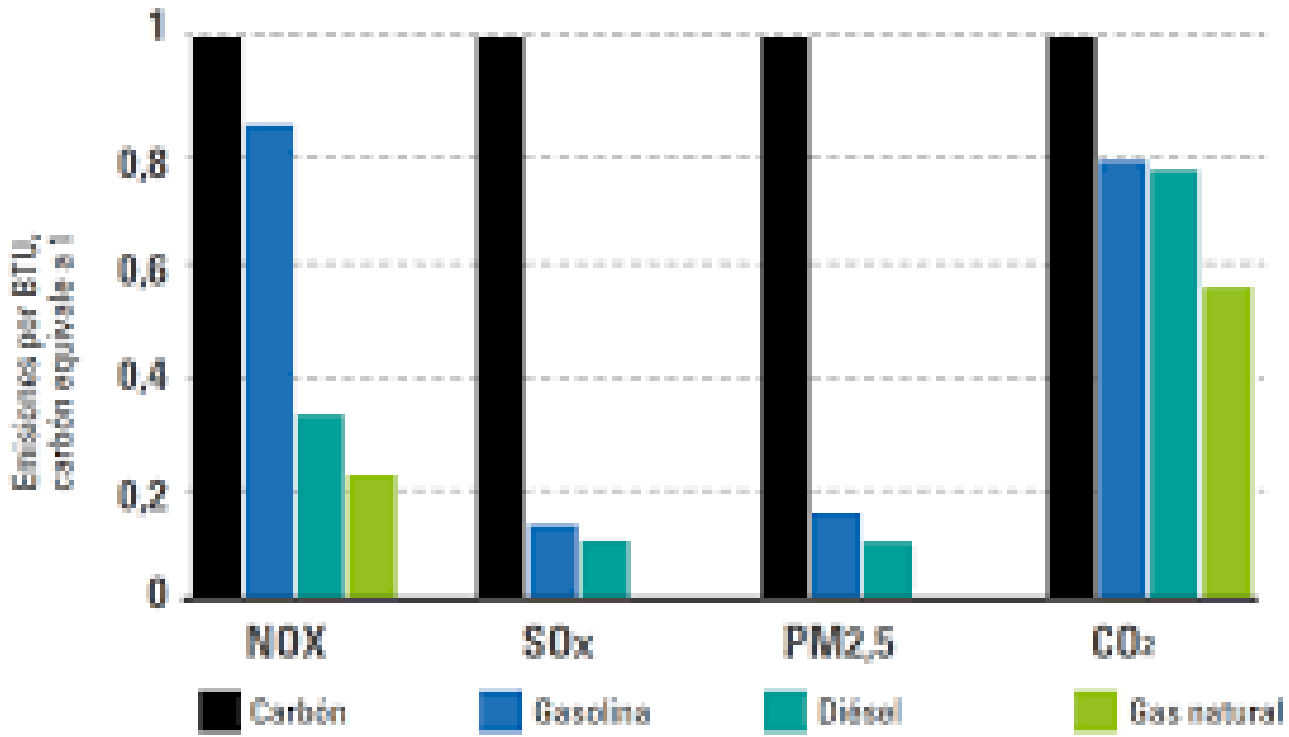


Ilustración 1. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de "Revista Ambient@"

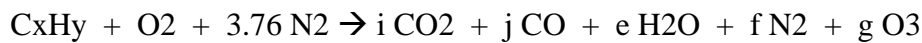


■ Gráfica informe de indicadores 2018 de Asociación Colombiana de Gas Natural, NaturGas.

Ilustración 2. Fuente: Informe de indicadores Asociación Colombiana de Gas Natural, NaturGas.

LOS COMBUSTIBLES FOSILES Y SU IMPACTO MEDIOAMBIENTAL, SOCIAL E INGENIERIL:

Las maquinas que utilizamos para producir energía funcionan combustionando combustible, por ende, su reacción química es la siguiente:



A continuación, el análisis de los productos de la combustión y su evolución a través del tiempo (desde el 1999 hasta el 2015)

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

a) Evolución del cumplimiento de la norma trianual para Gases. Datos 1999 y 2015.

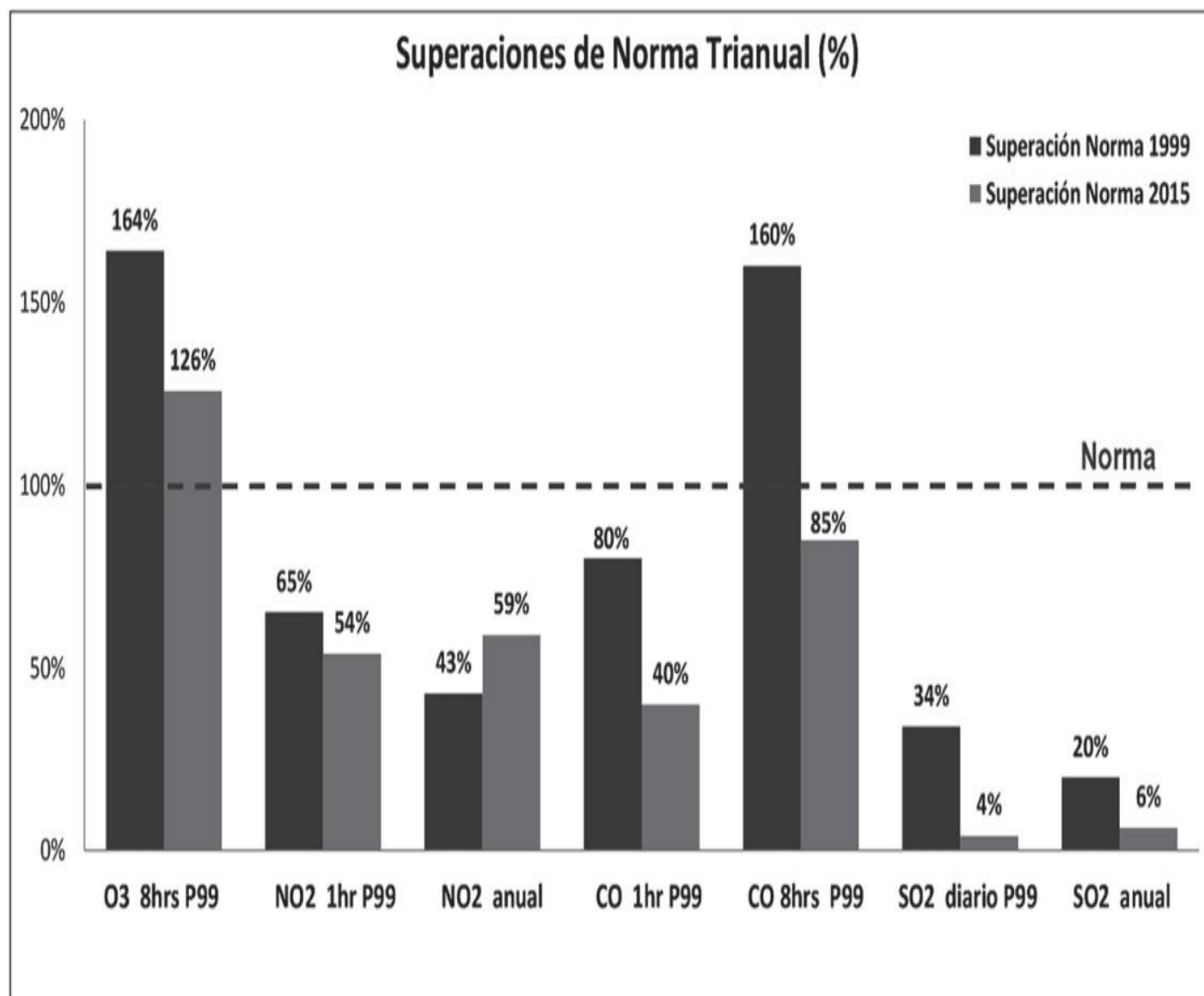


Ilustración 3. Fuente: Plan de prevención y descontaminación atmosférica para la región metropolitana Gobierno de Chile

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

b) Valores trianuales de gases normados y su superación de normal al año 2015.

Tabla 1

Contaminante	NORMA ⁸ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Año 2015 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Superación Norma 2015	Condición
O ₃	120 (8 hrs)	151	126%	Saturación
NO ₂	400 (1 hr)	216	54%	En cumplimiento
NO ₂	100 (anual)	59	59%	En cumplimiento
CO (*)	30 (1 hr)	12	40%	En cumplimiento
CO (*)	10 (8 hrs)	8,5	85%	Latencia
SO ₂	250 (diario)	10	4%	En cumplimiento
SO ₂	80 (anual)	5	6%	En cumplimiento

Ilustración 4. Fuente: Plan de prevención y descontaminación atmosférica para la región metropolitana Gobierno de Chile

Chile a mejorado el control de emanación de gases desde 1999 a 2015, no obstante, si nos fijamos en la tabla b) los valores nos arrojan que de igual manera existe contaminación. Estos gases emanados poseen pésimas condiciones para la regeneración de los ciclos de agua, de aire y de calentamiento global, el cual trae como consecuencias la lluvia acida, entre otros problemas mucho mas complejos en la atmosfera, como los cambios en la concentración en la alta atmosfera y en los ciclos biogeoquímicos de los principales componentes de la atmosfera.

Cabe mencionar que si no existe un mayor control sobre la emanación de gases que logre erradicar los combustibles fósiles para producir energía, no quedaremos ajenos a los problemas ya existentes tales como, zonas de sacrificio (Como Quintero), problemas de Calentamiento Global (como la lluvia acida) y no lograremos el cambio de foco que urge Social, ambiental, técnica y económicamente.

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

3.-LA OPORTUNIDAD DE NEGOCIO

Chile posee potenciales condiciones a lo largo de su geografía para la implantación de Centrales Mareomotrices y Undimotrices, siendo Valparaíso un fuerte candidato por su profundidad marina y sus diferencias entre la Pleamar y la Bajamar, esto quiere decir que existe corriente y diferencias de altura que entreguen el movimiento necesario para poner en marcha una central energética de estas características.

Se estima que el potencial de recursos Undimotrices en la costa oeste de América del sur es de 325 GW de potencia bruta y Chile posee 240 GW del potencial energético de este.

Cabe mencionar que la matriz energética chilena se abastece con 26 GW de potencia bruta anuales.

La razón de porque se visualiza como negocio es la diferencia entre el potencial undimotriz y el abastecimiento de la matriz energética en todo Chile.

Funcionamiento Dispositivo propuesto

Este prototipo captura la energía del movimiento de las olas y se transmite por el brazo mecánico al sistema electromecánico donde se genera la corriente eléctrica.

Debido a la oscilación de las olas se acciona el cilindro hidráulico, el cual ejerce una presión en un circuito cerrado de agua que se acumula en un estanque de presión hiperbárica.

Para luego liberar un chorro de agua a alta presión equivalente a 400 metros de columna de agua que acciona una turbina que esta acoplada a un generador.

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

4.-COMPARATIVAS EFICIENCIAS DE CONVERSION ENERGIAS RENOVABLES

Energía undimotriz (dispositivo propuesto)

El dispositivo propuesto tiene una eficiencia de aproximadamente un 35 % de eficiencia. Esto considerando un 50% de recuperación de energía de las olas y una eficiencia del sistema hidráulico que alcanza hasta un 70%.

Energía solar

La eficiencia del panel solar es una medida de la cantidad de energía solar que cae sobre la superficie de un panel y se convierte en electricidad.

Los paneles comerciales más eficientes alcanzan cerca de un 22 %.

Recientemente científicos de la National Renewable Energy Laboratory desarrollaron un panel que alcanza una eficiencia de conversión de un 47.1 % en condiciones experimentales. Batiendo así el récord de eficiencia.

Energía eólica

El proceso de conversión de la energía cinética del viento en energía eléctrica debe sufrir tres procesos de transformación: aerodinámica, mecánica y eléctrica. En cada paso, una parte de la energía se pierde y como consecuencia, la energía eléctrica que puede desarrollar un aerogenerador es menor que la energía del viento que incide sobre él.

Los aerogeneradores de 3 palas pueden alcanzar una eficiencia de un 45 % en condiciones óptimas de funcionamiento.

Energía hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica se basa en el principio de conservación de la energía, aprovechando la energía potencial del agua cuando se encuentra a una altura superior respecto a un punto de descarga.

Las turbinas hidráulicas modernas pueden convertir un 90 % de la energía que lleva el agua en electricidad. Siendo así las que mejor eficiencia tienen dentro de las energías renovables.

5.-LOCALIZACIÓN

Para determinar la localización donde se instalará el dispositivo propuesto se deben considerar diferentes factores, como la recepción de la población ante la instalación, el impacto ambiental, cercanías con líneas de

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

alta tensión para inyectar la energía generada al Sistema interconectado nacional. Y principalmente el oleaje que existe en la zona a instalar.

En la siguiente imagen se muestra el promedio espectral de alturas significativas

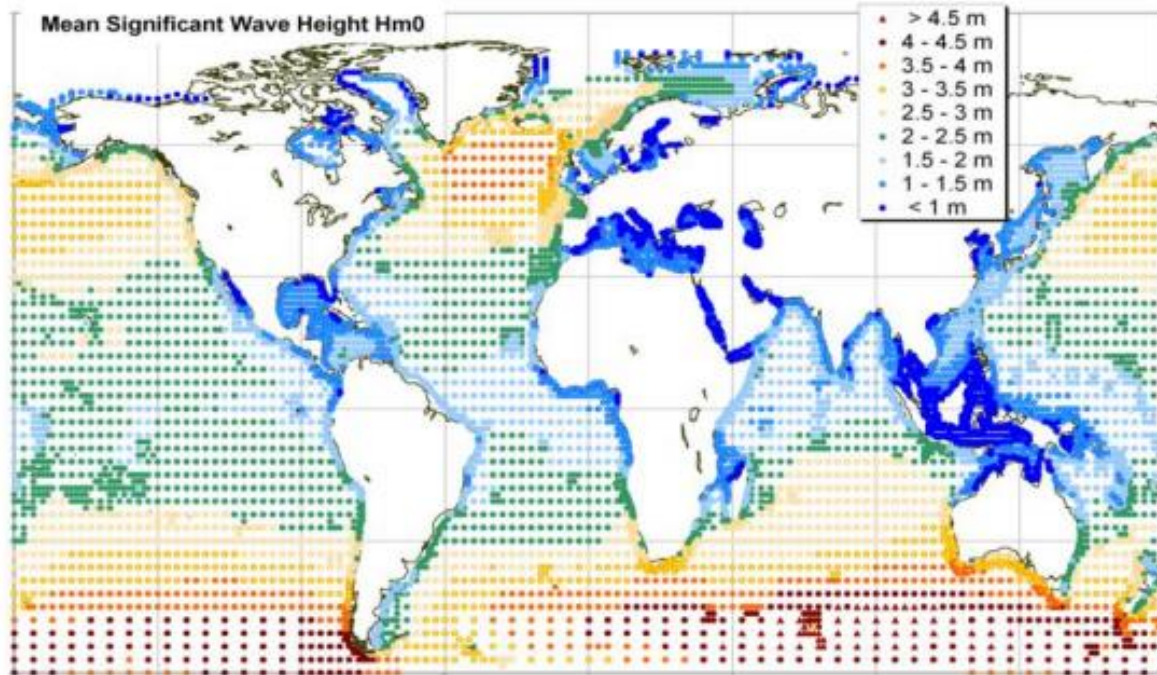


Ilustración 5.Fuente: Memoria UV, ANÁLISIS DE MAREJADAS HISTÓRICAS Y RECIENTES EN LAS COSTAS DE CHILE, Rodrigo Campos Caba.

En esta tabla se muestran valores promedio de altura significativa, periodo medio dirección media en Chile entre la región de Arica y Parinacota y la región de los lagos.

Tabla 2

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

Región	H_s Promedio [m]	T_m Promedio [s]	D_m Promedio [°]
XV	1,79	10,7	217
I	1,78	10,6	220
II	2,04	10,5	221
III	2,04	10,5	221
IV	2,39	10,0	222
V	2,50	10,0	226
VI	2,32	10,1	232
VII	2,32	10,1	234
VIII	2,63	10,3	234
IX	2,79	10,4	239
XIV	2,79	10,4	242

Ilustración 6. Fuente: Memoria UV, ANÁLISIS DE MAREJADAS HISTÓRICAS Y RECIENTES EN LAS COSTAS DE CHILE, Rodrigo Campos Caba.

De la cual se desprende que a medida que se avanza de norte a sur la altura de las olas aumenta, por ende, aumenta el potencial de generación. Pero al mismo tiempo aumenta la intensidad de las marejadas. Por lo cual es necesario instalar mecanismo de seguridad.

Tabla 3

Promedio y rango máximo y mínimo de altura significativa, periodo, dirección y potencia.

Región	H_s [m]	T_m [s]	D_m [°]	Potencia [kW/m]
	Media (Máx. – Mín)	Media (Máx. – Mín)	Media (Máx. – Mín)	Media (Máx. – Mín)
XV	2,91 (3,82 – 1,90)	13,6 (16,6 – 10,7)	221 (229 – 213)	71 (139 – 23)
I	2,71 (3,49 – 1,56)	13,5 (16,4 – 10,7)	224 (243 – 212)	61 (113 – 15)
II	2,98 (4,27 – 1,97)	13,0 (16,3 – 9,5)	225 (261 – 213)	71 (171 – 25)
III	3,06 (4,26 – 1,92)	12,0 (15,7 – 9,1)	244 (281 – 227)	74 (138 – 24)
IV	3,30 (5,37 – 1,86)	11,2 (15,9 – 8,6)	244 (317 – 205)	76 (195 – 22)
V	3,41 (6,34 – 1,64)	10,9 (15,3 – 7,6)	262 (343 – 200)	79 (232 – 17)
VI	3,30 (5,11 – 2,45)	11,1 (12,3 – 9,8)	235 (255 – 218)	79 (182 – 35)
VII	3,90 (5,30 – 2,04)	11,8 (15,8 – 9,2)	262 (323 – 231)	110 (244 – 25)
VIII	3,99 (5,68 – 2,45)	10,9 (15,7 – 7,5)	273 (345 – 207)	107 (246 – 35)
IX	4,79 (6,24 – 3,35)	12,8 (15,6 – 10,5)	248 (272 – 213)	177 (305 – 83)
XIV	4,22 (7,77 – 2,10)	10,5 (13,9 – 8,3)	269 (338 – 215)	121 (423 – 22)

Ilustración 7. Fuente: Memoria UV, ANÁLISIS DE MAREJADAS HISTÓRICAS Y RECIENTES EN LAS COSTAS DE CHILE, Rodrigo Campos Caba.

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

Estado actual del oleaje en Valparaíso 20 de octubre de 2020

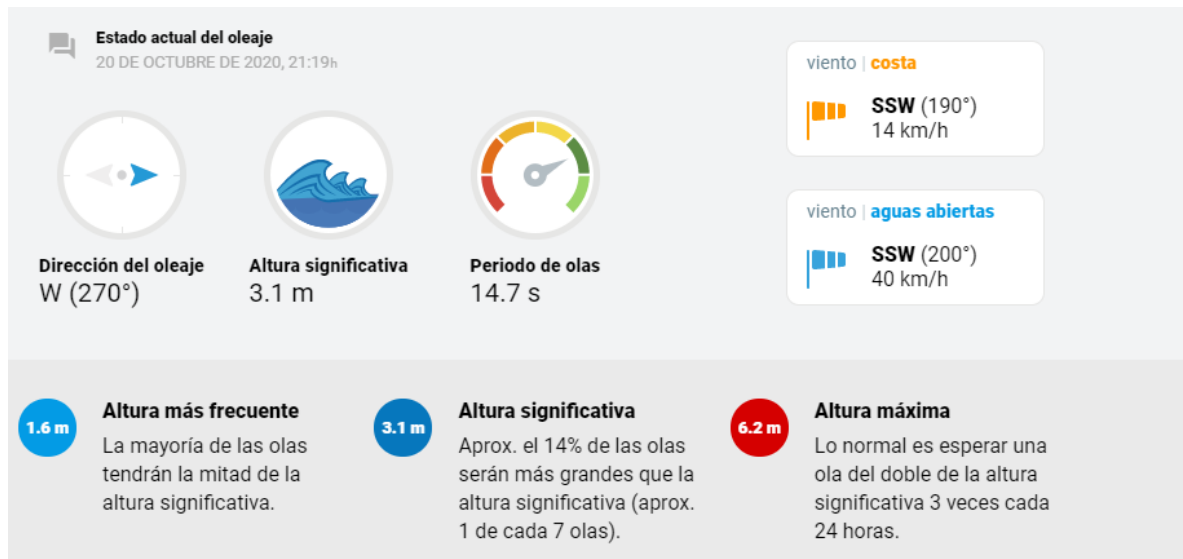
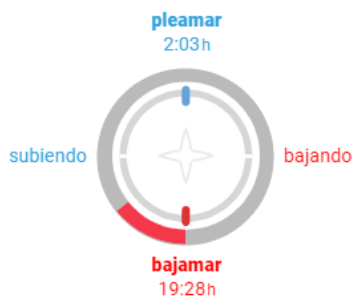


Ilustración 8. Fuente Tablademareas.com

Pleamares y Bajamares en Valparaíso 20 de octubre 2020



Estado actual de la marea
20 DE OCTUBRE DE 2020, 21:19h

Hoy martes, 20 de octubre de 2020, amaneció en **Valparaíso** a las **6:58h** y la puesta de sol fue a las **20:04h**. En el gráfico de pleamares y bajamares, podemos observar que la primera **pleamar** fue a la **1:14h** y la siguiente **pleamar** a las **13:44h**. La primera **bajamar** fue a las **7:49h** y la siguiente **bajamar** a las **19:28h**.

El nivel del agua está **subiendo** en estos momentos. La **pleamar** será dentro de **4 horas y 43 minutos**.

Hoy hemos tenido **13 horas y 6 minutos** de sol. El tránsito solar se produjo a las **13:31h**.

Ilustración 9. Fuente Tablademareas.com

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

Método QRF de factores relevantes para determinar la locación

Tabla 4

Factores	Peso relativo	Alternativas		
		Valparaiso muelle Baron	Ventanas	Quintay
Impacto social	20%	8	3	4
Contaminacion visual	10%	5	5	5
Impacto ambiental	25%	7	4	5
Cercania con lineas de alta tension	35%	6	9	9
Repuestos	10%	7	6	5
	Puntaje obtenido	6,65	5,85	6,2

Fuente: elaboración propia

6.-ESTIMACIÓN DE COSTOS Y ANTECEDENTES

-Terreno: \$0

Se considera un terreno asignado por una empresa o por beneficio del gobierno

-Costos de maquinarias:

- Turbina Pelton : \$16.778.400
400m altura 50 kW
- Generador: \$787.600
WUHUSHAN, rango de potencia 50 kW – 500 kW
- Tanque hidroneumático: \$250.000
Horizontal Material SS 304 almacenamiento de agua 300L-3000L
- Acumulador de presión: \$1.000.000
Varem 500 L Vertical 10 bar
- Bomba: \$750.000
Teosont Altura máxima 5000 940 L/h
- Circuito eléctrico: \$100.000
- Cilindros hidráulicos (2): \$740.000

Materia Prima:

- Acero: \$1.874.402
US\$40 por tonelada Densidad: 7850 kg/m³ Volumen a ocupar: 7.58 m³
- Polietileno de alta densidad (HDPE): \$2.860.361

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

US\$200 por tonelada Densidad: 950 kg/m³ Volumen a ocupar: 19.1m³

-Construcción: Se estiman \$5.000.000

Personal: \$86.400.000

-Se considera necesario una cantidad de 8 técnicos y 2 ingenieros, con un sueldo de \$600.000 y \$1.200.000 respectivamente durante 1 año de construcción de la planta.

Valor de desecho

Se obtiene mediante el método contable. Considera la suma de todos los valores contables (también llamados "valores libro") de cada uno de los activos. También toma en cuenta la inversión en el activo, el número de años de depreciación y el número de años ya depreciados al momento de iniciar el cálculo.

La depreciación se obtiene del SII en dónde se indica que para estructuras marítimas la depreciación acelerada es de 6. Con esto se obtiene un valor de desecho de \$ 10.162.400

Tabla 5

Construcción	Construcción	\$ 5.000.000
Personal	Técnicos	\$ 57.600.000
	Ingenieros	\$ 28.800.000
Maquinaria	Turbina Pelton	\$ 16.778.400
	Generador	\$ 787.600
	Tanque Hidroneumático	\$ 250.000
	Acumulador de presión	\$ 1.000.000
	Bomba	\$ 750.000
	Circuito eléctrico	\$ 100.000
	Cilindros hidráulicos (2)	\$ 740.000
Materia prima	Acero	\$ 1.874.402
	HDPE	\$ 2.860.361

Flujo de Caja en Anexo A

DISEÑO PRELIMINAR DEL SISTEMA MECANICO

Un posible diseño del sistema mecánico de la planta undimotriz podría ser el representado a continuación, diseño llevado a cabo en el software de elementos finitos “INVENTOR”.

Balza de flotabilidad:

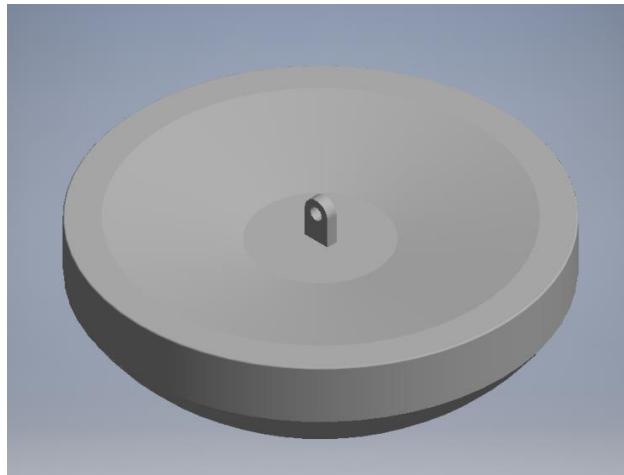


Ilustración 10. Fuente elaboración propia

Brazo de articulación:

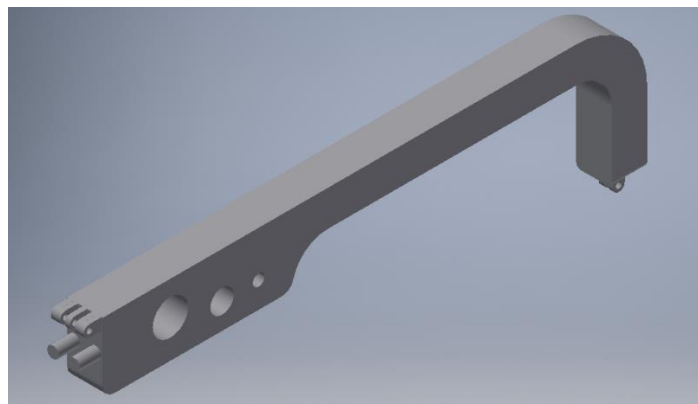


Ilustración 11. Fuente elaboración propia

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

Ensamblaje Balza y Brazo:

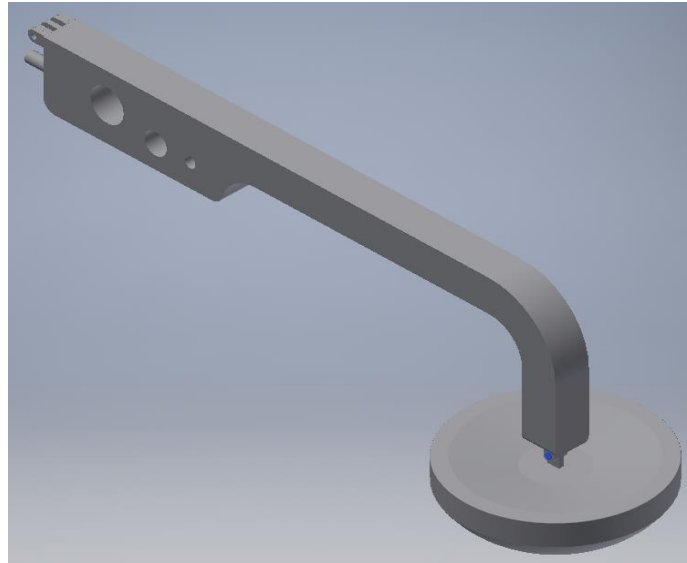


Ilustración 12. Fuente elaboración propia

7.-ASPECTOS LEGALES

En el marco legal del proyecto según las leyes 19940 y 20018 buscan regular las tarifas de manera más justa con las generadoras pequeñas y la segunda les da contratos por 3 años, en suma, por otro lado, la ley 20257 asegura su funcionamiento sin limitaciones de carga si son de 20 MW o menor capacidad. En un mayor incentivo la ley 20698 aumenta la matriz de energías renovables no convencionales a un 20% para el año 2025.

Ahora bien, hablando del impacto ambiental del funcionamiento en sí de este tipo de estructuras, es principalmente el suelo marino, corales y vida marina cercana a la costa, es por esto que dentro de las implicancias la opción del puerto de Valparaíso, donde ya hay un suelo marino con vida desplazado por la previa edificación del muelle Barón. Todo esto se debe comprobar con estudios geológicos, de batimetría (de fondo marino), estudios de ruido en el mar y grupos funcionales de animales posiblemente afectados como aves, mamíferos marinos, mamíferos y otras especies que vivan en los arrecifes, de existir.

En cuanto al impacto social, la construcción del proyecto inyectará un monto de 86.400.000 de pesos en sueldos, en suma, a la cantidad de personal necesaria para la operación de la planta en todas sus aristas. De manera preliminar el organigrama de la planta sería el siguiente, fomentando siempre una modalidad mixta de jerarquía en base a grupos o células de trabajo.

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

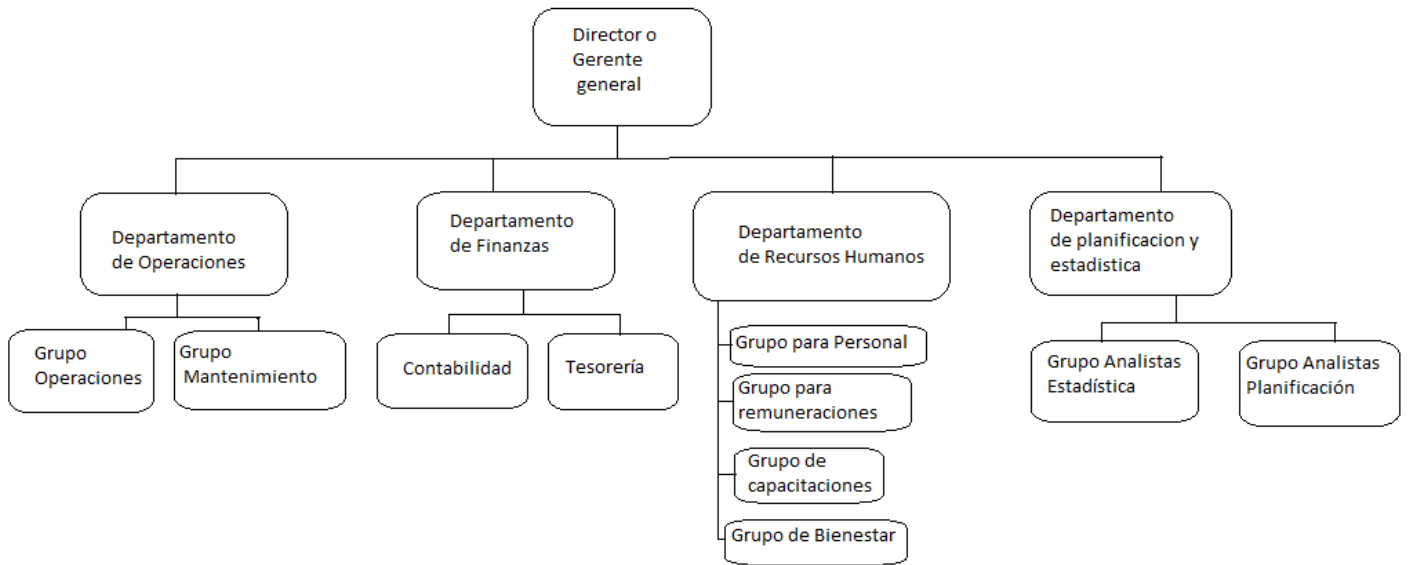


Ilustración 13. Organigrama tentativo planta de generación undimotriz Barón.

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

Pronóstico de la demanda eléctrica en Chile:

Año	PREVISIÓN DE DEMANDA		
	SEN		
	Cliente Regulado(**)	Cliente Libre	Sistema (*)
2019	30.304	40.468	70.772
2020	29.941	41.717	71.658
2021	30.381	42.853	73.234
2022	30.840	44.054	74.894
2023	31.321	45.447	76.768
2024	32.148	46.491	78.639
2025	32.981	47.501	80.482
2026	33.868	48.587	82.455
2027	34.670	49.568	84.238
2028	35.539	50.813	86.352
2029	36.413	52.037	88.450
2030	37.221	53.033	90.254
2031	38.119	54.054	92.173
2032	38.987	55.034	94.021
2033	39.877	56.017	95.894
2034	40.784	57.018	97.802
2035	41.762	58.221	99.983
2036	42.772	59.439	102.211
2037	43.816	60.672	104.488
2038	44.868	61.843	106.711
2039	45.937	63.043	108.980

(*) Valores calculados en MWh y expresados en unidades de GWh.

(**) Previsión de demanda de clientes regulados a nivel de subestación primaria.

Tabla 1. Previsión de la demanda del sistema eléctrico nacional de clientes regulados y libres.

Debido al marco regulatorio actual Ley 20.257 la generación de energía por medio de plantas ERNC por debajo de 20 MW no está afecta a algún límite de generación eléctrica, por lo que al estar por debajo ese margen se puede operar a plena carga tranquilamente.

Al analizar la gráfica adjunta y calcular el aumento de demanda entre 2019 y 2029 vemos un aumento de un 24,98% en la demanda; y si vamos más allá y comparamos entre 2019 y 2039 vemos un aumento de un 53,99% en la demanda.

Lo anterior, que justifica la creación de nuevas fuentes de generación eléctrica, debido a la creciente demanda. Sumado a esto, el impacto de la cuota de la generación por ERNC que se propuso Chile en base a ley 20698, promueve aún más la viabilidad del proyecto en el aspecto técnico-legal de necesidades de energía eléctrica del país.

9.-CONCLUSIÓN

La energía undimotriz es una de las mas prometedoras ya que tiene un enorme potencial de generacion electrica y es la que mayor energia produce por metro. Mencionar ademas, que si bien existen pocas plantas de generacion a nivel mundial y con un elevado costo de inversion tienen un bajo costo de mantenimiento y la materia prima con la que operan tiene costo nulo. Por lo que se convierte en una alternativa sumamente atractiva para Chile al tener extensas costas y con un oleaje que hace factible su instalacion a lo largo de este.

10.-BIBLIOGRAFÍA

Naturgas, Informe de indicadores 2018.

<http://www.naturgas.com.co/documentos/2018/Indicadores%202018.pdf>

Ambienta revista, la transición ecológica, vol. 125 2018.

https://drive.google.com/file/d/1Cz0T2sFG2gd_nWvvQWvqh8M9vGNiPUat/view

Neira Vergara, Maria Luisa, Roque Ruiz, Jhonatan Steven, Generación undimotriz para mejorar el suministro de energía eléctrica en la playa costanera huanchaco, Capitulo 1, marco teórico.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23955/Neira%20Vergara%20Maria%20Luisa%20-%20Roque%20Ruiz%20Jhonatan%20Steven.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

John Geisz, Ryan France. NREL Six-Junction Solar Cell Sets Two World Records for Efficiency, 2020.

<https://www.nrel.gov/news/press/2020/nrel-six-junction-solar-cell-sets-two-world-records-for-efficiency.html>

Daniela Correa Hernández, Tesis: Estudio del comportamiento de un mecanismo de boyas para tener energía undimotriz, Capitulo 2 Clasificación de las tecnologías.

<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/139881/Estudio-del-comportamiento-de-un-mecanismo-de-boyas-para-obtener-energia-undimotriz.pdf?sequence=1>

Rodrigo Campos Caba. Memoria: Análisis de marejadas históricas y recientes en las costas de Chile, 2016.

<https://oleaje.uv.cl/descargables/Memorias/Memoria%20UV%20Campos%20-%202016%20-%20An%C3%A1lisis%20de%20marejadas%20hist%C3%B3ricas%20y%20recientes%20en%20las%20costas%20de%20Chile.pdf>

Comisión nacional de energía- Gobierno de Chile. Fuente Informe preliminar de previsión de la demanda 2019-2039. Sistema eléctrico nacional y sistemas medianos.

<https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2019/12/Informe-Preliminar-de-Previsi%C3%B3n-de-Demanda-2019-2039.pdf>

Enzo E. Sauma, Tesis: Políticas de fomento a las energías renovables no convencionales (ERNC) en Chile.

<https://politicaspublicas.uc.cl/wp-content/uploads/2015/02/descargar-politicas-de-fomento-a-las-energias-renovables-no-convencionales.pdf>

Biblioteca del congreso nacional de Chile BCN- centro de energía renovables: ley 20698, ley 19940, ley 20018, ley 20257.

https://www.bcn.cl/leychile/consulta/listado_n_sel?agr=1046&sub=&npagina=1&comp=&itemsppagina=10&grupoaporte=&totalitems=32

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

11.-Anexos

Tabla de Flujo de caja

Periodo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		\$ 33.436.217	\$ 35.108.028	\$ 36.863.429	\$ 38.706.600	\$ 40.641.930	\$ 42.674.027	\$ 44.807.728	\$ 47.048.115	\$ 49.400.521	\$ 51.870.547
Costos fijos		\$ -100.000	\$ -100.000	\$ -100.000	\$ -100.000	\$ -100.000	\$ -100.000	\$ -100.000	\$ -100.000	\$ -100.000	\$ -100.000
Costos variables		\$ -334.362	\$ -351.080	\$ -368.634	\$ -387.066	\$ -406.419	\$ -426.740	\$ -448.077	\$ -470.481	\$ -494.005	\$ -518.705
Dpreciación construcción		\$ -500.000	\$ -500.000	\$ -500.000	\$ -500.000	\$ -500.000	\$ -500.000	\$ -500.000	\$ -500.000	\$ -500.000	\$ -500.000
Depreciación maquinaria		\$ -2.514.076	\$ -2.514.076	\$ -2.514.076	\$ -2.514.076	\$ -2.514.076	\$ -2.514.076	\$ -2.514.076	\$ -2.514.076	\$ -2.514.076	\$ -2.514.076
Utilidad		\$ 29.987.778	\$ 31.642.871	\$ 33.380.718	\$ 35.205.458	\$ 37.121.435	\$ 39.133.210	\$ 41.245.575	\$ 43.463.557	\$ 45.792.439	\$ 48.237.765
Impuestos directos		\$ -5.697.678	\$ -6.012.146	\$ -6.342.337	\$ -6.689.037	\$ -7.053.073	\$ -7.435.310	\$ -7.836.659	\$ -8.258.076	\$ -8.700.563	\$ -9.165.175
Utilidad neta		\$ 24.290.100	\$ 25.630.726	\$ 27.038.382	\$ 28.516.421	\$ 30.068.362	\$ 31.697.900	\$ 33.408.916	\$ 35.205.481	\$ 37.091.876	\$ 39.072.589
Depreciación maquinaria		\$ 2.514.076	\$ 2.514.076	\$ 2.514.076	\$ 2.514.076	\$ 2.514.076	\$ 2.514.076	\$ 2.514.076	\$ 2.514.076	\$ 2.514.076	\$ 2.514.076
Depreciación construcción		\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000	\$ 500.000
Terreno	\$ -										
Técnicos	\$ -57.600.000										
Ingenieros	\$ -28.800.000										
Turbina Pelton	\$ -16.778.400										
Generador	\$ -787.600										
Tanque Hidroneumático	\$ -250.000										
Acumulador de presión	\$ -1.000.000										
Bomba	\$ -750.000										
Acero	\$ -1.874.402										
HDPE	\$ -2.860.361										
Circuito eléctrico	\$ -100.000										
Cilindros hidraulicos (2)	\$ -740.000										
Total Maquinaria	\$ -25.140.763										
Construcción	\$ -5.000.000										
Capital de trabajo	\$ -217.181	\$ -8.359	\$ -8.777	\$ -9.216	\$ -9.677	\$ -10.160	\$ -10.669	\$ -11.202	\$ -11.762	\$ -12.350	\$ 309.353
Valor de desecho											\$ 5.028.153
Flujo efectivo	\$ -116.757.944	\$ 27.312.536	\$ 28.653.579	\$ 30.061.674	\$ 31.540.174	\$ 33.092.599	\$ 34.722.645	\$ 36.434.194	\$ 38.231.320	\$ 40.118.302	\$ 46.805.466

Tabla 2. Tabla con flujo de caja de la planta.

PROYECTO DE INGENIERÍA II.

Tabla con valores de desempeño de la inversión.

Impuesto	0,19
Valor de desecho	5028152,599
Financiamiento	0,5
Tasa (anual)	0,2
Inflación anual	2,1
TMAR (ponderada)	0,1
Tasa con inflación (anual)	2,72
TMAR (con inflación)	1,36
VAN	\$87.619.654,70
TIR	24%
Inversión inicial	58378972,04

Tabla 3. Tabla con valores de desempeño de la inversión.