



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Memoria del proyecto para optar al Título de  
Ingeniero Civil Oceánico

# **ANÁLISIS DE MAREJADAS HISTÓRICAS Y RECIENTES EN LAS COSTAS DE CHILE**

**Rodrigo Vicente Campos Caba**

Junio 2016



# APROBACIÓN

## ANÁLISIS DE MAREJADAS HISTÓRICAS Y RECIENTES EN LAS COSTAS DE CHILE

Rodrigo Vicente Campos Caba

**COMISIÓN REVISORA**

**NOTA**

**FIRMA**

José Beyá Marshall

Profesor guía.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Pablo Pozo Rojas

Ingeniero de proyectos,

Dirección de Obras Portuarias.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Alejandro de la Maza

Capitán de Fragata (R),

Servicio Meteorológico de la Armada de Chile.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## **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.

---

Rodrigo Campos Caba

---

José Beyá Marshall



*Quisiera expresar mis sinceros agradecimientos a:*

*Mi profesor guía, José Beyá, quien en todo momento me motivó a seguir avanzando en el área de la investigación. Sin duda este proceso de aprendizaje y de formación profesional ha sido exitoso gracias a él, sus consejos y una que otra exigencia.*

*Reina y Vicente, mis amados padres, por su ejemplo de vida, apoyo constante y por cada uno de los valores inculcados que me hacen ser el hombre que soy hoy en día. Sin su amor incondicional nada de esto sería posible.*

*Mis hermanos, Reina y Cristóbal, por cada una de las bromas, sonrisas y peleas compartidas a lo largo de nuestra vida. Poder tenerlos cerca siempre ha sido una fuente de inspiración.*

*Normita y Juanito, que siempre viven y vivirán en lo más profundo de mi corazón, sus historias y consejos siguen siendo una fuente de aprendizaje para mí.*

*Familia Saavedra-Caba, por acogerme como un hijo más cuando esta historia estaba recién comenzando y era un joven un poco perdido por la vida.*

*A Boris y Sebastián, mis amigos y hermanos del alma, compartir todos estos años de crecimiento a pesar de las distancias es una de las cosas más valiosas que tengo en la vida.*

*Mis amigos de carrera: Franco, Almuna, Jose Ribba, Santiaguinos, Seba y Clau. Los momentos vividos han hecho que los años de universidad hayan sido una gran aventura.*

*A Cony, por embarcarse conmigo en un viaje de constante aprendizaje personal y acompañarme a pesar de todas las dificultades generadas por mí.*

*Por último, pero no menos importante, agradecer a cada una de las personas y entidades que aportaron en la realización de esta memoria: Ariel Gallardo, Héctor Hidalgo y Javier Valdivia (equipo Un Atlas de Oleaje para Chile, Universidad de Valparaíso); José González y Manuel Mena (GSI consultores); Pedro García (Empresa Portuaria de Valparaíso); Catalina Aguirre, Mauricio Molina y Felipe Caselli (Universidad de Valparaíso); Manuel Contreras (Universidad de Playa Ancha); Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile; Dirección de Obras Portuarias y Capitanía de Puerto de Valparaíso.*

*Dedicado a mis padres,  
hermanos  
& abuelos.*

*“Tú tienes planes...  
yo tengo sueños”*





# **CONTENIDOS**

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	OBJETIVOS.....	2
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3	ALCANCES.....	3
4	MARCO TEÓRICO.....	4
4.1	MAREJADAS.....	4
4.1.1	REVISIÓN DE ANTECEDENTES.....	5
4.1.2	GENERACIÓN DE DAÑOS.....	8
4.1.3	ESCALAS PARA EVALUACIÓN DE DAÑOS E IMPACTOS.....	9
4.2	CIRCULACIÓN GENERAL DE LA ATMÓSFERA.....	12
4.2.1	PRESIÓN ATMOSFÉRICA .....	14
4.2.2	VIENTO .....	14
4.2.3	SISTEMAS FRONTALES.....	16
4.3	OSCILACIONES CLIMÁTICAS.....	20
4.3.1	EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS).....	22
4.3.2	OSCILACIÓN DECADAL DEL PACÍFICO (PDO) .....	26
4.3.3	MODO ANULAR DEL SUR (SAM) .....	28
4.4	CAMBIO CLIMÁTICO .....	30
4.4.1	EFFECTO INVERNADERO.....	32
4.4.2	CALENTAMIENTO GLOBAL.....	34
4.4.3	PROYECCIONES .....	37
4.5	EL OLEAJE .....	40
4.5.1	GENERACIÓN.....	42
4.5.2	MODELOS HINDCASTING DE OLEAJE DE TERCERA GENERACIÓN .....	44

4.5.3	PROPAGACIÓN OCEÁNICA .....	51
4.5.4	PROPAGACIÓN COSTERA.....	53
4.5.5	CARACTERIZACIÓN.....	55
4.5.6	OLEAJE ESTADÍSTICO.....	62
4.5.7	OLEAJE EN CHILE .....	65
4.6	MAREAS .....	68
4.6.1	MAREA ASTRONÓMICA.....	68
4.6.2	MAREA METEOROLÓGICA.....	70
5	METODOLOGÍA.....	73
5.1	IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS .....	73
5.2	ANÁLISIS DE CONDICIONES DE OLEAJE.....	75
5.3	EVALUACIÓN DE DAÑOS Y/O IMPACTOS .....	76
6	RESULTADOS.....	80
6.1	DISTRIBUCIÓN TEMPORAL Y ESTACIONAL DE EVENTOS IDENTIFICADOS .....	80
6.2	COMPARACIÓN MODELOS Y MEDICIONES DE OLEAJE .....	81
6.2.1	ALTURA SIGNIFICATIVA .....	82
6.2.2	PERIODO .....	88
6.2.3	DIRECCIÓN.....	93
6.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PARÁMETROS DE OLEAJE DE MAREJADAS.....	97
6.3.1	CONDICIONES DE OLEAJE POR TIPO DE DAÑOS Y/O IMPACTOS.....	99
6.3.2	ÍNDICE NORMALIZADO DE DAÑOS A INFRAESTRUCTURA COSTERA.....	107
6.4	CATASTRO DE DAÑOS E IMPACTOS .....	111
6.4.1	SOBREPASOS.....	115
6.4.2	DAÑO A INFRAESTRUCTURA COSTERA.....	116
6.4.3	DAÑOS A LOCALES COMERCIALES Y VIVIENDAS.....	120
6.4.4	CIERRES DE PUERTOS .....	121
6.4.5	DAÑOS A EMBARCACIONES .....	123

6.4.6	DAÑO A INTEGRIDAD FÍSICA HUMANA .....	124
6.4.7	OTRO TIPO DE DAÑOS.....	125
6.5	DEFINICIÓN DE ESCALA DE MAGNITUD DE INTENSIDAD DE DAÑOS POR MAREJADAS.....	126
6.5.1	INCIDENCIA DE DAÑOS E IMPACTOS SEGÚN PARÁMETROS DE OLEAJE .....	131
6.5.2	INCIDENCIA DE DAÑOS SEGÚN ÍNDICES DE OSCILACIONES CLIMÁTICAS .....	144
6.5.3	TENDENCIAS DE LARGO PLAZO .....	147
7	DISCUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	154
8	CONCLUSIONES.....	156
9	REFERENCIAS.....	158
10	ANEXOS .....	165

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1: Primeros 10 países con riesgo debido a la intensificación de marea meteorológica en base al área costera.....	8
Tabla 4-2: Escala de impactos por <i>storm-surge</i> o marea meteorológica en comunidades costeras de Estados Unidos.....	10
Tabla 4-3: Rango de valores para las distintas escalas de movimientos atmosféricos organizados.....	12
Tabla 4-4: Oscilaciones climáticas, parámetro medido y escala de tiempo.....	21
Tabla 4-5: Clasificación de ondas según su periodo.....	42
Tabla 4-6: Parámetros estadísticos obtenidos por medio de análisis en el dominio del tiempo. ....	57
Tabla 4-7: Distribuciones y funciones para análisis de largo plazo. ....	63
Tabla 4-8: Fórmulas de linealización y altura de retorno de distribuciones Weibull y Gumbel. ....	65
Tabla 4-9: Valores promedio de altura significativa, periodo medio y dirección media en Chile, entre Arica y Corral. ....	67
Tabla 5-1: Valores mínimos de altura significativa ( $H_s$ ) por rango de direcciones medias ( $D_m$ ) para ocurrencia de impactos por marejadas en las costas de Chile. ....	74
Tabla 6-1: Información de boyas oceanográficas utilizadas para comparaciones con modelos de oleaje. ....	82
Tabla 6-2: Error medio (medición-modelo) y banda de confianza $H_s$ entre mediciones y modelos de oleaje. ....	88
Tabla 6-3: Error medio (medición-modelo) y banda de confianza $T_m$ entre modelos de oleaje y mediciones. ....	92
Tabla 6-4: Error medio (medición-modelo) y banda de confianza $D_m$ entre modelos de oleaje y mediciones. ....	96
Tabla 6-5: Promedio y rango máximo y mínimo de $H_s$ , $T_m$ , $D_m$ y Potencia de marejadas que produjeron daños por región (de norte a sur). ....	98
Tabla 6-6: Promedio de $H_s$ , $T_m$ , $D_m$ y Potencia por tipo de daño o impacto para zonas norte, centro y sur. ....	100

Tabla 6-7: Valores de $H_{50}^*$ [m] por región y para cada sub-cardinal. ....	107
Tabla 6-8: Principales áreas metropolitanas de Chile. ....	112
Tabla 6-9: Principales ciudades costeras de Chile en estudio. ....	112
Tabla 6-10: Cantidad total de tipos de daños o impactos identificados por región. ....	113
Tabla 6-11: Fecha, parámetros de oleaje, lugar, efecto y costo estimado por daños a infraestructura costera. ....	117
Tabla 6-12: Fecha, parámetros de oleaje, lugar, efecto y costo estimado por daños a infraestructura costera (continuación). ....	118
Tabla 6-13: Fecha, parámetros de oleaje, lugar, efecto y costo estimado por daños a infraestructura costera (final). ....	119
Tabla 6-14: Región, empresa portuaria y costo diario asociado a cierre de puerto por un día en regiones en estudio. ....	122
Tabla 6-15: Gobernaciones Marítimas y Capitanías de Puerto en las regiones del estudio. ....	123
Tabla 6-16: Descripción de categorías Escala de Campos. ....	126
Tabla 6-17: Ejemplos de eventos con categorías 4, 5, 6 y 7 en Escala de Campos. ....	127
Tabla 6-18: Diez eventos de marejadas categorizados con Escala de Campos. ....	128
Tabla 6-19: Incidencia de daños e impactos por marejadas [%], rango de direcciones 180-225 [°], zona norte. ....	132
Tabla 6-20: Incidencia de daños e impactos por marejadas [%], rango de direcciones 225-270 [°], zona norte. ....	133
Tabla 6-21: Incidencia de daños e impactos por marejadas [%], rango de direcciones 180-225 [°], zona centro. ....	134
Tabla 6-22: Incidencia de daños e impactos por marejadas [%], rango de direcciones 225-270 [°], zona centro. ....	136
Tabla 6-23: Incidencia de daños e impactos por marejadas [%], rango de direcciones 225-270 [°], zona centro (continuación). ....	137
Tabla 6-24: Incidencia de daños e impactos por marejadas [%], rango de direcciones 270-315 [°], zona centro. ....	138
Tabla 6-25: Incidencia de daños e impactos por marejadas [%], rango de direcciones 315-360 [°], zona centro. ....	139

Tabla 6-26: Incidencia de daños e impactos por marejadas [%], rango de direcciones 180-225 [°], zona sur.....	140
Tabla 6-27: Incidencia de daños e impactos por marejadas [%], rango de direcciones 225-270 [°], zona sur.....	141
Tabla 6-28: Incidencia de daños e impactos por marejadas [%], rango de direcciones 270-315 [°], zona sur.....	142
Tabla 6-29: Incidencia de daños e impactos por marejadas [%], rango de direcciones 315-360 [°], zona sur.....	143
Tabla 6-30: Tendencia de largo plazo de $H_s$ , $T_m$ y $D_m$ entre los años 1979 y 2015. ....	147
Tabla 10-1: Registro de daños por marejadas identificados, 1823-2015. ....	165
Tabla 10-2: Cantidad de eventos identificados entre 1823 y 1977, con categoría máxima anual en Escala de Campos e índices MEI y SAM. ....	187

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 3-1: Puntos de extracción de parámetros de oleaje.....	3
Figura 4-1: Frecuencias y períodos de <i>surges</i> y oleaje generado por viento .....	4
Figura 4-2: Mapa desastres naturales en Estados Unidos, entre los años 1980 y 2003 .....	7
Figura 4-3: Circulación General de la Atmósfera .....	13
Figura 4-4: Perfil de velocidad de viento en la capa límite atmosférica.....	16
Figura 4-5: Evolución de un sistema frontal.....	17
Figura 4-6: Formación de un frente frío en plano vertical.....	18
Figura 4-7: Formación de un frente cálido en plano vertical .....	19
Figura 4-8: Sistemas frontales generadores de oleaje que alcanzan las costas chilenas .....	20
Figura 4-9: Oscilaciones climáticas en sus regiones de origen.....	22
Figura 4-10: Modelo de viento, precipitación y temperatura del mar en las fases extremas del ciclo ENOS.....	23
Figura 4-11: Valores de Índice Multivariado del ENOS entre los años 1950 y 2015 .....	24
Figura 4-12: Anomalías (C°) promedio de la temperatura superficial del océano .....	25
Figura 4-13: Representaciones de fases positiva y negativa de Oscilación Decadal del Pacífico .....	26
Figura 4-14: Índice PDO entre los años 1854 y 2015 .....	27
Figura 4-15: Fase positiva de SAM .....	28
Figura 4-16: Valores estacionales del índice SAM .....	29
Figura 4-17: Vista esquemática de los componentes del sistema de cambio climático global .....	31
Figura 4-18: Composición de gases de la atmósfera terrestre.....	32
Figura 4-19: Estructura térmica de Tropósfera y Estratósfera .....	33
Figura 4-20: Balance energético medio anual de la Tierra.....	34
Figura 4-21: Anomalía de la temperatura global con referencia al promedio entre los años 1961 y 1990 y concentraciones de CO <sub>2</sub> en la atmósfera como porcentaje de aire seco .....	35

Figura 4-22: Cambios en el nivel del mar .....	36
Figura 4-23: Expansión térmica de océanos y derretimiento de hielos desde 1972 a 2008 ..	37
Figura 4-24: Impacto potencial del nivel del mar en Bangladesh 1990-2100.....	38
Figura 4-25: Aumento de cota de zona de inundación hacia el año 2100 debido al aumento del nivel del mar .....	39
Figura 4-26: Distribución energética de las ondas de superficie .....	40
Figura 4-27: Parámetros de ondas de crestas largas .....	41
Figura 4-28: Generación de oleaje por viento según el modelo de Harold Jeffreys (1925) ...	43
Figura 4-29: Malla regular de enfoque Euleriano para <i>hindcasting</i> de oleaje en aguas oceánicas.....	45
Figura 4-30: Propagación de energía a lo largo de una celda en una malla regular proyectada en el océano con enfoque Euleriano .....	46
Figura 4-31: Dispersión de frecuencias y direcciones de oleaje formado en tormenta.....	52
Figura 4-32: Trayectorias de las partículas bajo una onda progresiva en las diferentes profundidades. ....	54
Figura 4-33: Procesos de transformación de oleaje.....	55
Figura 4-34: Parámetros que definen el oleaje .....	56
Figura 4-35: Estructura de oleaje aleatorio .....	58
Figura 4-36: Esquema para un espectro de ondas bidimensional. ....	59
Figura 4-37: Espectro direccional y su espectro de frecuencia y dirección. ....	60
Figura 4-38: Función de la distribución acumulada de $X$ . ....	64
Figura 4-39: Altura significativa espectral promedio de ola ( $Hm0$ ) alrededor del mundo, entre 1997 y 2006 .....	66
Figura 4-40: Mareas de Sicigia y Cuadratura .....	69
Figura 4-41: Registro de mareas en la bahía de Valparaíso, abril 2015 .....	69
Figura 4-42: Esquema de efectos barométricos .....	70
Figura 4-43: Esquema de balance de energía por fuerzas forzantes del viento.....	71



Figura 5-1: Registros de eventos de marejadas en medios de comunicación.....	75
Figura 6-1: Distribución anual de eventos de marejadas con daños y/o impactos en las costas de Chile, 1979-2015.....	80
Figura 6-2: Distribución mensual total eventos de marejadas que produjeron daños, 1823-2015.....	81
Figura 6-3: Series de tiempo de $H_s$ de marejadas con modelos de oleaje y boyas SHOA. A) I región, 27/07/1987; B) XV región, 26 y 28/06/1989 y C) V región, 10/09/2000 .....	84
Figura 6-4: Series de tiempo de $H_s$ de marejadas con modelos de oleaje y boyas SHOA. A) 13 y 15/06/2010; B) 05/07/2010 y C) 19 y 24/08/2010, V región. ....	85
Figura 6-5: Series de tiempo de $H_s$ de marejadas con modelos de oleaje y boyas SHOA. A) 30/09/2010; B) 03 y 04/07/2013 y C) 08/08/2015, V región. ....	86
Figura 6-6: Comparación $H_s$ entre modelos de oleaje y mediciones. Arriba: comparación con boyas; Abajo: comparación con altímetro satelital .....	87
Figura 6-7: Series de tiempo de $T_m$ de marejadas con modelos de oleaje y boyas SHOA. A) I región, 27/07/1987; B) XV región, 26 y 28/06/1989 y C) V región, 10/09/2000 .....	89
Figura 6-8: Series de tiempo de $T_m$ de marejadas con modelos de oleaje y boyas SHOA. A) 13 y 15/06/2010; B) 05/07/2010 y C) 19 y 24/08/2010, V región .....	90
Figura 6-9: Series de tiempo de $T_m$ de marejadas con modelos de oleaje y boyas SHOA. A) 30/09/2010; B) 03 y 04/07/2013 y C) 08/08/2015, V región. ....	91
Figura 6-10: Comparación $T_m$ entre boyas y modelos de oleaje .....	92
Figura 6-11: Series de tiempo de dirección de marejadas con modelos de oleaje y boyas SHOA. A) 10/09/2000; B) 13 y 15/06/2010 y C) 05/07/2010, V región.....	94
Figura 6-12: Series de tiempo de dirección de marejadas con modelos de oleaje y boyas SHOA. A) 19 y 24/08/2010 y B) 30/09/2010, V región .....	95
Figura 6-13: Series de tiempo de dirección de marejadas con modelos de oleaje y boyas SHOA. A) 03 y 04/07/2013 y B) 08/08/2015, V región .....	96
Figura 6-14: Comparación $D_m$ entre boyas y modelos de oleaje.....	97
Figura 6-15: Rosas de oleaje de daños estructurales, zona norte. ....	101
Figura 6-16: Rosas de oleaje de impactos, zona norte .....	102
Figura 6-17: Rosa de oleaje de daños estructurales, zona centro .....	103

Figura 6-18: Rosas de oleaje de impactos, zona centro .....	104
Figura 6-19: Rosas de oleaje de daño estructural, zona sur.....	105
Figura 6-20: Rosas de oleaje de impactos, zona sur .....	106
Figura 6-21: Relación $H_s/H_{50}^*$ para marejadas con los tipos e índices normalizados de daños. .....	108
Figura 6-22: Relación $P_m/P_{promedio}$ para marejadas con los tipos e índices normalizados de daños. ....	109
Figura 6-23: Relación $T_m/T_{promedio}$ para marejadas con los tipos e índices normalizados de daños .....	110
Figura 6-24: Relación $D_m/D_{promedio}$ para marejadas con los tipos e índices normalizados de daños .....	111
Figura 6-25: Daños marejada 08 de agosto de 2015.....	114
Figura 6-26: Daños marejada 03 de julio de 2013 .....	115
Figura 6-27: Daño a viviendas en la VIII región, evento del 08 de agosto de 1965.....	120
Figura 6-28: Distribución de nivel de daño a embarcaciones.....	124
Figura 6-29: Distribución de tipos de daños a integridad física.....	125
Figura 6-30: Cantidad de eventos de marejadas por región sobre categoría 4 en Escala de Campos.....	130
Figura 6-31: Distribución anual de eventos de marejadas con daños e impactos en las costas de Chile y máximos anuales de índices MEI y SAM, 1979-2015 .....	144
Figura 6-32: Máximos anuales en Escala de Campos e índices de oscilaciones climáticas, 1979-2015.....	146
Figura 6-33: Tendencia de largo plazo $H_s$ , $T_m$ y $D_m$ entre 1979 y 2015, II región.....	149
Figura 6-34: Tendencia de largo plazo $H_s$ , $T_m$ y $D_m$ entre 1979 y 2015, V región .....	150
Figura 6-35: Tendencia de largo plazo $H_s$ , $T_m$ y $D_m$ entre 1979 y 2015, VIII región .....	151
Figura 6-36: Tendencia de largo plazo de la cantidad de eventos de marejadas con daños registrados, 1979-2015 .....	152
Figura 6-37: Tendencia de largo plazo de máximos anuales en Escala de Campos, 1979- 2015.....	153



## **RESUMEN**

Las marejadas son fenómenos que afectan frecuentemente las costas de Chile causando sobrepasos, cese de operaciones portuarias, daños a infraestructura costera, naufragios, lesiones y pérdida de vidas humanas. Conocer la información sobre las características oceanográficas, comportamiento de largo plazo, efectos y costos producidos por estos eventos extremos es de suma importancia para planificar futuras inversiones en infraestructura costera. En este estudio se entrega una recopilación exhaustiva en medios de prensa, publicaciones y organismos públicos de eventos de marejadas ocurridos en Chile a partir del año 1823.

Con base a la información de eventos de marejadas proporcionada por la Armada de Chile, se realizaron búsquedas en prensa digital y archivos de periódicos de la Biblioteca Nacional de Chile y la Biblioteca Santiago Severín sobre los daños provocados por eventos de marejadas para las zonas costeras entre las regiones XV y XIV, entre los años 1979 y 2015. La cantidad de eventos anuales identificados fueron comparados con índices de las oscilaciones climáticas El Niño-Oscilación del Sur y el Modo Anular del Sur, obteniendo que los años en los cuales se supera la cantidad promedio de eventos anuales, están ligados a las fases positivas de las oscilaciones climáticas consideradas.

Se analizaron daños, costos y parámetros oceanográficos asociados, identificando que los daños son mayores para marejadas de períodos y direcciones medias que se encuentran sobre el promedio de largo plazo de dichos parámetros, y, que marejadas de relativamente baja altura significativa tienen una incidencia importante en los daños registrados.

Se propone una escala de magnitud de intensidad de daños por marejadas, la cual permite categorizar los eventos en base al nivel de daño registrado.

Finalmente, se analizaron los comportamientos de largo plazo de los parámetros de oleaje y de los eventos identificados, obteniendo una tendencia al aumento del valor de la altura significativa y disminución de la dirección de incidencia del oleaje. De mantenerse este comportamiento, dentro de los próximos 100 años se producirían aumentos de 30 [cm] en la altura significativa y disminuciones de 20,5 [°] en la dirección media del oleaje. Adicionalmente, la cantidad anual de eventos de marejadas con registro de daños también presenta un aumento a lo largo del tiempo.