



# **Impacto del incremento del nivel del mar por cambio climático en el diseño de rompeolas**

---

Karina Griselda Ocaña Espinosa de los Monteros

Publicación Técnica No. 704  
**Sanfandila, Qro.**  
**2022**

ISSN 0188-7297



Esta publicación fue realizada en la Coordinación de Ingeniería Portuaria y Costera del Instituto Mexicano del Transporte, por la Dra. Karina Griselda Ocaña Espinosa de los Monteros.

Esta investigación es el producto final del proyecto de investigación interna VI-06/22 “Evaluación del impacto del incremento del nivel del mar debido a los efectos del cambio climático en el diseño de rompeolas”.

Se agradece la colaboración y participación en este estudio de la M. en C. María Dolores Servín Lugo, de la Coordinación de Ingeniería Portuaria y Costera del IMT.



# Contenido

---

	Página
Índice de figuras .....	v
Índice de tablas .....	ix
Índice de gráficas .....	xi
Sinopsis.....	xiii
Abstract .....	xv
Resumen Ejecutivo .....	xvii
Introducción.....	1
1 Estado del arte .....	3
2 Caso de estudio .....	27
3 Metodología .....	37
4 Análisis de resultados .....	57
Conclusiones.....	71
Bibliografía .....	77
Anexo .....	79



# Índice de figuras

---

	Página
Figura 1.1 Tendencia del nivel del mar en Alvarado, Ver.....	9
Figura 1.2 Tendencia del nivel del mar en Cd. del Carmen, Camp.....	9
Figura 1.3 Tendencia del nivel del mar en Cd. Madero, Tamps.....	10
Figura 1.4 Tendencia del nivel del mar en Coatzacoalcos, Ver. ....	10
Figura 1.5 Tendencia del nivel del mar en Progreso, Yuc.....	11
Figura 1.6 Tendencia del nivel del mar en Tuxpan, Ver.....	11
Figura 1.7 Tendencia del nivel del mar en Veracruz, Ver.....	12
Figura 1.8 Escenario de incremento del nivel del mar de 0.6 m para las costas de los estados de Veracruz y Tabasco. ....	15
Figura 1.9 Escenario de incremento del nivel del mar de 1 m para México. ....	16
Figura 1.10 Escenario de incremento del nivel del mar de 1 m (Región Golfo Norte). ....	17
Figura 1.11 Escenario de incremento del nivel del mar de 1 m (Región Golfo Sur). ....	17
Figura 1.12 Escenario de incremento del nivel del mar de 1 m para México. ....	18
Figura 1.13 Escenario de incremento del nivel del mar de 2 m para México. ....	19
Figura 1.14 Mapa que identifica las zonas de mayor vulnerabilidad relativa en los deltas costeros. ....	22
Figura 2.1 Zona norte de la Ampliación del Puerto de Veracruz, Ver .....	27
Figura 3.1 Malla de discretización de profundidades para el sitio de estudio....	38
Figura 3.2 Dirección Norte, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.00 m.....	39
Figura 3.4 Dirección NE60, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.00 m.....	40

Figura 3.5 Dirección Este, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.00 m .....	40
Figura 3.6 Dirección NW30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.00 m.....	41
Figura 3.7 Dirección NW60, H =6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.00 m.....	41
Figura 3.8 Dirección Norte, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.50 m.....	42
Figura 3.9 Dirección NE30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.50 m.....	42
Figura 3.10 Dirección NE60, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.50 m.....	43
Figura 3.11 Dirección ESTE, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.50 m .....	43
Figura 3.12 Dirección NW30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.50 m.....	44
Figura 3.13 Dirección NW60, H =6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.50 m.....	44
Figura 3.14 Dirección Norte, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=1.00 m.....	45
Figura 3.15 Dirección NE30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=1.00 m.....	45
Figura 3.16 Dirección NE60, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=1.00 m.....	46
Figura 3.17 Dirección Este, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=1.00 m .....	46
Figura 3.18 Dirección NW30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=1.00 m.....	47
Figura 3.19 Dirección NW60, H =6.26 m, T=11.01 s, ICC=1.00 m.....	47
Figura 3.20 Dirección Norte, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=2.00 m.....	48
Figura 3.21 Dirección NE30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=2.00 m.....	48
Figura 3.22 Dirección NE60, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=2.00 m.....	49
Figura 3.23 Dirección Este, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=2.00 m .....	49
Figura 3.24 Dirección NW30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=2.00 m.....	50
Figura 3.25 Dirección NW60, H =6.26 m, T=11.01 s, ICC=2.00 m.....	50
Figura 3.26 Dirección Norte, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=3.00 m.....	51
Figura 3.27 Dirección NE30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=3.00 m.....	51
Figura 3.28 Dirección NE60, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=3.00 m.....	52
Figura 3.29 Dirección Este, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=3.00 m .....	52

Figura 3.30 Dirección NW30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=3.00 m..... 53

Figura 3.31 Dirección NW60, H =6.26 m, T=11.01 s, ICC=3.00 m..... 53



# Índice de tablas

---

	Página
Tabla 1 Objetivos de Desarrollo sostenible de la ONU.....	6
Tabla 1.1 Tendencias del nivel del mar para los sitios analizados en el Golfo de México.....	12
Tabla 1.2 Estados costeros más impactados, por el incremento en el nivel del mar de 0.6 m .....	14
Tabla 1.3 Estados costeros más impactados, por el incremento en el nivel del mar de 1 m .....	16
Tabla 1.4 Estados costeros más impactados, por el incremento en el nivel del mar de 1 m .....	18
Tabla 1.5 Estados costeros más impactados, por el incremento en el nivel del mar de 2 m .....	20
Tabla 1.6 Pronóstico de temperatura y precipitación para México y El Caribe, comprendida entre las coordenadas 10° a 30° N, 116 a 83° O .....	20
Tabla 1.7 Factores de vulnerabilidad en relación con la escala y el dominio de conocimiento .....	25
Tabla 2. 1 Huracanes en el Océano Pacífico en un radio cercano al Puerto de Veracruz, Ver. (NOAA).....	28
Tabla 2.2 Huracanes en el Océano Pacífico en un radio cercano al Puerto de Veracruz, Ver. (SMN) .....	29
Tabla 2.3 Resumen de información meteorológica mensual de 2002 a 2021 en el puerto de Veracruz, Ver .....	30
Tabla 3.1 Análisis de oleaje extremal para el puerto de Veracruz, Ver.....	37
Tabla 3.2 Alturas de ola de diseño (Hd) para las secciones cuerpo y morro ....	54
Tabla 3.3 Datos de diseño para las secciones cuerpo y morro.....	55
Tabla 3.4 Peso de los elementos de coraza, calculados para los diferentes escenarios.....	55

---

Tabla 4.1 Comparación del cálculo de peso de los cubos ranurados como elementos de coraza para los diferentes escenarios y las diferentes secciones de análisis .....	63
Tabla 4.2 Comparación del cálculo de peso de los Core-locs como elementos de coraza para los diferentes escenarios y las diferentes secciones de análisis ...	64
Tabla 4.3 Comparación del cálculo del volumen de los cubos ranurados como elementos de coraza para los diferentes escenarios y las diferentes secciones de análisis .....	65
Tabla 4.4 Comparación del cálculo de peso de los Core-locs como elementos de coraza para los diferentes escenarios y las diferentes secciones de análisis ...	66
Tabla 4.5 Comparación del cálculo del Precio unitario de los cubos ranurados como elementos de coraza para los diferentes escenarios y las diferentes secciones de análisis .....	67
Tabla 4.6 Comparación del cálculo del Precio unitario de los Core-locs como elementos de coraza para los diferentes escenarios y las diferentes secciones de análisis .....	68
Tabla C.1 Escala propuesta para clasificación del Índice de vulnerabilidad (Iv).	72
Tabla C.2 Índice de vulnerabilidad para el escenario de Incremento del nivel del mar de 3 m.....	72
Tabla C.3 Índice de vulnerabilidad para el escenario de Incremento del nivel del mar para los cuatro escenarios de incremento del nivel medio del mar.....	73
Tabla C.4 Índice de vulnerabilidad para el escenario de Incremento del nivel del mar para los cuatro escenarios de incremento del nivel medio del mar.....	74

# Índice de gráficas

---

	Página
Gráfica 4.1 Comparación para los escenarios de Incremento del nivel del mar de 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 m para la dirección Norte. ....	57
Gráfica 4.2 Comparación para los escenarios de Incremento del nivel del mar de 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 m para la dirección N30E. ....	58
Gráfica 4.3 Comparación para los escenarios de Incremento del nivel del mar de 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 m para la dirección N60E. ....	58
Gráfica 4.4 Comparación para los escenarios de Incremento del nivel del mar de 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 m para la dirección Este ....	59
Gráfica 4.5 Comparación para los escenarios de Incremento del nivel del mar de 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 m para la dirección N30W. ....	59
Gráfica 4.6 Comparación para los escenarios de Incremento del nivel del mar de 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 m para la dirección N60W. ....	60
Gráfica 4.7 Comparación de la altura de ola para todas las direcciones, en el escenario de Incremento del nivel del mar de 0.00 m, para determinar la altura de ola de diseño (Hd).....	60
Gráfica 4.8 Comparación de la altura de ola para todas las direcciones, en el escenario de Incremento del nivel del mar de 0.50 m, para determinar la altura de ola de diseño (Hd).....	61
Gráfica 4.9 Comparación de la altura de ola para todas las direcciones, en el escenario de Incremento del nivel del mar de 1.00 m, para determinar la altura de ola de diseño (Hd).....	61
Gráfica 4.10 Comparación de la altura de ola para todas las direcciones, en el escenario de Incremento del nivel del mar de 2.00 m, para determinar la altura de ola de diseño (Hd) .....	62
Gráfica 4.11 Comparación de la altura de ola para todas las direcciones, en el escenario de Incremento del nivel del mar de 3.00 m, para determinar la altura de ola de diseño (Hd).....	62

Gráfica 4.12 Comparación del peso de los cubos ranurados como elementos de coraza) .....	63
Gráfica 4.13 Comparación del peso de los Core-locs como elementos de coraza. ....	64
Gráfica 4.14 Comparación del volumen de concreto de los cubos ranurados como elementos de coraza.....	65
Gráfica 4.15 Comparación del volumen de concreto de los Core locs como elementos de coraza .....	66
Gráfica 4.16 Comparación del precio unitario de los cubos ranurados como elementos de coraza. ....	67
Gráfica 4.17 Comparación del precio unitario de los Core-locs como elementos de coraza. ....	68
Gráfica 4.18 Comparación de los valores máximos de Hd.....	69
Gráfica 4.19 Comparación de las diferencias de Hd para máximos y mínimos. 69	
Gráfica 4.20 Diferencias de Hd en puntos de control.....	69
Gráfica C.1 Indicadores de vulnerabilidad para el escenario de Incremento del nivel del mar de 3 m. ....	73
Gráfica C.2 Indicadores de vulnerabilidad para cubos ranurados.....	74
Gráfica C.3 Indicadores de vulnerabilidad para Core-locs. ....	75

## **Sinopsis**

---

En el presente estudio se realizó la evaluación del impacto del incremento del nivel del mar por efecto de cambio climático en los rompeolas, se utilizaron 5 escenarios, en el primero se contemplaron las condiciones normales de diseño para un rompeolas y a partir de ello se construyeron otros 4 escenarios con los cuales se tomaron en cuenta 4 diferentes incrementos del nivel del mar, estos se seleccionaron con base al estado del arte.

En la presente investigación, se analizó cómo impacta cada uno de los incrementos del nivel del mar en el diseño de elementos de coraza y se realizó la comparación para 4 puntos de control.

Con esta información se pudo tener como primera aproximación, un nivel de comparación para revisar el efecto que tienen los diferentes niveles del mar en las condiciones de diseño y el grado de impacto esperado en un rompeolas.



## Abstract

---

In the present study, the evaluation of the impact of the increase in sea level due to the effect of climate change on the breakwaters was carried out, using 5 scenarios, in the first the normal design conditions for a breakwater were contemplated and from this another 4 were built scenarios with which the design was carried out taking into account 4 different increases in sea level, which were selected based on the state of the art.

In the investigation, the impact of each of the increases in sea level on the design of shell elements was analyzed and the comparison was made for 4 control points.

With this information, it was possible to have a level of comparison as a first approximation to review the effect that different sea levels have on the design conditions and the expected degree of impact on a breakwater.



## Resumen ejecutivo

---

En esta investigación, se seleccionó para el caso de estudio, el puerto de Veracruz, para ello, se integró la información de oleaje de las diferentes fuentes con las que cuenta el IMT, además se complementó con la caracterización batimétrica de la zona de estudio, posteriormente se realizó la construcción de los diferentes escenarios para incremento de cambio climático, para ello se revisó el estado del arte de acuerdo a la información correspondiente al estado de Veracruz, donde se investigaron las proyecciones con respecto al aumento del nivel del mar, así mismo se recopiló información meteorológica del sitio.

Para poder llevar a cabo la comparación en el diseño de las estructuras portuarias, se realizaron las modelaciones numéricas correspondientes a los diferentes escenarios con los que se obtuvo la altura de ola de diseño para 4 puntos de control, con lo que se calcularon dos tipos de elementos de coraza para cada una de las secciones, de acuerdo a cada una de las variantes propuestas de incremento del nivel del mar, con el análisis de estos resultados se realizó la comparación en peso, volumen y costo para cada uno de los escenarios con lo que se pudo llegar a las conclusiones de esta investigación.



# Introducción

---

El presente trabajo, es el resultado de un análisis que se realizó como primera aproximación a los escenarios del incremento del nivel del mar por efecto del cambio climático que pueden esperarse en diferentes niveles y grados de afectación.

En México contamos con una gran cantidad de recursos naturales y lugares que han sido favorecidos por la naturaleza; no obstante, las actividades humanas han generado un impacto en el medio ambiente de las zonas portuarias y costeras, donde se hace presente la necesidad de estudiar los impactos de distinta índole, con el fin de proponer estrategias para el desarrollo de proyectos con una planeación ambientalmente sustentable.

La gran mayoría de los proyectos que actualmente se desarrollan, toman en cuenta la conservación del medio ambiente y resulta necesario incluir también criterios que, con visión hacia el futuro tengan presente la influencia del cambio climático, como el incremento del nivel del mar, el cambio de temperaturas y velocidades de corrientes, su influencia en la dinámica costera y con ello la alteración del medio marino.

El incremento del nivel del mar es un factor que afectará las zonas portuarias y costeras, por lo que se considera que la evaluación técnica y económica del impacto del incremento del nivel del mar debido a los efectos del cambio climático en las obras de infraestructura portuaria y costera, en especial en los rompeolas y escolleras es un tema de gran interés.

Dentro de los alcances se realizó una investigación del estado del arte donde se tomaron en cuenta los efectos del cambio climático en la infraestructura portuaria y costera, para ello se determinaron los escenarios de diseño de rompeolas para condiciones normales, se determinó el incremento del nivel del mar por efecto del cambio climático; así mismo se realizó la evaluación del impacto económico en el diseño de rompeolas, en el cual se utilizó un caso de estudio en específico, el puerto de Veracruz.



## 1. Estado del arte

---

La relación de cambio climático e incremento del nivel medio del mar, es que al ser el cambio climático un fenómeno que impacta en todo el mundo, su entendimiento y atención son prioridad para los países, la sociedad y las comunidades. De acuerdo a las más recientes investigaciones científicas, se entiende que la emisión de gases con efecto invernadero emitidos principalmente por el uso de combustibles fósiles, como el dióxido de carbono y el metano, tienen un efecto negativo en los patrones de la temperatura y la precipitación.

Estas variaciones tienen efectos adversos en otros fenómenos como la elevación del nivel medio del mar, su acidificación, la migración de especies, el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos como los ciclones y tormentas tropicales (IPCC, 2014).

Los diferentes análisis de la información sobre cambio climático, con la que se cuenta hasta la fecha sobre este tema, indican que los daños potenciales causados por estos fenómenos, tendrán un muy alto impacto en el costo social, por lo que se plantea además de disminuir la cantidad de gases con efecto invernadero, principalmente CO<sub>2</sub>, establecer planes con medidas de adaptación para futuros escenarios.

Unos de los efectos del cambio climático con mayor impacto en la infraestructura portuaria y costera, que afecta a un gran número de países y poblaciones, es el incremento del nivel medio del mar, el cual se ha presentado progresivamente en las últimas décadas, se ha calculado que ha sido de alrededor de 1.7 mm/año entre 1950 y 2009, acelerándose a 3.3 mm/año entre 1993 y 2009 (IPCC, 2014).

Los principales efectos son el incremento en la erosión en las líneas de playa, reduciéndose las franjas costeras, El aumento en los eventos hidrometeorológicos extremos, más frecuentes e intensos que provocan inundaciones en zonas costeras, el deterioro de la infraestructura portuaria, costera, turística, comercial y habitacional; dentro de los escenarios más catastróficos está el hundimiento de islas habitadas, cuyos pobladores han tenido que emigrar ante una emergencia climática.

La variación climática es un proceso natural, pero en los últimos 100 años el calentamiento se ha acelerado por el efecto del incremento de los gases invernadero derivados de la quema de combustibles fósiles para el transporte y la industria, combinado con la destrucción y disminución de bosques y selvas, que han aumentado con esto, el bióxido de carbono.

Las principales causas asociadas al incremento del nivel medio del mar son:

- El movimiento de los márgenes continentales.
- El incremento de la temperatura de la superficie del mar.
- El derretimiento de los glaciares continentales.
- Los cambios termodinámicos debidos a los cambios en la tasa de hundimiento de aguas profundas en los mares ártico y antártico, aunque lo anterior se presente en escalas de cientos de años.

Fuente: El cambio climático y sus efectos asociados con el ascenso del nivel del mar en los sectores costeros de Costa Rica Por Ricardo Valverde Sánchez.

En México contamos con una gran cantidad de recursos naturales y lugares llenos de riqueza natural, dentro de ellas los ecosistemas costeros; no obstante, las actividades humanas generan impacto en el medio ambiente de las zonas portuarias y costeras, donde se hace presente la necesidad de estudiar los impactos de distinta índole, con el fin de proponer estrategias para el desarrollo de proyectos con una planeación ambientalmente sustentable.

La gran mayoría de los proyectos que actualmente se desarrollan, toman en cuenta la conservación del medio ambiente y resulta necesario incluir también criterios que con visión hacia el futuro tengan presente la influencia del cambio climático, como el incremento del nivel medio del mar, el cambio de temperaturas y velocidades de corrientes, su influencia en la dinámica costera y con ello la alteración del medio marino.

El incremento del nivel medio del mar es un factor que afectará las zonas portuarias y costeras por lo que se considera que la evaluación técnica y económica del impacto del incremento del nivel del mar debido a los efectos del cambio climático en las obras de infraestructura portuaria y costera, en especial en los rompeolas y escolleras es un tema prioritario.

Para considerar estos aspectos se hace necesario asociar los proyectos de infraestructura portuaria y costera a un tema sumamente relevante que son los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que sientan la base de las acciones y propuestas ante los efectos adversos del cambio climático, a continuación, se realiza una breve descripción de los objetivos antes mencionados.

Con fines de mitigar y realizar planes de adaptación ante los efectos del cambio climático, la ONU a través de la Agenda 2030 sobre Desarrollo sostenible desarrolló un plan para poder establecer acciones concretas como la eliminación de la pobreza, medidas para reducir el cambio climático, fomento a la educación, políticas para igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente etc.

No se puede hablar de la reducción de las causas y consecuencias del cambio climático, sin tomar en cuenta los 17 objetivos de desarrollo sostenible de la ONU,

a continuación, se listan por su gran relevancia y su nexo con las obras portuarias y costeras objeto de estudio de esta investigación, ver Tabla 1.

Si bien, todos y cada uno de los objetivos están interrelacionados para un desarrollo sostenible, en la tabla anterior se resaltan los objetivos que se considera están ligados a los proyectos de infraestructura portuaria y costera y a esta investigación, la mención es justo destacar la relevancia de investigaciones donde se puedan identificar las principales áreas de oportunidad para medidas de adaptación y mitigación para efectos adversos como el incremento del nivel medio del mar por efecto del cambio climático.

*“Como parte de las primeras etapas de la recientemente lanzada Década de Acción para los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la Conferencia promoverá una serie de soluciones innovadoras con base científica muy necesarias con el objetivo de iniciar un nuevo capítulo en la acción mundial para los océanos.*

*Las soluciones para una gestión sostenible de los océanos precisan de la aplicación de tecnología ecológica y el uso innovador de recursos marinos. Entre ellas también se incluye abordar las amenazas para la salud, la ecología, la economía y la gobernanza del océano: la acidificación; la basura marina y la contaminación; la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada; y la pérdida de hábitats y biodiversidad.”*

Fuente: Conferencia sobre los Océanos de las Naciones Unidas 2017.

Una vez asociados estos conceptos de Desarrollo sostenible, cambio climático e incremento del nivel medio del mar, empezaremos por definir los pronósticos y escenarios para la zona de estudio y los impactos que se esperan como resultado de los efectos adversos. En la siguiente tabla se resaltan los objetivos que se consideran de mayor impacto para las obras de infraestructura portuaria y costera.

**Tabla 1. Objetivos de Desarrollo sostenible de la ONU.**

	Objetivo 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.
	Objetivo 2: Poner fin al hambre.
	Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
	Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
	Objetivo 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas.
	Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
	Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna.
	Objetivo 8: Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.
	Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.
	Objetivo 10: Reducir la desigualdad dentro y entre los países.
	Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.
	Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
	Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
	Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos.
	Objetivo 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad.
	Objetivo 16: Promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas.
	Objetivo 17: Revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

Fuente: <https://www.un.org/es/conferences/ocean2022/about>.

## 1.1 Efectos del incremento del nivel medio del mar

Los efectos del incremento medio del nivel del mar por efectos de cambio climático son el aumento en la frecuencia de las inundaciones, cambios morfológicos, como la erosión de las playas y la reducción de las dunas. El incremento del nivel medio del mar que se espera a finales de este siglo, es de aproximadamente 1 m, los impactos que se pronostican son: alteraciones de oleaje, marea, marea por tormenta o la morfología costera.

El incremento de la temperatura por efecto de cambio climático, impacta en el desplazamiento de especies, mismo que se incrementa por la influencia de otras variables como la acidificación del mar.

Los efectos más importantes son: inundación de zonas costeras, cambio en zona de humedales, erosión de la línea de costa, intrusión salina en estuarios y acuíferos, cambios en la composición y productividad de los ecosistemas, pérdida de biodiversidad, alteración del régimen de mareas, cambios en patrones de sedimentación, disminución de la penetración de la luz para organismos bentónicos, y los impactos socioeconómicos como el daño a la infraestructura costera entre muchos otros (Hernández, 2007; Estrada, 2001).

Desde el punto de vista socioeconómicos se pronostican los siguientes efectos:

- Pérdida directa de valores económicos, ecológicos, culturales y de subsistencia a causa de la pérdida de tierras, infraestructura y hábitats costeros.
- Aumento del riesgo de inundación para personas, tierras e infraestructura.
- Otros efectos relacionados con cambios en el manejo del agua, la salinidad y la actividad biológica, tales como la pérdida de turismo, la pérdida de hábitats costeros y los efectos en la agricultura y acuacultura.

En el estudio realizado para la “Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático” (INE/PNUD,2012), se generaron escenarios regionales del incremento del nivel medio del mar por efecto del cambio climático así como de fenómenos hidro-meteorológicos extremos, en zonas costeras se tomó en cuenta la configuración topográfica de los diferentes sitios; se analizaron los impactos de los fenómenos hidro-meteorológicos extremos, en los ecosistemas de las zonas costeras y los asentamientos humanos que los rodean; también se identificaron los deltas más vulnerables ante el incremento del nivel medio del mar.

Estas proyecciones que se obtuvieron de la investigación del estado del arte se muestran a continuación y son parte de la “Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático” (INE/PNUD,2012); se investigaron diferentes fuentes de información, se citan y replican en este informe, ya que se determinó que las proyecciones realizadas por esta fuente son las que para efecto

de este estudio, reflejan pronósticos con mayor certeza debido a los elementos que se tomaron en cuenta para la construcción de los escenarios que se plantearon.

## 1.2 Proyecciones del incremento del nivel medio del mar en México

### Observaciones del incremento del nivel medio del mar

Los cambios en el nivel medio del mar en un sitio, son el resultado de la suma de una gran variedad de fenómenos, como son: la marea; los seiches<sup>1</sup>, las corrientes costeras; los fenómenos meteorológicos como los nortes y los huracanes, fenómenos oceanográficos como *El Niño*, las variaciones interdecadales como por ejemplo, la oscilación decadal del Pacífico; también influyen fenómenos que se generan lejos de la zona de influencia, por ejemplo los tsunamis, los movimientos verticales de la corteza terrestre, los cambios en la presión atmosférica y en espacial el cambio del nivel medio del mar como efecto del cambio climático.

En el estudio de referencia, se presentaron estimaciones de las tendencias a largo plazo en el nivel del mar para 17 sitios de las costas mexicanas, se consideraron los promedios mensuales de las series de nivel del mar más largas del país a partir de los datos obtenidos por el Servicio Mareográfico Nacional (SMN)<sup>2</sup> de la UNAM, hay que tomar en cuenta que estas observaciones fueron limitadas por la longitud y la continuidad de las series de tiempo debido a los diversos factores que intervienen para la continuidad de los registros.

En la fuente de información, se realizó el análisis de las tendencias en el nivel del mar<sup>3</sup> para 17 sitios en México, en las gráficas de las figuras 1.1 a la 1.7, se presentan las proyecciones realizadas para costas en el Golfo de México. En éstas, los promedios mensuales se indican con líneas azules, los promedios corridos de doce meses (o menos si no existen los datos de algunos meses) se muestran con una línea roja y los promedios de los años en que existen datos completos se indican con puntos negros. Es muy importante señalar que, en el reporte de la fuente de información seleccionada, destaca que los pronósticos de los datos de nivel medio del mar en México tuvieron tendencias similares a las proyecciones globales, adicionalmente se realizaron estimaciones de los ciclos anuales en 50 años de los sitios analizados (INE/PNUD,2012).

Notas.

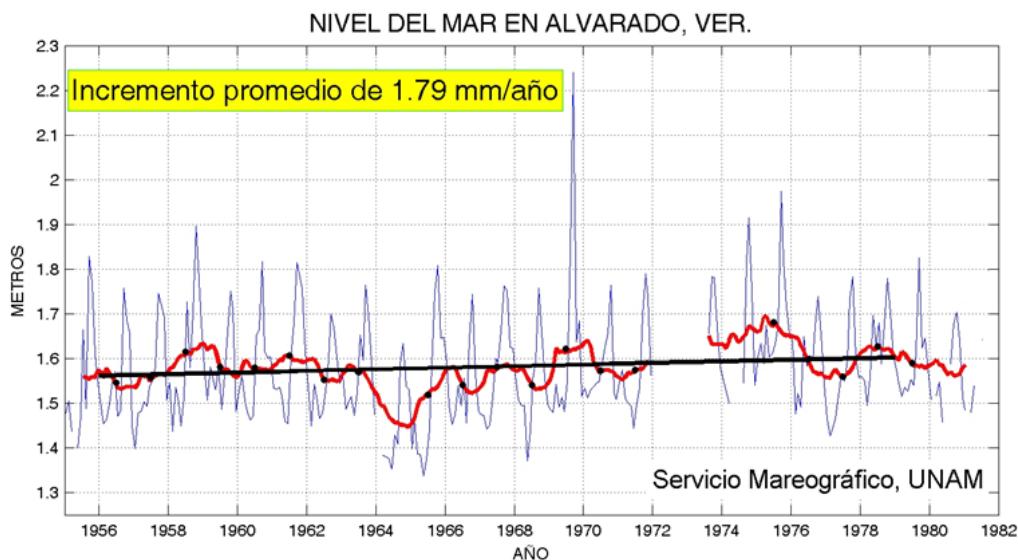
1 Es una onda estacionaria en un cuerpo de agua encerrado o parcialmente encerrado. Los seiches y los fenómenos relacionados a seiche se han observado en lagos, embalses, piletas, bahías, mares. La clave de requerimiento para formar un seiche es que tal cuerpo de agua esté al menos parcialmente delimitado, lo que permite la formación de la onda estacionaria.

2 El SMN inició el monitoreo del nivel del mar en la década de los 40's (con series que datan de 1946), entre otras variables, es pionero en México, cuenta con mareógrafos, y bancos de nivel que han sido fundamentales para la georeferenciación, muchos de ellos utilizados por el INEGI para sus labores de cartografía del territorio nacional. Actualmente la UNAM mantiene, en colaboración con otras instituciones, 15 sitios de medición del nivel del mar, los cuales se encuentran en un proceso de modernización que utilizan técnicas de telemetría y cómputo que permitirán conocer el estado de esta variable en tiempo real.

3 La metodología se muestra en el anexo A.1 de la Guía Metodológica que se utilizó como fuente de información.

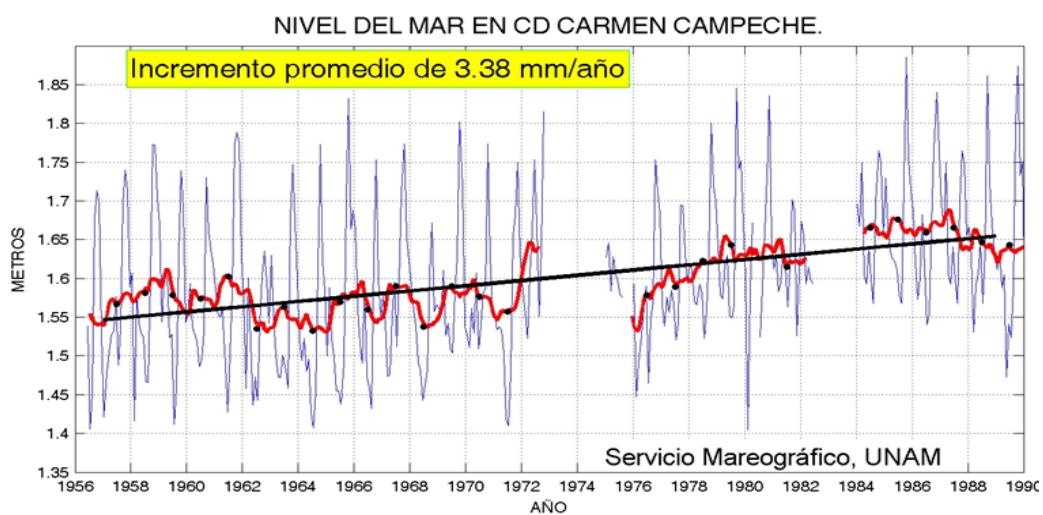
## 1.3 Tendencias del nivel del mar en el Golfo de México

En las figuras 1.1 a la 1.7, se muestran las gráficas con las tendencias proyectadas de acuerdo a la fuente de información de diferentes puertos del Golfo de México.



Fuente: INE, 2012.

**Figura 1.1 Tendencia del nivel del mar en Alvarado, Ver.**



Fuente: INE, 2012.

**Figura 1.2 Tendencia del nivel del mar en Cd. del Carmen, Camp.**



Fuente: INE,2012.

**Figura 1.3 Tendencia del nivel del mar en Cd. Madero, Tamps.**



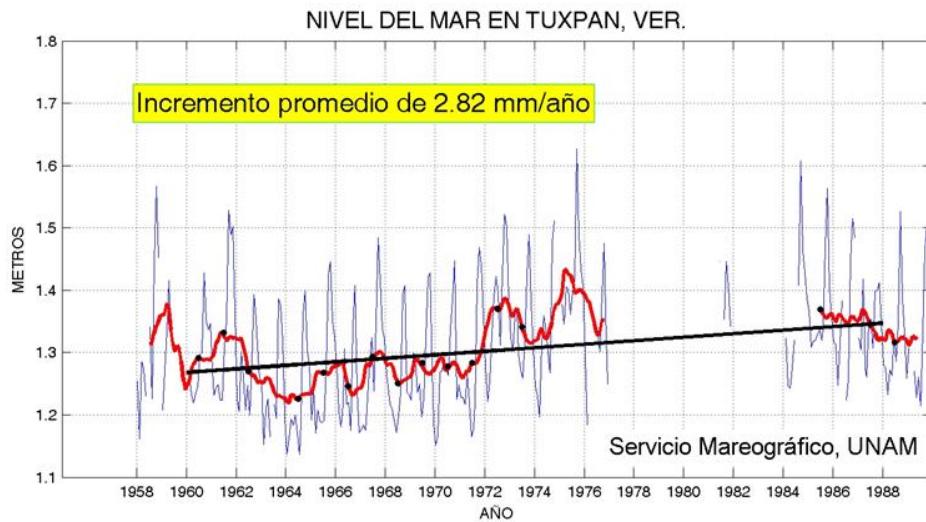
Fuente: INE,2012.

**Figura 1.4 Tendencia del nivel del mar en Coatzacoalcos, Ver.**



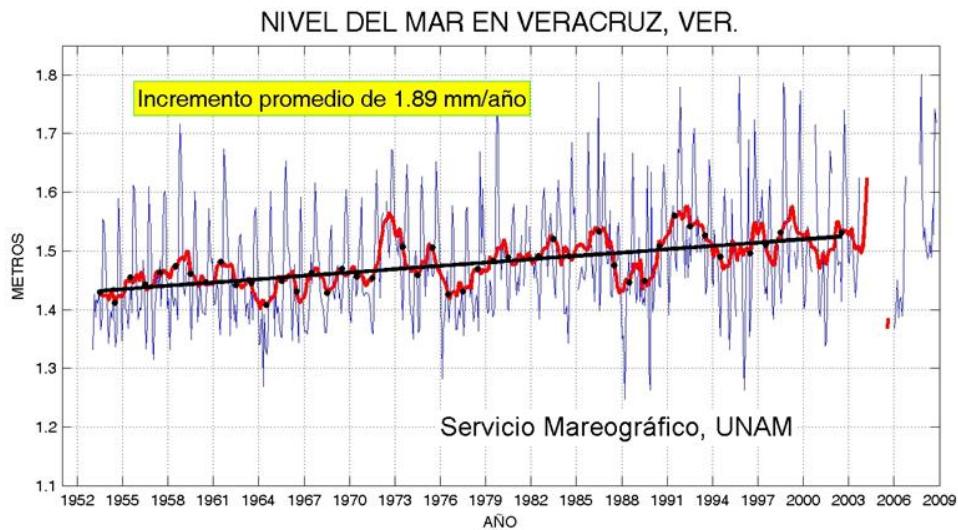
Fuente: INE,2012.

**Figura 1.5 Tendencia del nivel del mar en Progreso, Yuc.**



Fuente: INE,2012.

**Figura 1.6 Tendencia del nivel del mar en Tuxpan, Ver.**



Fuente: INE,2012.

**Figura 1.7 Tendencia del nivel del mar en Veracruz, Ver.**

Los datos de la tabla 1.1, muestran tendencias del nivel medio del mar muy diferentes para el Golfo de México, ya que van de 1.79 mm/año en Alvarado, Ver., hasta 9.16 mm/año en Cd. Madero, Tamps., aunque debe tenerse en cuenta que las series de datos con las que se realizaron estas estimaciones no corresponden a los mismos períodos.

**Tabla 1.1 Tendencias del nivel del mar para los sitios analizados en el Golfo de México.**

Sitio	Tendencia (mm/año)	Periodo	No. De años en el cálculo
Alvarado, Ver.	1.79	1955-1981	19
Cd. Del Carmen, Camp.	3.38	1956-1990	26
Cd. Madero, Tamps.	9.16	1962-1979	15
Coatzacoalcos, Ver.	2.90	1952-1988	22
Progreso, Yuc.	2.45	1952-1984	27
Veracruz, Ver.	1.89	1952-2003	16
Tuxpan, Ver.	2.82	1958-1989	43

Nota. Se indica el período en el que si hay datos disponibles.

Fuente: INE,2012.

En los siete sitios analizados en el Golfo de México, se encontró una tendencia de aumento en el nivel del mar. Las series de tiempo muestran claramente variaciones interanuales y de escala decadal que, para ser separadas del cambio producido por el calentamiento global del planeta, es deseable tener series más largas, de varias

décadas. Aunque estas series tienen longitudes variables, se buscó tener más información al comparar las tendencias de cada sitio con relación a las variaciones del nivel del mar en Veracruz, que se encuentra en la parte central de las costas mexicanas del Golfo de México y tiene la serie de tiempo más larga.

Es importante notar que la tendencia de aumento en el nivel del mar en Veracruz, de 1.89 mm/año, es muy similar a la reportada por el IPCC para el océano mundial lo que sugiere que, en principio, no ha habido movimientos verticales de la corteza terrestre importantes en la región lo que hace que el sitio sea una buena referencia para comparar con la variación en otros sitios.

Los valores que se obtienen muestran tendencias positivas en los siete sitios analizados, tanto en el análisis de cada una de las series como en la comparación con Veracruz. Los resultados muestran una menor tendencia en Veracruz y Alvarado con 1.89 mm/año y 1.79 mm/año, respectivamente, y de 2.76 mm/año en Alvarado cuando se considera la tendencia relativa a Veracruz. Progreso muestra una tendencia de 2.45 mm/año o de 2.60 mm/año con respecto a Veracruz. Le siguen Cd. del Carmen, Camp., Coatzacoalcos, Ver., y Tuxpan, Ver., con tendencias entre 3 y 4 mm/año, mientras que en Cd. Madero, Tamps., la tendencia es mucho mayor con un valor de 9.16 mm/año y de 7.93 mm/año con respecto a la variación del nivel del mar en Veracruz, estas variaciones corresponden a las diferencias del nivel del mar en cada sitio en relación con la tendencia del incremento en Veracruz, Ver.

Las tendencias observadas en el nivel del mar muestran que es muy importante continuar con las mediciones de esta variable en los sitios en que se tienen las series de tiempo más largas para poder actualizar estas estimaciones. Algunos de los sitios considerados se han mantenido y otros están en proceso de rehabilitación, por lo que habrá que dar seguimiento a los datos que se generan para actualizar estas tendencias, las cuales fueron calculadas con datos que se interrumpieron, en la mayoría de los casos, en las décadas de los ochentas o noventas.

## Proyecciones nacionales de incremento en el nivel medio del mar

De acuerdo a la fuente de información, para las proyecciones de incremento en el nivel medio del mar a nivel global, nacional y regional, se tomaron como las proyecciones globales, las citadas en el Cuarto Informe de Evaluación (2007) del IPCC; para las proyecciones nacionales se tomó como referencia las estimadas por el Laboratorio de Estudios Ambientales del Departamento de Geo-ciencias de la Universidad de Arizona, las cuales se encuentran disponibles en la página web <http://geongrid.geo.arizona.edu/arcims/website/slrisworld/viewer.htm>.

Cabe señalar que varias de las estimaciones en el reporte consultado se ajustaron de acuerdo a diversas metodologías y depende de la disponibilidad de información en cada sitio, en general son cálculos realizados a partir de imágenes de satélite.

## **Escenario con incremento del nivel del mar de 0.6 m**

En el Sureste Mexicano, se observa que la costa de Quintana Roo y Campeche podrían ser las más afectadas (figura 1.8). Sin embargo, en estos estados se observa la influencia de los errores introducidos por la vegetación y que sólo es posible corregir con mediciones más precisas. En Veracruz se observa la posible afectación en los municipios de Alvarado, Tuxpan y Pánuco (figura 1.9). El estado de Tamaulipas podría tener afectaciones en la zona del río Pánuco y del río Bravo, así como en su sistema lagunar adyacente (figura 1.8).

Para el escenario de 0.6 m de incremento, se encontró que Tabasco, Campeche y Sinaloa podrían ser los estados más afectados del País (tabla 1.2).

**Tabla 1.2 Estados costeros más impactados, por el incremento en el nivel del mar de 0.6 m.**

Estados	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Superficie (%)
Campeche	7,698	13.29
Sinaloa	5,445	9.49
Tabasco	5,240	21.18
Quintana Roo	2,177	5.14
Nayarit	1,967	7.07
Veracruz	1,939	2.70
Tamaulipas	1,764	2.20
Yucatán	1,018	2.57

Nota. La superficie relativa está en función de la superficie total del estado.

Fuente: INE,2012.



Fuente: INE, 2012

**Figura 1.8 Escenario de incremento del nivel del mar de 0.6 m para las costas de los estados de Quintana Roo y Campeche).**

### Escenario con incremento del nivel del mar de 1 m

De acuerdo a la referencia consultada se puede observar en las figuras 1.9 a la 1.12, los escenarios de 1 m de incremento del nivel medio del mar, donde se detectó que el grado de impacto es similar al pronóstico para 2 m. Con base en los resultados que se obtuvieron, se estimó que la superficie afectada es de 22,078 km<sup>2</sup> para México (tabla 1.3). Las costas de Quintana Roo, Tabasco, Campeche y Sinaloa tienen gran probabilidad de ser los más afectados con un porcentaje aproximado entre el 6.58 y 9.47 % de su superficie.



Nota. El mar en azul, las zonas susceptibles en rojo y el territorio en verde con las poblaciones en blanco.

Fuente: INE, 2012. [Laboratorio de Estudios Ambientales del Departamento de Geociencias de la Universidad de Arizona].

**Figura 1.9 Escenario de incremento del nivel del mar de 1 m para México.**

**Tabla 1.3 Estados costeros más impactados, por el incremento en el nivel del mar de 1 m.**

Estados	Superficie afectada (Km <sup>2</sup> )	Superficie relativa (%)
Campeche	4,321	7.46
Quintana Roo	4,011	9.47
Sinaloa	3,775	6.58
Veracruz	3,591	5.00
Tabasco	2,024	8.18
Yucatán	1,862	4.70
Tamaulipas	1,604	2.00
Nayarit	890	3.20
<b>Total</b>	<b>22,078</b>	

Nota. La superficie relativa está en función de la superficie total del estado.

Fuente: INE, 2012.



Nota. El mar en azul, las zonas susceptibles en rojo y el territorio en verde con las poblaciones en blanco.

Fuente: INE [Laboratorio de Estudios Ambientales del Departamento de Geociencias de la Universidad de Arizona].

**Figura 1.10 Escenario de incremento del nivel del mar de 1 m (Región Golfo Norte).**



Nota. El mar en azul, las zonas susceptibles en rojo y el territorio en verde con las poblaciones en blanco.

Fuente: INE [Laboratorio de Estudios Ambientales del Departamento de Geociencias de la Universidad de Arizona].

**Figura 1.11 Escenario de incremento del nivel del mar de 1 m (Región Golfo Sur).**

En la bibliografía consultada, se utilizó una metodología distinta a la primera, con la que se obtuvo un mapa de áreas inundadas con el incremento del nivel del mar de 1 metro con mayor definición<sup>1</sup> (figura 1.12), y se realizó una segunda estimación de la superficie afectada para los estados de Campeche, Tabasco, Quintana Roo, Tamaulipas y Veracruz como se observa en la tabla 1.4.

Del análisis que se realizó se estimó que la mayor extensión de área inundada relativa por estado, será en Campeche, Ortiz y Méndez (1999), encontraron resultados similares, a diferencia de que en su análisis se tomaron en cuenta otros factores como los procesos costeros de erosión, hundimiento costero, entre otros.

**Tabla 1. 4 Estados costeros más impactados, por el incremento en el nivel del mar de 1 m.**

Estados	Superficie afectada (Km <sup>2</sup> )	Superficie relativa (%)
Campeche	3,643.90	6.50
Tabasco	3,065.70	12.60
Quintana Roo	2,447.90	2.40
Tamaulipas	964.50	1.20
Veracruz	762.20	1.10

Nota. La superficie relativa está en función de la superficie total del estado.

Fuente: INE, 2012.



Nota. el área roja muestra las zonas de posible afectación por aumento de 1 m del nivel del mar.

Fuente: INE, 2012.

**Figura 1.12 Escenario de incremento del nivel del mar de 1 m para México.**

<sup>1</sup> Con resolución de 90 m en la horizontal y de 1 metro en la vertical.

## Escenario con incremento del nivel del mar de 2 m

El escenario de 2 m para México (figura 1.13), se observa que Campeche, Sinaloa y Quintana Roo tienen una mayor probabilidad de ser los estados más afectados, en términos absolutos; en el pronóstico se estimó que en México se puede tener una superficie total de afectación de 29,622 km<sup>2</sup> (tabla 1.5). Si hablamos en términos relativos, de acuerdo a la bibliografía consultada, Tabasco sería el estado más afectado con el 14 % de su superficie; en menor proporción se encontraron Quintana Roo, Campeche y Sinaloa con 11.94, 9.50 y 8.90 % respectivamente.



Fuente: INE, 2012

**Figura 1.13 Escenario de incremento del nivel del mar de 2 m para México.**

**Tabla 1. 5 Estados costeros más impactados, por el incremento en el nivel del mar de 2 m.**

Estados	Superficie afectada (Km <sup>2</sup> )	Superficie relativa (%)
Campeche	5,503	9.50
Sinaloa	5,106	8.90
Quintana Roo	5,058	11.94
Veracruz	3,806	5.30
Tabasco	3,463	14.00
Tamaulipas	2,886	3.60
Yucatán	2,484	6.27
Nayarit	1,316	4.73
<b>Total</b>	<b>29,622</b>	

Nota. La superficie relativa está en función de la superficie total del estado.

Fuente: INE, 2012.

## 1.4 Proyecciones climáticas para México

En la bibliografía consultada, se observó que los Modelos de Circulación General Océano-Atmósfera (AOGCM, por sus siglas en inglés) pronostican para México y el Caribe que el calentamiento entre los años 2000 y 2100, será mayor que en el resto del planeta, pero la precipitación decrecerá en un porcentaje considerable. En la Tabla 1.6, se observa como las temperaturas se incrementarán de 1.4 a 4.6 °C en el escenario de invierno y de 1.9 a 5.2 °C en la primavera, (INE,2012), en comparación con las condiciones que se presentaron el siglo pasado, con un valor de 0.5 °C, se prevé que el mayor impacto se presentará en la primavera tanto en la masa continental como en la costa.

**Tabla 1.6 Pronóstico de temperatura y precipitación para México y El Caribe, comprendida entre las coordenadas 10° a 30° N, 116 a 83° O.**

Estaciones	Respuesta térmica (°C)							Respuesta pluvial (%)							Estaciones extremas		
	Mín	25	50	75	Máx	T (años)	Mín	25	50	75	Máx	T (años)	Cálida	Húmeda	Seca		
Inviero	1.4	2.2	2.6	3.5	4.6	15	-57	-18	-14	-9	0	>100	96	2	25		
Primavera	1.9	2.7	3.6	3.8	5.2	10	-46	-25	-16	-10	15	75	100	2	18		
Verano	1.8	2.7	3.4	3.6	5.5	10	-44	-25	-9	-4	12	90	100	*	24		
Otoño	2	2.7	3.2	3.7	4.6	10	-45	-10	-4	7	24	-	100	*	15		
Anual	1.8	2.6	3.2	3.6	5	10	-48	-16	-9	-5	9	65	100	2	33		

Fuente: INE, 2012.

Además, en las costas y mares de México existen cambios debidos a otro tipo de eventos naturales, con ciclos de unos cuantos años, de extensión global, como El Niño-La Oscilación del Sur (ENOS)10 y la Oscilación Decadal del Pacífico Norte (OPN) y la Oscilación del Atlántico Norte (OAN) y la Oscilación Multidecadal del Atlántico (OMA).

Es importante señalar la interdependencia e interrelación de estos fenómenos que no son locales y propios de una región, por ejemplo, en México, el fenómeno del Niño tiene influencia en las costas nororiental y oriental, el cual intensifica los vientos del norte (Nortes); una vez que se presenta dicho fenómeno se reduce la frecuencia de los huracanes y tormentas tropicales en el Atlántico.

## 1.5 Impactos y vulnerabilidad ante el incremento del nivel del mar

Los principales impactos que se esperan por el efecto del cambio climático son el aumento del nivel medio del mar, con lo que aumentan en intensidad y frecuencia las inundaciones, el oleaje de tormenta, la erosión, etc., lo que se traduce en daño a los ecosistemas y a la infraestructura portuaria y costera (IPCC, 2007).

El incremento del nivel medio del mar afectará a los humedales costeros, incluidos marismas de agua salada y manglares, se calculan pérdidas mundiales del 33% si el nivel del mar aumenta 36 cm entre los años 2000 a 2080, en mayor medida en donde existen barreras que retienen el paso del agua y los sedimentos en el lado tierra. Existen dos factores principales que favorecen las pérdidas de los humedales y manglares costeros, así como los daños por inundaciones en la costa, los cuales son las actividades humanas y el incremento del nivel medio del mar por efecto de cambio climático (IPCC, 2007).

Este incremento aumentará las zonas salinas en las aguas subterráneas y los estuarios, los manglares y arrecifes de coral sufrirán se deteriorarán al grado que impactarán a la pesca y al turismo; esto se traduce en menor disponibilidad de agua dulce para los seres humanos y los ecosistemas costeros; la intrusión salina podría aumentar el hábitat de la pesquería en aguas salobres, pero dañar la industria de la acuicultura en un grado considerable (IPCC, 2007).

El delta del río Grijalva se identificó como una zona de vulnerabilidad media ante el incremento del nivel medio del mar por efecto del cambio climático (figura 1.14).

De acuerdo a la bibliografía y los pronósticos que se realizaron para finales de este siglo, se pueden identificar zonas de impacto en casi todo el litoral del Golfo de México, en las zonas costeras de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo; en el litoral del Pacífico las zonas con mayor vulnerabilidad ante los efectos del incremento del nivel medio del mar por cambio climático son las costas de Sinaloa, Nayarit y Chiapas.

En la bibliografía (INE, 2012) se señala que en México las zonas críticas serán la Laguna de Términos en Campeche, el Complejo Deltaico Grijalva-Usumacinta y el Sistema Lagunar Carmen-Pajonal Machona en Tabasco, La Reserva de la Biosfera Sian Kaa'n en Quintana Roo y los marismas nacionales en Nayarit y Sinaloa.

Uno de los principales impactos asociados al incremento del nivel medio del mar por efecto del cambio climático, es el aumento del nivel de marea de tormenta asociado a ciclones tropicales, los cuales se pronostican con mayor intensidad de precipitaciones, lo que incrementa el riesgo de inundación.



Nota. Vulnerabilidad extrema = >1 millón, Alta = de 1 millón a 50.000, Media = de 50.000 a 5.000. Estimación de población desplazada en 2050 se toma en cuenta las tendencias del incremento del nivel medio del mar.

Fuente: INE, 2012 [IPCC, 2007].

**Figura 1.14 Mapa que identifica las zonas de mayor vulnerabilidad relativa en los deltas costeros.**

En la bibliografía (INE, 2012), se pronostica la probabilidad de que los huracanes sean más intensos, con aumento en la temperatura de la superficie del mar, en relación al incremento de frecuencia es un tema sobre el que continúa estudiándose.

Otra observación es el desplazamiento en la misma dirección de los nortes en los últimos 50 años, se prevé que serán más frecuentes con vientos más fuertes y altura de las olas extremas, aunque disminuirán en frecuencia.

Se realizó un análisis que determinó una tendencia del incremento de la frecuencia hacia el 2005, con 4 huracanes de categoría 5 asociados al cambio climático.

## 1.6 Evaluación de la vulnerabilidad

La principal amenaza relacionada con el cambio climático, las pérdidas humanas y los daños materiales, ocasionados por el aumento en la intensidad y frecuencia de eventos naturales extremos, los cuales tienen mayor impacto en las poblaciones económicamente más vulnerables y en los países en desarrollo.

Por tal motivo debe ser prioridad determinar el nivel de vulnerabilidad en una zona portuaria o costera, a fin de poder establecer medidas de adaptación y mitigación ante los efectos adversos del cambio climático.

Las zonas portuarias y costeras están sujetas a presiones de tipo social, ambiental, económico entre muchos otros, lo que complica la forma de determinar el nivel de vulnerabilidad en un sitio determinado, ya que existen numerosos agentes y elementos en un sistema que impactan y definen el grado de sensibilidad y el nivel de afectación ante eventos adversos.

La gestión que se realiza en estas zonas está determinada por horizontes que establecen políticas públicas de inversión y gobernanza, lo cual implica grandes desafíos al identificar las principales amenazas y riesgos a los que está expuesta una zona portuaria o costera y más aún a establecer el grado de vulnerabilidad a los efectos del incremento del nivel del mar debidos al cambio climático y con ello a definir las medidas de adaptación.

La vulnerabilidad es el grado de afectación al que está expuesto un sistema ante la materialización de un riesgo, el cual está asociado a la combinación de la probabilidad de ocurrencia con el nivel de impacto.

La forma más efectiva para poder determinar la vulnerabilidad en un sistema portuario o costero, es establecer índices o indicadores que utilizan modelos cualitativos o cuantitativos con los que se realiza el análisis a partir de un estado inicial o en condiciones actuales y comparándolo con los diferentes escenarios de acuerdo a la identificación de las amenazas, los riesgos y los impactos asociados.

Los ambientes costeros y los ecosistemas se verán significativamente afectados tanto por el cambio climático (incremento del nivel del mar a largo plazo y la intensificación de las tormentas), como por los cambios ambientales ocasionados por los seres humanos. Estos cambios tendrán un impacto significativo en las zonas portuarias y costeras altamente vulnerables.

Si definimos que el riesgo es la función de la amenaza como un agente externo y la vulnerabilidad como un agente interno; y tomamos en cuenta que el cambio climático se considera como la probabilidad de que un sistema determinado sufra un daño bajo la exposición a una perturbación o estrés climático, Conde (2003).

$$\text{Riesgo} = f(\text{Amenaza}, \text{Vulnerabilidad})$$

Donde:

- Amenaza. Es el factor relacionado con la probabilidad de ocurrencia de un evento natural específico, cuya intensidad sea capaz de dañar al sistema, por ejemplo, un evento climático adverso.
- Vulnerabilidad. Es el grado de exposición y fragilidad de un sistema, de tal forma que las amenazas climáticas representen daños a la economía, la población y/o el entorno que se estudia.
- Riesgo. Es la probabilidad de que se materialice de un peligro o de una amenaza vinculada al grado de impacto y vulnerabilidad ante un evento.

Los modelos conceptual y analítico son los más usados para determinar el grado de vulnerabilidad, de tal forma que se requiere establecer un marco conceptual, el grado de exposición a riesgos y amenazas y al nivel de sensibilidad, adaptación y resiliencia que tienen los sistemas portuarios y costeros.

Los elementos que definen la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático son:

- La zona de estudio.
- Una variable definida como primaria en el análisis de la vulnerabilidad vs. Riesgo.
- La determinación de las principales amenazas en la zona de estudio.
- Establecer un escenario en el tiempo, acotar la temporalidad.

En la información investigada se destacan tres componentes en la vulnerabilidad relacionadas con el cambio climático.

- Físico-ambiental.
- Socio-económica.
- Grado de adaptación y resiliencia.

El marco conceptual de la vulnerabilidad integra dos diferentes dimensiones independientes de la vulnerabilidad: la escala, y el nivel de dominio (Tabla 1.7).

Tabla 1.7 Factores de vulnerabilidad en relación con la escala y el dominio de conocimiento.



Fuente: Tesis: Evaluación de la Vulnerabilidad Costera y Medidas de Adaptación al Cambio Climático en la Región Sur de la Bahía de La Paz. Arturo González Baheza, México, 2013. (Adaptado por el autor, de Füssel, 2007).

## 1.7 Indicadores de vulnerabilidad

Dado que las unidades de medición obtenidas para cada indicador fueron diferentes entre sí, se requirió de su normalización para comparar posteriormente los valores de los índices y así evaluar la vulnerabilidad para cada variable, como se muestra a continuación:

$$Iv = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

Dónde:

$Iv$  = Índice de vulnerabilidad.

$x_i$  = Valor promedio del dato a normalizar.

$x_{\min}$  = Valor mínimo del rango de datos.

$x_{\max}$  = Valor máximo del rango de datos.

Se obtienen valores adimensionales (entre 0 = mínimo y 1 = máximo) de los índices, para establecer la ponderación de los indicadores, y con ello se determinan los valores del índice en las categorías necesarias.

Fuente: Adaptado de Tesis “Evaluación de la Vulnerabilidad Costera y Medidas de Adaptación al Cambio Climático en la Región Sur de la Bahía de La Paz”, Arturo González Baheza, México, 2013.

## **2. Caso de Estudio**

---

### **2.1 Delimitación de la zona de estudio**

Se determinó un puerto piloto para realizar la comparación de las condiciones en un estado actual con un escenario en el cual se tomó en cuenta el incremento del nivel del mar y de la altura del oleaje incidente, para ello se seleccionó el puerto de Veracruz en el Golfo de México (ver Figura 2.1).



Fuente: imagen Google Earth, 2022.

**Figura 2.1 Zona norte de la Ampliación del Puerto de Veracruz, Ver.**

Una vez definida la zona de estudio, se procedió a recopilar la información oceanográfica y meteorológica para el diseño de los elementos de coraza en un rompeolas, en primer lugar se investigó todo lo relacionado con la actividad de eventos extremos como huracanes en el puerto de Veracruz.

## 2.2 Información histórica de huracanes en Veracruz, Ver.

La información de los eventos de ciclones tropicales en la cuenca del Atlántico, se tomaron de la base de datos disponible y de dominio público denominada HURDAT2 (Hurricane Databases), publicada por el National Hurricane Center (NHC) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), para el período comprendido entre los años 1956 – 2020. Para el presente estudio, para la obtención de los campos de viento, se consideraron los mega huracanes, huracanes, tormentas tropicales y tormentas. De la base de datos HURDAT2, se seleccionaron los huracanes y tormentas que se presentaron en un radio cercano del Puerto de Veracruz, Ver. (Tabla 2.1), en el período comprendido entre 1956 – 2020, de los cuales se identificaron:

- 4 mega huracanes
- 13 huracanes
- 18 tormentas
- 6 tormentas tropicales

**Tabla 2. 1 Huracanes en el Océano Pacífico en un radio cercano al Puerto de Veracruz, Ver. (NOAA).**

Categoría	Nombre	Fecha	Año	Categoría	Nombre	Fecha	Año
T	BETA	SEP 17-22	2020	T	GERT	JUL 23-25	2005
TS	NESTOR	OCT 18-19	2019	T	JOSE	AUG 22-23	2005
H	FRANKLIN	AUG 7-10	2017	H	STAN	OCT 1-5	2005
H	KATIA	SEP 5-9	2017	T	LARRY	OCT 1-6	2003
TS	DANIELLE	JUN 19-21	2016	MH	BRET	AUG 18-25	1999
H	EARL	AUG 2-6	2016	H	DOLLY	AUG 19-25	1996
TS	DOLLY	SEP 1-3	2014	MH	ROXANNE	OCT 7-21	1995
TS	HANNA	OCT 22-28	2014	H	GERT	SEP 14-21	1993
T	BARRY	JUN 17-20	2013	H	DIANA	AUG 4-9	1990
T	FERNAND	AUG 25-26	2013	H	DEBBY	AUG 31- SEP 8	1988
H	ERNESTO	AUG 1-10	2012	T	EDOUARD	SEP 14-15	1984
T	HELENE	AUG 9-18	2012	T	HERMINE	SEP 20-26	1980
T	ARLENE	JUN 28 - JUL 1	2011	T	BESS	AUG 5-8	1978
T	HARVEY	AUG 19-22	2011	T	CANDY	JUN 22-25	1968
H	NATE	SEP 7-11	2011	T	HALLIE	SEP 20-22	1966
T	HERMINE	SEP 5-9	2010	T	INGA	NOV 5-8	1961
MH	KARL	SEP 14-18	2010	H	HABBY	JUL 9-17	1960
T	MARCO	OCT 6-7	2008	TS	BEULAH	JUN 15-19	1959
MH	DEAN	AUG 13-23	2007	H	ANNA	JUL 25-27	1956
H	LORENZO	SEP 25-28	2007	TS	DORA	SEP 10-13	1956
T	BRET	JUN 28-30	2005				

Fuente: <https://www.nhc.noaa.gov/dcmi.shtml>.

La información de los eventos de ciclones tropicales en el Golfo de México, se tomaron de la base de datos disponible y de dominio público del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), publicada por la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), para el período comprendido entre los años 1999 – 2021.

De la base de datos del SMN, se seleccionaron los huracanes y tormentas que se presentaron en un radio cercano del Puerto de Veracruz, Ver. (Tabla 2.2), en el período comprendido entre 1999 – 2021, de los cuales se identificaron:

- 3 mega huracanes
- 6 huracanes
- 13 tormentas tropicales

**Tabla 2.2 Huracanes en el Océano Pacífico en un radio cercano al Puerto de Veracruz, Ver. (SMN).**

Categoría	Nombre	Fecha	Año	Categoría	Nombre	Fecha	Año
H3	GRACE	13-21 AGO	2021	TT	HERMINE	5-7 SEP	2010
H1	KATIA	5-9 SEP	2017	H (III)	KARL	14-18 SEP	2010
TT-H1	EARL	2-6 AGO	2016	TT	MARCO	06-07 OCT	2008
TT	DOLLY	1-3 SEP	2014	H (II)	DEAN	13-23 AGO	2007
TT	BARRY	17-20 JUN	2013	H (I)	LORENZO	25-28 SEP	2007
TT	FERNAND	25-26 AGO	2013	TT	BRET	28-29 JUN	2005
H1	ERNESTO	1-10 AGO	2012	TT	GERT	23-25 JUL	2005
TT	HELENE	9-11 Y 17-18 AGO	2012	TT	JOSE	22-23 AGO	2005
TT	ARLENE	28-30 JUN	2011	H (I)	STAN	01-05 OCT	2005
TT	HARVEY	18-22 AGO	2011	TT	LARRY	01-06 OCT	2003
H	NATE	7-11 SEP	2011	H (IV)	BRET	18/24 AGO	1999

Fuente: <https://smn.conagua.gob.mx/es/cyclones-tropicales/informacion-historica>.

## 2.3 Información meteorológica

Se revisó la base de datos de la Comisión Nacional del Agua y de la estación meteorológica con la que cuenta el aeropuerto de la Ciudad de Veracruz, Ver. A fin de observar el comportamiento de las temperaturas y de las variables meteorológicas en la zona de estudio, a continuación, se muestran los resúmenes anuales con las diferentes variables, la información completa se puede observar en el Anexo 1 de esta publicación. Se puede apreciar que desde el año 2005 ya no hay información de precipitación para poder realizar análisis comparativo para relacionarla con otras de las variables meteorológicas.

**Tabla 2.3 Resumen de información meteorológica mensual de 2002 a 2021 en el puerto de Veracruz, Ver.**

	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2002	T. MEDIA (°C)	22	21	24	27	28	28	28	28	28	28	24	22
	T. MÁX (°C)	31	31	38	39	37	36	34	33	34	34	33	31
	T. MÍN (°C)	12	11	15	19	21	22	22	22	22	22	13	15
	Vm VIENTO (km/h)	19.20	25.00	19.90	16.10	15.80	12.10	12.00	9.90	11.00	10.80	20.50	18.00
	RACHAS MÁX (km/h)	111.10	148.20	111.10	83.20	92.40	--	64.8	74.1	74.1	64.80	129.50	92.40
	PRESIÓN MEDIA (hPa)	1016.30	1017.60	1013.40	1012.80	1011.20	1010.30	1014.10	1013.00	1009.40	1011.30	1015.10	1016.10
	LLUVIA (mm)	0	0	0	0	0	0	0	18	495	279	611	299

	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2003	T. MEDIA (°C)	21	23	25	26	29	29	28	28	28	27	24	21
	T. MÁX (°C)	29	35	41	37	40	37	35	34	35	34	33	30
	T. MÍN (°C)	15	16	11	14	21	23	22	20	23	21	15	10
	Vm VIENTO (km/h)	17.20	17.20	17.40	9.90	8.80	6.90	6.40	5.50	7.60	10.90	13.30	13.80
	RACHAS MÁX (km/h)	92.40	83.20	92.40	92.40	46.50	64.8	55.4	46.5	64.8	64.80	92.40	83.20
	PRESIÓN MEDIA	1019.60	1012.70	1010.60	1010.80	1009.40	1009.10	1013.50	1013.00	1011.30	1011.30	1015.80	1017.60
	LLUVIA (mm)	223	0	2	26	100	516	492	498	1407	1074	612	278

	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2004	T. MEDIA (°C)	22	22	25	26	27	28	28	29	28	27	25	22
	T. MÁX (°C)	34	33	35	35	40	35	34	35	35	35	33	32
	T. MÍN (°C)	16	13	19	17	19	22	22	22	22	21	17	13
	Vm VIENTO (km/h)	10.40	12.60	10.30	10.00	9.90	7.00	6.50	7.50	7.40	7.30	11.30	13.60
	RACHAS MÁX (km/h)	64.80	64.80	55.40	64.80	83.20	--	37	46.5	46.5	51.90	83.20	74.10
	PRESIÓN MEDIA	1016.30	1015.60	1015.70	1012.10	1012.10	1011.90	1012.80	1013.00	1011.10	1011.50	1014.50	1017.60
	LLUVIA (mm)	445	172	301	127	653	303	156	332	428	337	0	17

2005	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	22	22	24	26	28	29	28	28	28	26	23	22
	T. MÁX (°C)	30	31	37	39	36	37	34	35	36	33	31	30
	T. MÍN (°C)	15	14	17	15	21	22	23	21	22	20	13	12
	V. MEDIA VIENTO	11.00	11.80	11.00	12.60	9.00	10.60	7.90	6.80	9.60	11.30	11.80	11.10
	RACHAS MÁX (km/h)	74.10	55.40	92.40	101.90	55.40	--	46.5	46.5	55.4	74.10	74.10	74.10
	PRESIÓN MEDIA	1017.70	1015.40	1011.00	1011.80	1010.10	1008.60	1011.70	1011.90	1012.10	1011.80	1015.70	1015.50
	LLUVIA (mm)	46	99	28	6.4	56	497	6.4	301	443	668	117	1.3

2006	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	22	22	25	27	28	28	27	28	28	27	24	22
	T. MÁX (°C)	30	32	38	37	36	35	34	34	35	36	32	31
	T. MÍN (°C)	10	12	18	18	19	22	22	23	22	17	15	12
	V. MEDIA VIENTO	12.40	12.50	10.70	9.00	9.30	8.90	7.50	6.80	7.30	10.90	11.20	12.90
	RACHAS MÁX (km/h)	83.20	74.10	74.10	64.80	74.10	37	--	--	40.7	74.10	83.20	74.10
	PRESIÓN MEDIA	1016.80	1016.30	1013.00	1010.90	1010.40	1012.40	1013.30	1012.50	1011.50	1011.30	1014.80	1017.10
	LLUVIA (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2007	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	22	22	24	26	28	29	29	28	27	26	24	24
	T. MÁX (°C)	30	30	36	39	36	36	35	35	34	34	31	31
	T. MÍN (°C)	12	13	16	19	22	22	22	23	22	14	17	16
	V. MEDIA VIENTO	14.70	10.80	10.80	11.10	8.10	6.90	6.70	8.80	7.50	11.80	10.30	8.60
	RACHAS MÁX (km/h)	74.10	55.40	64.80	64.80	--	--	--	55.4	55.4	83.20	64.80	74.10
	PRESIÓN MEDIA	1017.00	1014.90	1014.50	1011.70	1011.30	1010.80	1012.10	1011.10	1012.30	1011.70	1016.40	1015.30
	LLUVIA (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2008	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	22	24	24	27	29	27	27	28	27	26	23	22
	T. MÁX (°C)	32	34	38	36	41	34	34	35	35	33	32	30
	T. MÍN (°C)	15	15	15	17	22	22	22	23	21	16	17	13
	V. MEDIA VIENTO	11.80	11.20	11.00	11.60	8.90	8.20	6.50	5.80	12.10	11.00	9.00	10.20
	RACHAS MÁX (km/h)	74.10	92.40	92.40	74.10	46.50	--	--	--	55.4	46.50	83.20	83.20
	PRESIÓN MEDIA	1016.60	1013.80	1013.30	1010.70	1008.10	1011.40	1012.10	1010.20	1010.30	1015.10	1016.10	1016.50
	LLUVIA (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2009	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	22	23	24	26	28	29	28	28	28	27	24	22
	T. MÁX (°C)	31	33	38	38	37	37	35	34	35	35	31	34
	T. MÍN (°C)	12	15	13	16	21	23	21	22	22	19	17	15
	V. MEDIA VIENTO	9.80	10.70	11.20	11.30	9.60	7.40	6.20	5.70	7.30	9.00	14.10	11.40
	RACHAS MÁX (km/h)	74.10	55.40	83.20	64.80	55.40	--	55.4	--	46.5	64.80	64.80	64.80
	PRESIÓN MEDIA	1017.10	1016.50	1013.80	1011.30	1010.00	1009.70	1012.80	1013.10	1011.20	1010.30	1014.50	1013.50
	LLUVIA (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2010	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	20	20	22	26	29	29	28	28	27	26	24	22
	T. MÁX (°C)	35	28	35	40	40	38	37	34	35	34	32	37
	T. MÍN (°C)	10	12	13	18	21	22	23	23	20	19	12	12
	V. MEDIA VIENTO	12.00	10.40	11.90	9.40	8.70	8.70	8.00	8.40	11.00	9.30	11.90	12.20
	RACHAS MÁX (km/h)	74.10	92.40	74.10	64.80	46.50	46.5	--	40.7	92.4	64.80	92.40	83.20
	PRESIÓN MEDIA	1016.00	1013.70	1012.90	1010.40	1009.80	1010.20	1010.80	1011.10	1009.30	1015.10	1014.80	1016.70
	LLUVIA (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2011	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	23	22	26	29	30	30	28	29	28	26	24	22
	T. MÁX (°C)	31	35	36	44	40	36	34	35	35	33	32	28
	T. MÍN (°C)	15	15	15	20	22	23	23	22	19	16	10	13
	V. MEDIA VIENTO	12.90	15.00	12.70	12.80	11.80	11.40	8.10	6.90	8.30	12.60	13.10	12.00
	RACHAS MÁX (km/h)	55.40	74.10	74.10	74.10	74.10	46.5	--	--	74.1	66.50	92.40	59.40
	PRESIÓN MEDIA	1014.50	1014.90	1012.90	1008.80	1008.30	1009.30	1011.20	1010.60	1011.40	1013.40	1015.40	1017.00
	LLUVIA (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2012	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	22	23	25	26	28	28	27	27	27	26	23	23
	T. MÁX (°C)	31	34	36	36	34	33	33	33	32	32	29	30
	T. MÍN (°C)	15	15	18	17	20	22	21	21	21	20	17	15
	V. MEDIA VIENTO	11.20	12.50	13.20	12.40	11.80	9.50	7.40	8.30	9.20	8.50	8.30	10.80
	RACHAS MÁX (km/h)	64.80	83.20	68.30	55.40	55.40	--	--	55.4	37	46.50	--	74.10
	PRESIÓN MEDIA	1016.80	1014.80	1013.30	1011.30	1010.40	1009.60	1013.40	1011.20	1012.50	1013.00	1017.40	1014.40
	LLUVIA (mm)	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0

2013	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	22	23	23	26	27	28	27	27	26		23	22
	T. MÁX (°C)	31	34	37	36	36	33	33	32	32		29	32
	T. MÍN (°C)	14	15	10	17	18	21	22	21	22		15	16
	V. MEDIA VIENTO	13.30	13.20	15.20	13.70	12.60	10.10	7.80	8.70	8.30		13.80	13.90
	RACHAS MÁX (km/h)	74.10	64.80	74.10	83.20	77.80	51.9	--	74.1	55.4		83.20	74.20
	PRESIÓN MEDIA	1016.80	1012.90	1015.00	1010.00	1011.20	1011.00	1012.90	1012.50	1008.80		1017.50	1017.60
	LLUVIA (mm)	0	50	0	0	0	0	0	0	0		600	0

2014	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	20	22	24	26	26	27	27	28	27	26	23	22
	T. MÁX (°C)	28	31	34	40	33	32	33	33	33	33	30	31
	T. MÍN (°C)	11	15	12	15	17	23	20	22	21	19	15	14
	V. MEDIA VIENTO	13.50	13.30	15.70	14.40	13.40	10.80	8.60	7.30	9.60	10.20	12.40	10.40
	RACHAS MÁX (km/h)	64.80	64.80	64.80	83.20	74.20	51.8	38.9	--	--	64.80	83.30	64.80
	PRESIÓN MEDIA	1019.60	1014.60	1013.80	1011.50	1013.30	1011.40	1015.10	1013.80	1012.20	1013.00	1017.40	1017.70
	LLUVIA (mm)	0	0	0	0	--	--	--	--	--	--	--	--

2015	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	20	21	22	27	28	28	28	29	28	27	26	24
	T. MÁX (°C)	28	28	34	41	36	33	34	35	34	34	31	33
	T. MÍN (°C)	13	13	14	19	20	21	21	22	22	21	19	16
	V. MEDIA VIENTO	13.90	13.40	12.50	11.50	10.80	9.40	8.90	9.00	8.10	11.50	11.20	12.30
	RACHAS MÁX (km/h)	64.80	64.80	83.30	64.80	--	--	--	--	40.7	64.80	55.60	55.60
	PRESIÓN MEDIA	1020.40	1017.90	1016.80	1011.20	1012.70	1013.20	1014.50	1013.30	1012.00	1012.90	1014.40	1014.20
	LLUVIA (mm)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2016	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	21	22	25	26	31	29	0	0		27	25	24
	T. MÁX (°C)	29	35	37	41	35	34	--	--		32	33	31
	T. MÍN (°C)	10	13	16	20	25	22	--	--		19	17	17
	V. MEDIA VIENTO	11.40	11.90	12.40	12.60	12.30	10.60	8.00	6.30		11.70	12.70	10.00
	RACHAS MÁX (km/h)	63.00	64.80	55.60	64.80	--	--	--	--		55.6	59.30	74.10
	PRESIÓN MEDIA	1017.60	1019.30	1012.90	1013.60	1011.10	1011.60	0.00	0.00		1015.00	1016.40	1016.90
	LLUVIA (mm)	--	--	--	--	--	--	--	--		--	--	--

2017	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	23	24	25	27	28	28	27	28	27	26	25	22
	T. MÁX (°C)	35	34	34	42	36	37	33	34	34	32	30	30
	T. MÍN (°C)	12	13	18	20	19	22	21	23	21	18	19	10
	V. MEDIA VIENTO	12.10	10.60	12.10	12.30	11.80	9.00	8.20	8.80	8.00	12.70	8.90	10.60
	RACHAS MÁX (km/h)	64.80	55.60	55.60	64.80	83.30	--	--	46.3	46.3	53.70	--	55.60
	PRESIÓN MEDIA	1016.60	1014.80	1016.90	1011.30	1010.40	1010.60	1015.40	1012.50	1011.50	1013.50	1016.40	1019.10
	LLUVIA (mm)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2018	MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	T. MEDIA (°C)	21	24	26	26	28	28	28	28	28	26	24	23
	T. MÁX (°C)	30	32	34	36	34	34	34	33	33	33	32	35
	T. MÍN (°C)	13	13	19	17	22	22	21	21	22	21	12	12
	V. MEDIA VIENTO	15.40	11.00	11.90	9.00	7.00	4.60	5.00	4.80	3.80	6.50	8.30	9.60
	RACHAS MÁX (km/h)	64.80	40.70	64.80	55.60	--	--	--	--	--	--	74.10	64.80
	PRESIÓN MEDIA	1021.10	1017.00	1013.70	1013.90	1012.40	1011.70	1015.60	1014.70	1012.20	1013.00	1015.90	1016.70
	LLUVIA (mm)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2019	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA (°C)	22	24	24	26	30	29	29	30	29	27	24	23
	T. MÁX (°C)	29	37	34	38	38	37	34	36	35	33	31	31
	T. MÍN (°C)	14	16	17	14	24	21	23	24	22	19	17	14
	V. MEDIA VIENTO	10.30	10.90	13.00	10.80	9.60	8.40	6.30	6.10	7.40	8.60	10.00	9.70
	RACHAS MÁX (km/h)	74.10	64.80	77.80	70.40	--	--	--	--	--	64.80	74.10	64.80
	PRESIÓN MEDIA	1018.60	1014.00	1016.20	1012.30	1008.50	1011.80	1014.50	1012.80	1012.90	1011.70	1016.60	1016.80
	LLUVIA (mm)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2020	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA	23	23	26	29	29	29	29	28	28	27	25	22
	T. MÁX	32	35	39	43	36	38	35	35	36	34	32	30
	T. MÍN	15	14	17	22	21	22	22	22	21	18	18	14
	V. MEDIA VIENTO	9.20	12.80	9.70	11.30	11.00	12.40	6.80	6.10	8.30	10.00	11.70	10.00
	RACHAS MÁX	64.80	83.30	55.60	46.30	64.80	59.3	--	--	44.4	55.60	74.10	74.10
	PRESIÓN MEDIA	1017.80	1016.60	1015.10	1010.70	1011.40	1012.00	1012.80	1012.80	1012.40	1013.90	1016.80	1017.90
	LLUVIA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

2021	MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	T. MEDIA	22	23	25	27	29	28	28	28	28	27	24	24
	T. MÁX	32	33	37	38	41	35	34	34	39	34	29	34
	T. MÍN	15	13	15	18	22	22	22	21	22	19	17	14
	V. MEDIA VIENTO	11.00	11.00	11.20	12.00	11.80	8.20	6.00	6.00	6.80	8.50	8.50	6.30
	RACHAS MÁX	66.70	55.60	59.30	46.30	74.10	--	--	--	--	50.00	46.30	46.30
	PRESIÓN MEDIA	1017.30	1015.10	1014.70	1011.10	1011.80	1011.60	1014.80	1013.40	1012.50	1013.40	1018.50	1015.60
	LLUVIA	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>.

## 3. Metodología

### 3.1 Definición de clima de oleaje

Se realizó una recopilación de datos de oleaje de las diferentes fuentes con las que cuenta el IMT, en primer lugar, se tomó la información de oleaje registrada por la boya direccional medidora de oleaje, la cual se encuentra instalada en la zona exterior de la ampliación del puerto de Veracruz, el IMT, se analizó y definió el clima de oleaje registrado durante el año 2019, año en el que se tuvo el registro más completo de datos.

También se obtuvo el oleaje del análisis extremal del Atlas de Oleaje Oceánico de México (ATLOOM), así también se revisaron datos de la fuente Wavewatch III (Tabla 3.1). A continuación, se muestran los datos del análisis realizado, en el cual se utilizó el Método de picos sobre el umbral, se utilizó 2.90 m de umbral, a continuación, se presenta el resumen con las fuentes de información utilizada.

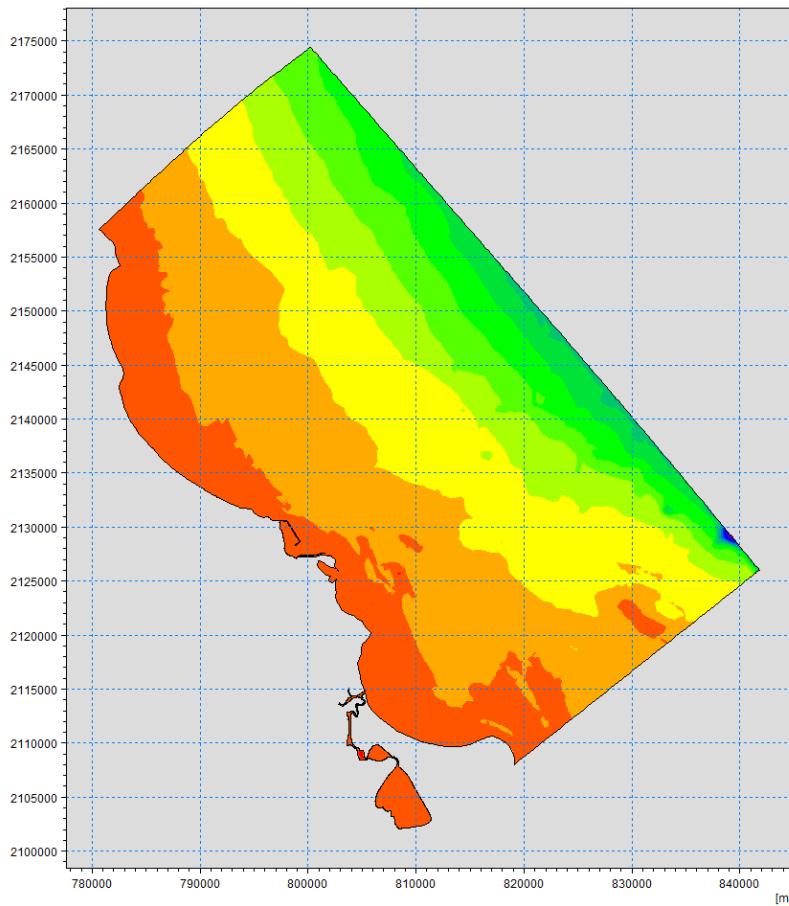
- Atlas de Oleaje Oceánico Mexicano (enero/1958 – diciembre/2001)
- Wavewatch III Hindcast Phase 2 (enero/1979 – diciembre/2009)
- Red Nacional de Estaciones Oceanográficas y Meteorológicas
  - ✓ Veracruz (diciembre/2004 – marzo/2020)
  - ✓ Bahía de Vergara (mayo/2013 – marzo/2020)

Tabla 3.1 Análisis de oleaje extremal para el puerto de Veracruz, Ver.

Probabilidad	Período de retorno (años)	ATLOOM		WAVEWATCH III		RENEOM			
						VERACRUZ		BAHÍA DE VERGARA	
		Distribución: Exponencial Coeficientes: A = 0.5161 B = 2.8850 Coeficiente de correlación = 0.9813	Distribución: Weibull Coeficientes: A = 0.9288 B = 2.8349 k = 1.4	Coeficiente de correlación = 0.9944	Distribución: Weibull Coeficientes: A = 1.3851 B = 2.5275 k = 2.0	Coeficiente de correlación = 0.9527	Distribución: Weibull Coeficientes: A = 1.4037 B = 2.6202 k = 2.0 Coeficiente de correlación = 0.9450		
20	5	4.06	8387	5.3	10.13	5.27	10.1	5.45	10.27
10	10	4.42	9.25	5.6	10.41	5.5	10.32	5.68	10.49
4	25	4.89	9.73	5.98	10.76	5.78	10.58	5.96	10.74
2	50	5.25	10.08	6.26	11.01	5.98	10.76	6.16	10.92
1.33	75	5.47	10.29	6.42	11.15	6.09	10.86	6.27	11.02
1	100	5.61	10.42	6.53	11.24	6.17	10.93	6.35	11.09

## 3.2 Modelación numérica de la refracción de oleaje extremal

Se tomó como base, la información que se obtuvo del levantamiento batimétrico que realizó el IMT en 2017 para el proyecto VI-02/17, se discretizaron las profundidades de dicha información, con el objeto de crear los archivos de profundidades que abarcaron la zona de estudio. Para tal efecto se definieron las mallas de cálculo donde se establecieron las profundidades correspondientes en cada uno de los nodos (figura 3.1).



**Figura 3.1 Malla de discretización de profundidades para el sitio de estudio.**

Al definirse los datos de oleaje representativo, se realizó la modelación numérica de la refracción de oleaje extremal, los resultados que se obtuvieron de las simulaciones numéricas con las diferentes direcciones se utilizaron para definir las alturas de oleaje en el diseño de la sección transversal que se propone utilizar en la reconstrucción del rompeolas Poniente.

A continuación, en la figura 3.2 se muestran los resultados obtenidos de la simulación de refracción de oleaje para las direcciones representativas en la zona de estudio en el área seleccionada para el análisis, donde H es altura de ola en metros, T es el periodo en segundos y ICC es el incremento del nivel medio del mar por cambio climático.

4.38	4.43	4.48	4.53	4.60	4.66	4.70	4.73	4.74	4.72	4.70	4.66	4.66	4.71	4.74	4.72	4.71	4.71	4.69	4.66	4.65	4.63	4.61	4.60	4.59	4.60	4.63	4.67	4.72	4.79	4.86	4.94	4.96	4.97	4.94	4.87
4.28	4.32	4.37	4.42	4.48	4.55	4.62	4.70	4.75	4.77	4.73	4.66	4.67	4.71	4.73	4.72	4.72	4.70	4.67	4.64	4.62	4.60	4.58	4.57	4.57	4.58	4.60	4.64	4.68	4.74	4.80	4.87	4.90	4.91	4.90	4.83
4.17	4.21	4.25	4.30	4.36	4.43	4.53	4.64	4.76	4.79	4.66	4.61	4.67	4.71	4.72	4.72	4.71	4.69	4.66	4.61	4.59	4.56	4.55	4.55	4.56	4.57	4.58	4.62	4.67	4.70	4.76	4.80	4.84	4.86	4.85	4.79
4.05	4.09	4.13	4.18	4.23	4.31	4.42	4.59	4.76	4.64	4.52	4.58	4.67	4.70	4.71	4.72	4.71	4.68	4.64	4.60	4.55	4.52	4.51	4.52	4.55	4.56	4.57	4.60	4.63	4.65	4.68	4.72	4.77	4.79	4.78	4.76
3.93	3.97	4.01	4.05	4.09	4.16	4.27	4.41	4.50	4.44	4.47	4.59	4.67	4.69	4.70	4.70	4.70	4.67	4.63	4.58	4.52	4.48	4.48	4.50	4.52	4.56	4.55	4.56	4.58	4.60	4.64	4.66	4.69	4.71	4.72	4.71
3.81	3.86	3.90	3.92	3.96	4.02	4.10	4.21	4.31	4.43	4.52	4.61	4.67	4.69	4.69	4.69	4.65	4.61	4.57	4.50	4.46	4.48	4.49	4.52	4.53	4.53	4.54	4.57	4.60	4.61	4.61	4.65	4.66	4.65	4.69	4.61
3.69	3.73	3.77	3.79	3.83	3.87	3.93	4.03	4.18	4.35	4.54	4.63	4.68	4.69	4.68	4.67	4.66	4.63	4.59	4.55	4.50	4.47	4.47	4.48	4.49	4.51	4.51	4.51	4.52	4.55	4.55	4.56	4.60	4.61	4.61	4.61
3.56	3.59	3.63	3.65	3.69	3.72	3.78	3.86	4.00	4.24	4.48	4.61	4.68	4.68	4.67	4.63	4.60	4.57	4.54	4.50	4.47	4.46	4.47	4.47	4.48	4.48	4.49	4.49	4.50	4.51	4.52	4.54	4.57	4.58	4.58	4.58
3.41	3.45	3.49	3.52	3.56	3.58	3.62	3.69	3.84	4.07	4.33	4.53	4.63	4.67	4.66	4.64	4.61	4.58	4.56	4.53	4.50	4.47	4.46	4.47	4.46	4.45	4.45	4.45	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.45
3.25	3.30	3.35	3.41	3.43	3.44	3.47	3.53	3.65	3.85	4.11	4.38	4.53	4.61	4.65	4.63	4.59	4.57	4.55	4.53	4.50	4.47	4.46	4.46	4.44	4.43	4.43	4.43	4.43	4.44	4.44	4.46	4.50	4.53	4.53	
3.02	3.12	3.20	3.26	3.29	3.30	3.33	3.38	3.48	3.62	3.89	4.13	4.37	4.52	4.59	4.60	4.57	4.57	4.56	4.52	4.50	4.47	4.46	4.45	4.43	4.42	4.41	4.41	4.40	4.41	4.42	4.44	4.47	4.51	4.51	
2.75	2.94	3.07	3.13	3.16	3.17	3.19	3.24	3.32	3.47	3.66	3.89	4.15	4.35	4.49	4.56	4.56	4.55	4.53	4.50	4.47	4.47	4.45	4.43	4.39	4.38	4.38	4.38	4.39	4.40	4.42	4.45	4.49	4.49	4.49	
2.49	2.75	2.91	2.99	3.02	3.03	3.05	3.08	3.11	3.22	3.40	3.65	3.93	4.17	4.36	4.55	4.55	4.55	4.54	4.51	4.49	4.47	4.44	4.42	4.40	4.38	4.37	4.36	4.37	4.37	4.38	4.39	4.41	4.44	4.47	4.47
2.26	2.58	2.76	2.83	2.88	2.89	2.90	2.92	2.98	3.13	3.37	3.69	3.97	4.18	4.33	4.47	4.53	4.54	4.53	4.51	4.50	4.48	4.45	4.43	4.41	4.38	4.36	4.34	4.36	4.37	4.37	4.38	4.40	4.44	4.46	4.46
2.36	2.55	2.67	2.75	2.74	2.74	2.74	2.74	2.79	2.89	3.11	3.44	3.76	4.02	4.21	4.39	4.49	4.52	4.51	4.50	4.50	4.50	4.48	4.45	4.45	4.41	4.31	4.31	4.35	4.37	4.38	4.39	4.42	4.44	4.45	
2.32	2.48	2.55	2.59	2.62	2.61	2.61	2.65	2.73	2.89	3.19	3.55	3.87	4.11	4.30	4.43	4.49	4.49	4.49	4.49	4.49	4.49	4.44	4.44	4.38	4.33	4.29	4.31	4.35	4.38	4.40	4.43	4.44	4.43	4.42	
2.20	2.31	2.42	2.48	2.48	2.50	2.53	2.61	2.76	3.04	3.40	3.72	3.99	4.20	4.35	4.43	4.49	4.49	4.52	4.52	4.47	4.41	4.41	4.40	4.41	4.41	4.42	4.43	4.43	4.40	4.40	4.41	4.41	4.40	4.40	
2.07	2.21	2.29	2.31	2.34	2.36	2.46	2.64	2.90	3.25	3.59	3.86	4.08	4.24	4.34	4.40	4.48	4.51	4.49	4.47	4.47	4.45	4.43	4.42	4.42	4.45	4.46	4.46	4.42	4.40	4.38	4.41	4.40	4.38	4.41	
1.98	2.06	2.07	2.12	2.14	2.20	2.37	2.70	3.02	3.33	3.52	3.80	4.03	4.11	4.16	4.22	4.25	4.37	4.32	4.29	4.25	4.23	4.30	4.43	4.56	4.55	4.52	4.44	4.44	4.39	4.39	4.43	4.43	4.43	4.43	

Figura 3.2 Dirección Norte, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.00 m.

4.48	4.55	4.61	4.69	4.79	4.89	4.99	5.07	5.13	5.15	5.15	5.13	5.13	5.16	5.18	5.16	5.14	5.13	5.12	5.09	5.08	5.06	5.03	5.03	5.03	5.05	5.05	5.08	5.12	5.16	5.22	5.28	5.33	5.32	5.31	5.27	5.21
4.35	4.40	4.47	4.53	4.62	4.72	4.85	4.99	5.10	5.15	5.15	5.10	5.11	5.15	5.15	5.14	5.13	5.11	5.09	5.06	5.04	5.02	5.01	5.01	5.01	5.02	5.04	5.07	5.10	5.15	5.21	5.25	5.26	5.25	5.23	5.17	
4.21	4.26	4.32	4.38	4.45	4.55	4.70	4.87	5.04	5.12	5.05	5.03	5.09	5.13	5.13	5.13	5.11	5.10	5.07	5.03	5.00	4.98	4.97	4.98	4.99	5.00	5.02	5.04	5.07	5.11	5.15	5.20	5.29	5.39	5.41	5.14	
4.08	4.12	4.17	4.23	4.29	4.39	4.54	4.75	4.96	4.95	4.91	4.99	5.08	5.10	5.11	5.10	5.08	5.04	5.01	4.97	4.94	4.94	4.95	4.97	4.99	4.99	5.00	5.02	5.03	5.06	5.08	5.11	5.13	5.15	5.14	5.12	
3.95	3.99	4.03	4.07	4.12	4.21	4.34	4.52	4.68	4.76	4.86	4.99	5.07	5.08	5.09	5.08	5.06	5.02	4.99	4.94	4.91	4.93	4.96	4.98	4.97	4.98	4.98	5.01	5.04	5.05	5.06	5.09	5.09	5.09	5.09	5.09	
3.81	3.86	3.90	3.93	3.97	4.04	4.14	4.29	4.50	4.74	4.90	5.00	5.08	5.08	5.07	5.07	5.07	5.04	5.01	4.98	4.93	4.90	4.91	4.92	4.94	4.95	4.95	4.95	4.97	5.00	5.00	5.00	5.06	5.05	5.05	5.05	5.05
3.68	3.73	3.77	3.79	3.83	3.88	3.96	4.11	4.33	4.61	4.87	4.99	5.05	5.07	5.06	5.05	5.04	5.02	5.00	4.96	4.93	4.91	4.90	4.91	4.92	4.93	4.93	4.92	4.92	4.94	4.97	4.97	5.01	5.03	5.03		
3.55	3.59	3.62	3.64	3.68	3.72	3.80	3.93	4.12	4.44	4.74	4.92	5.03	5.04	5.05	5.03	5.01	4.99	4.97	4.95	4.93	4.91	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	4.90	
3.39	3.44	3.48	3.51	3.54	3.57	3.63	3.73	3.93	4.20	4.53	4.79	4.93	5.00	5.02	5.02	4.99	4.97	4.96	4.94	4.92	4.90	4.90	4.90	4.89	4.88	4.88	4.87	4.87	4.89	4.91	4.91	4.92	4.94	4.98	5.00	
3.24	3.29	3.34	3.38	3.42	3.43	3.47	3.55	3.70	3.94	4.26	4.57	4.77	4.89	4.99	4.99	4.97	4.96	4.95	4.93	4.92	4.90	4.90	4.90	4.88	4.87	4.85	4.85	4.87	4.87	4.88	4.89	4.90	4.92	4.96	4.99	
3.01	3.11	3.19	3.24	3.27	3.29	3.33	3.40	3.52	3.69	3.99	4.28	4.55	4.76	4.88	4.93	4.94	4.95	4.94	4.92	4.90	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.89	4.91	4.94	4.98	4.98		
2.75	2.93	3.05	3.11	3.16	3.18	3.24	3.34	3.51	3.73	4.00	4.29	4.53	4.72	4.85	4.90	4.91	4.92	4.91	4.90	4.88	4.89	4.89	4.87	4.85	4.83	4.83	4.84	4.86	4.86	4.87	4.88					

4.43	4.49	4.56	4.63	4.73	4.82	4.91	4.99	5.03	5.04	5.02	4.99	4.99	5.00	5.00	4.97	4.96	4.95	4.93	4.92	4.90	4.88	4.86	4.87	4.88	4.90	4.93	4.96	4.99	5.04	5.08	5.10	5.07	5.04	5.00	4.94	
4.30	4.35	4.41	4.48	4.56	4.67	4.79	4.92	5.01	5.05	5.02	4.96	4.96	4.97	4.96	4.95	4.93	4.92	4.90	4.88	4.86	4.85	4.85	4.87	4.88	4.90	4.92	4.96	5.00	5.02	5.01	4.99	4.97	4.92			
4.17	4.21	4.27	4.33	4.41	4.51	4.66	4.82	4.97	5.01	4.92	4.89	4.93	4.94	4.93	4.92	4.91	4.90	4.87	4.84	4.82	4.82	4.83	4.85	4.86	4.87	4.88	4.91	4.94	4.95	4.96	4.95	4.93	4.90			
4.03	4.07	4.12	4.19	4.25	4.35	4.50	4.70	4.87	4.84	4.78	4.84	4.90	4.91	4.91	4.90	4.89	4.87	4.85	4.82	4.79	4.79	4.78	4.79	4.81	4.83	4.83	4.84	4.84	4.87	4.88	4.90	4.90	4.91	4.90		
3.90	3.94	3.99	4.03	4.08	4.16	4.29	4.45	4.59	4.66	4.76	4.85	4.89	4.89	4.88	4.87	4.85	4.83	4.80	4.77	4.75	4.76	4.77	4.79	4.81	4.81	4.81	4.83	4.86	4.85	4.84	4.86	4.88	4.88			
3.76	3.81	3.85	3.88	3.92	3.99	4.08	4.23	4.43	4.67	4.79	4.86	4.89	4.89	4.88	4.87	4.86	4.84	4.82	4.80	4.77	4.75	4.76	4.76	4.78	4.79	4.79	4.78	4.80	4.82	4.82	4.81	4.85	4.87	4.87		
3.64	3.69	3.72	3.74	3.78	3.83	3.91	4.06	4.29	4.56	4.78	4.86	4.90	4.89	4.87	4.86	4.85	4.83	4.81	4.79	4.78	4.76	4.76	4.76	4.77	4.77	4.76	4.76	4.77	4.77	4.76	4.76	4.77	4.77	4.76		
3.51	3.55	3.58	3.60	3.64	3.68	3.76	3.90	4.10	4.40	4.68	4.82	4.84	4.88	4.88	4.85	4.83	4.81	4.80	4.79	4.78	4.76	4.76	4.76	4.75	4.75	4.74	4.74	4.74	4.76	4.76	4.79	4.80	4.80	4.82	4.85	4.86
3.36	3.41	3.45	3.47	3.49	3.53	3.59	3.70	3.91	4.18	4.49	4.72	4.82	4.87	4.87	4.85	4.82	4.80	4.79	4.78	4.77	4.76	4.76	4.76	4.75	4.74	4.74	4.73	4.72	4.72	4.74	4.77	4.78	4.79	4.81	4.84	4.86
3.22	3.26	3.30	3.34	3.37	3.39	3.44	3.53	3.69	3.93	4.23	4.53	4.69	4.79	4.86	4.84	4.81	4.80	4.79	4.77	4.76	4.76	4.76	4.75	4.74	4.74	4.73	4.71	4.69	4.71	4.73	4.76	4.77	4.79	4.81	4.84	4.86
3.00	3.08	3.15	3.20	3.23	3.26	3.30	3.38	3.50	3.68	3.99	4.25	4.50	4.68	4.78	4.81	4.80	4.79	4.76	4.75	4.75	4.76	4.75	4.74	4.74	4.72	4.70	4.69	4.70	4.72	4.72	4.75	4.78	4.79	4.81	4.83	4.86
2.74	2.92	3.02	3.08	3.11	3.13	3.23	3.33	3.51	3.73	3.99	4.27	4.48	4.65	4.75	4.78	4.77	4.76	4.75	4.74	4.74	4.74	4.74	4.74	4.74	4.74	4.73	4.73	4.72	4.72	4.72	4.76	4.78	4.79	4.81	4.83	4.86
2.50	2.75	2.88	2.95	2.98	3.09	3.01	3.05	3.09	3.23	3.45	3.72	4.03	4.28	4.50	4.64	4.73	4.74	4.74	4.76	4.76	4.77	4.77	4.76	4.75	4.75	4.73	4.73	4.71	4.71	4.74	4.77	4.79	4.80	4.82	4.84	4.87
2.27	2.58	2.74	2.79	2.84	2.86	2.90	3.00	3.17	3.43	3.77	4.06	4.31	4.51	4.66	4.72	4.74	4.76	4.76	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	4.78	
2.37	2.53	2.63	2.71	2.70	2.70	2.71	2.73	2.80	2.92	3.15	3.50	3.84	4.14	4.37	4.57	4.68	4.71	4.73	4.76	4.79	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82		
2.19	2.30	2.41	2.45	2.45	2.47	2.51	2.60	2.78	3.09	3.48	3.82	4.11	4.33	4.49	4.58	4.65	4.73	4.80	4.81	4.79	4.74	4.72	4.71	4.73	4.79	4.85	4.90	4.92	4.89	4.86	4.82	4.84	4.84	4.88	4.88	
2.07	2.19	2.26	2.28	2.31	2.33	2.45	2.64	2.93	3.30	3.66	3.93	4.15	4.33	4.45	4.55	4.66	4.71	4.70	4.72	4.69	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	
1.95	2.02	2.03	2.08	2.09	2.17	2.36	2.71	3.01	3.34	3.47	3.80	4.03	4.08	4.17	4.19	4.30	4.46	4.44	4.41	4.33	4.40	4.53	4.69	4.87	4.87	4.90	4.90	4.87	4.88	4.91	4.91	4.91	4.91	4.91		

**Figura 3.4 Dirección NE60, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.00 m.**

4.18	4.22	4.26	4.30	4.35	4.39	4.42	4.43	4.41	4.38	4.34	4.30	4.28	4.27	4.25	4.23	4.22	4.21	4.19	4.18	4.17	4.17	4.18	4.20	4.22	4.24	4.26	4.28	4.32	4.32	4.32	4.27	4.24	4.21	4.18	
4.09	4.12	4.16	4.21	4.27	4.33	4.39	4.43	4.45	4.41	4.34	4.26	4.23	4.23	4.21	4.19	4.18	4.17	4.16	4.15	4.15	4.15	4.16	4.16	4.17	4.18	4.19	4.21	4.23	4.25	4.25	4.23	4.20	4.19	4.17	
3.99	4.02	4.06	4.11	4.17	4.24	4.34	4.42	4.47	4.40	4.24	4.18	4.19	4.19	4.17	4.16	4.15	4.15	4.13	4.12	4.11	4.11	4.13	4.14	4.14	4.15	4.17	4.17	4.18	4.19	4.19	4.19	4.19	4.19	4.17	
3.88	3.91	3.95	4.01	4.06	4.14	4.24	4.36	4.37	4.22	4.12	4.14	4.16	4.15	4.14	4.12	4.11	4.10	4.09	4.10	4.12	4.13	4.14	4.15	4.15	4.17	4.17	4.16	4.16	4.16	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	
3.77	3.81	3.84	3.87	3.91	3.97	4.05	4.12	4.10	4.06	4.11	4.14	4.15	4.14	4.13	4.12	4.11	4.10	4.09	4.08	4.08	4.09	4.10	4.11	4.12	4.12	4.11	4.13	4.15	4.14	4.16	4.16	4.18	4.18		
3.65	3.69	3.72	3.73	3.77	3.81	3.85	3.92	4.00	4.11	4.15	4.17	4.18	4.14	4.13	4.12	4.12	4.10	4.09	4.09	4.09	4.09	4.10	4.11	4.11	4.12	4.12	4.13	4.12	4.11	4.11	4.15	4.18	4.19		
3.53	3.58	3.60	3.61	3.64	3.67	3.71	3.81	3.97	4.12	4.20	4.20	4.18	4.15	4.13	4.12	4.11	4.10	4.10	4.09	4.09	4.10	4.10	4.10	4.10	4.09	4.09	4.10	4.12	4.14	4.14	4.17	4.19	4.20		
3.42	3.46	3.48	3.50	3.52	3.53	3.56	3.71	3.87	4.06	4.20	4.23	4.21	4.18	4.16	4.13	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.10	4.10	4.09	4.09	4.08	4.08	4.10	4.13	4.15	4.15	4.18	4.20	
3.29	3.34	3.36	3.37	3.38	3.40	3.46	3.57	3.74	3.95	4.14	4.23	4.23	4.21	4.18	4.15	4.15	4.12	4.11	4.11	4.11	4.11	4.10	4.10	4.09	4.09	4.08	4.08	4.07	4.07	4.09	4.13	4.15	4.16	4.18	
3.17	3.21	3.23	3.25	3.26	3.29	3.35	3.43	3.57	3.76	3.99	4.15	4.21	4.22	4.22	4.16	4.13	4.12	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.09	4.09	4.08	4.06	4.05	4.06	4.10	4.13	4.15	4.17	4.21
2.97	3.04	3.09	3.12	3.15	3.18	3.23	3.30	3.42	3.57	3.82	4.00	4.15	4.21	4.22	4.18	4.15	4.13	4.10	4.09	4.09	4.11	4.11	4.10	4.10	4.08	4.06	4.06	4.05	4.07	4.10	4.13	4.17	4.18	4.20	4.22
2.73	2.88	2.96	3.00	3.04	3.09	3.16	3.27	3.43	3.62	3.84	4.02	4.15	4.20	4.20	4.17	4.12	4.10	4.09	4.09	4.12	4.12	4.10	4.08	4.07	4.06	4.06	4.05	4.07	4.10	4.13	4.17	4.18	4.21	4.25	
2.49	2.73	2.84	2.90	2.92	2.94	2.95	2.99	3.04	3.18	3.38	3.63	3.87	4.04	4.14	4.16	4.17	4.14	4.15	4.15	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17	4.17
2.26	2.56	2.70	2.75	2.79	2.81	2.86	2.97	3.13	3.37	3.67	3.88	4.03	4.13	4.17	4.16																				

**Figura 3.6 Dirección NW30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.00 m.**

**Figura 3.7 Dirección NW60, H =6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.00 m.**

4.49	4.53	4.57	4.61	4.67	4.71	4.74	4.75	4.74	4.72	4.69	4.66	4.66	4.70	4.74	4.72	4.71	4.69	4.67	4.66	4.64	4.63	4.61	4.58	4.59	4.62	4.65	4.70	4.76	4.82	4.88	4.91	4.92	4.91	4.85		
4.40	4.44	4.48	4.53	4.58	4.63	4.68	4.74	4.77	4.77	4.72	4.65	4.67	4.71	4.73	4.72	4.72	4.71	4.69	4.66	4.62	4.60	4.57	4.56	4.56	4.57	4.58	4.59	4.63	4.68	4.72	4.77	4.81	4.85	4.87	4.86	4.81
4.30	4.34	4.38	4.43	4.48	4.54	4.62	4.71	4.80	4.84	4.67	4.61	4.67	4.71	4.72	4.72	4.71	4.69	4.66	4.62	4.60	4.57	4.56	4.56	4.57	4.58	4.59	4.63	4.68	4.72	4.77	4.81	4.85	4.87	4.86	4.81	
4.20	4.23	4.27	4.32	4.37	4.44	4.54	4.68	4.82	4.67	4.53	4.58	4.67	4.70	4.71	4.71	4.70	4.68	4.64	4.60	4.56	4.53	4.52	4.54	4.56	4.58	4.58	4.61	4.64	4.67	4.69	4.74	4.78	4.80	4.80	4.78	
4.09	4.13	4.17	4.20	4.25	4.31	4.40	4.53	4.57	4.47	4.48	4.59	4.67	4.69	4.70	4.70	4.69	4.67	4.63	4.58	4.53	4.49	4.52	4.55	4.57	4.57	4.58	4.59	4.61	4.66	4.68	4.70	4.72	4.74	4.73		
3.97	4.02	4.07	4.09	4.13	4.18	4.25	4.34	4.40	4.47	4.53	4.61	4.67	4.69	4.68	4.68	4.65	4.61	4.57	4.51	4.47	4.49	4.50	4.53	4.55	4.55	4.58	4.61	4.63	4.63	4.67	4.68	4.67				
3.87	3.91	3.94	3.97	4.00	4.04	4.10	4.18	4.29	4.41	4.55	4.63	4.68	4.68	4.67	4.66	4.66	4.63	4.60	4.55	4.50	4.48	4.48	4.49	4.51	4.52	4.52	4.53	4.54	4.57	4.57	4.58	4.61	4.63	4.63		
3.74	3.78	3.81	3.83	3.87	3.91	3.95	4.02	4.14	4.32	4.52	4.63	4.68	4.68	4.67	4.63	4.63	4.60	4.58	4.54	4.50	4.48	4.47	4.47	4.48	4.49	4.49	4.50	4.51	4.52	4.53	4.53	4.56	4.59	4.60		
3.60	3.64	3.68	3.71	3.74	3.77	3.80	3.86	4.00	4.19	4.41	4.58	4.65	4.68	4.66	4.64	4.61	4.58	4.56	4.53	4.50	4.48	4.47	4.47	4.47	4.46	4.46	4.46	4.47	4.47	4.47	4.48	4.49	4.50	4.52	4.56	4.57
3.46	3.50	3.55	3.60	3.63	3.64	3.66	3.72	3.83	4.00	4.23	4.46	4.58	4.63	4.66	4.63	4.59	4.57	4.56	4.53	4.51	4.48	4.47	4.46	4.45	4.44	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45	4.45		
3.24	3.33	3.40	3.46	3.49	3.50	3.53	3.58	3.67	3.80	4.04	4.25	4.45	4.57	4.62	4.62	4.58	4.58	4.56	4.53	4.51	4.48	4.46	4.45	4.44	4.43	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42		
2.98	3.16	3.27	3.33	3.36	3.37	3.39	3.45	3.52	3.65	3.83	4.04	4.27	4.44	4.55	4.58	4.57	4.56	4.54	4.51	4.48	4.47	4.47	4.48	4.43	4.42	4.40	4.40	4.39	4.40	4.41	4.42	4.44	4.45	4.50		
2.74	2.97	3.12	3.20	3.23	3.24	3.26	3.29	3.32	3.42	3.60	3.82	4.04	4.29	4.45	4.58	4.54	4.56	4.58	4.54	4.51	4.50	4.48	4.45	4.43	4.41	4.39	4.38	4.38	4.39	4.40	4.41	4.42	4.46	4.49		
2.51	2.80	2.97	3.04	3.10	3.11	3.12	3.14	3.20	3.35	3.57	3.87	4.12	4.29	4.40	4.50	4.55	4.56	4.54	4.52	4.51	4.49	4.46	4.43	4.42	4.39	4.37	4.37	4.38	4.39	4.40	4.40	4.42	4.45	4.48		
2.59	2.76	2.88	2.96	2.96	2.96	3.02	3.12	3.33	3.63	3.93	4.15	4.30	4.45	4.53	4.55	4.53	4.51	4.51	4.48	4.46	4.42	4.42	4.37	4.34	4.33	4.37	4.37	4.38	4.39	4.40	4.40	4.44	4.45	4.46		
2.55	2.71	2.77	2.80	2.84	2.83	2.88	2.96	3.12	3.41	3.73	4.02	4.22	4.37	4.48	4.52	4.51	4.52	4.53	4.49	4.45	4.43	4.33	4.32	4.36	4.39	4.41	4.44	4.45	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44			
2.45	2.55	2.65	2.70	2.71	2.73	2.77	2.84	3.00	3.26	3.60	3.88	4.12	4.29	4.41	4.47	4.49	4.51	4.54	4.53	4.48	4.41	4.35	4.31	4.30	4.33	4.38	4.42	4.45	4.44	4.44	4.40	4.41				
2.32	2.45	2.52	2.54	2.58	2.61	2.71	2.88	3.12	3.45	3.76	4.04	4.19	4.32	4.40	4.45	4.52	4.52	4.51	4.49	4.39	4.34	4.30	4.32	4.37	4.42	4.46	4.47	4.43	4.41	4.39	4.42					
2.22	2.30	2.32	2.37	2.39	2.46	2.63	2.94	3.22	3.51	3.69	3.94	4.15	4.20	4.26	4.32	4.34	4.43	4.36	4.33	4.27	4.26	4.33	4.46	4.57	4.56	4.52	4.45	4.45	4.40	4.40	4.43	4.43	4.44			

**Figura 3.8 Dirección Norte, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.50 m.**

4.62	4.68	4.74	4.80	4.89	4.98	5.05	5.12	5.16	5.17	5.15	5.13	5.13	5.16	5.18	5.16	5.15	5.14	5.12	5.10	5.09	5.07	5.05	5.05	5.05	5.05	5.06	5.09	5.12	5.17	5.22
4.50	4.55	4.61	4.67	4.74	4.84	4.94	5.06	5.14	5.18	5.16	5.10	5.12	5.15	5.15	5.14	5.13	5.12	5.09	5.07	5.05	5.04	5.02	5.02	5.03	5.04	5.06	5.09	5.12	5.17	5.22
4.37	4.42	4.47	4.53	4.60	4.69	4.82	4.97	5.11	5.16	5.07	5.04	5.10	5.13	5.13	5.13	5.12	5.10	5.07	5.04	5.02	4.99	4.99	5.00	5.01	5.02	5.03	5.06	5.09	5.12	5.16
4.24	4.29	4.33	4.39	4.46	4.55	4.69	4.87	5.05	5.00	4.93	5.00	5.08	5.11	5.11	5.10	5.08	5.05	5.01	4.98	4.95	4.95	4.97	4.99	5.01	5.02	5.03	5.05	5.07	5.10	
4.12	4.16	4.20	4.24	4.29	4.37	4.50	4.66	4.78	4.81	4.89	5.01	5.08	5.09	5.09	5.09	5.06	5.03	4.99	4.95	4.92	4.92	4.95	4.97	4.97	4.99	5.00	5.02	5.06		
3.99	4.04	4.08	4.11	4.15	4.22	4.31	4.44	4.61	4.80	4.92	5.02	5.07	5.08	5.08	5.07	5.05	5.02	5.02	4.98	4.94	4.91	4.92	4.93	4.96	4.97	4.97	4.97	4.97	5.02	
3.87	3.91	3.95	3.97	4.01	4.06	4.14	4.27	4.47	4.70	4.92	5.01	5.07	5.08	5.07	5.06	5.05	5.02	5.00	4.97	4.94	4.92	4.92	4.94	4.94	4.94	4.96	4.99	5.02		
3.74	3.78	3.81	3.83	3.87	3.92	3.99	4.10	4.28	4.55	4.82	4.97	5.05	5.06	5.06	5.04	5.02	5.00	4.98	4.96	4.93	4.92	4.91	4.92	4.92	4.92	4.93	4.93	4.95		
3.59	3.64	3.67	3.70	3.74	3.77	3.82	3.92	4.10	4.35	4.64	4.87	4.98	5.03	5.04	5.03	5.00	4.98	4.97	4.95	4.93	4.91	4.91	4.90	4.90	4.89	4.89	4.91	4.93		
3.45	3.49	3.54	3.58	3.62	3.64	3.68	3.75	3.89	4.12	4.40	4.68	4.85	4.95	5.02	5.01	4.98	4.97	4.96	4.94	4.93	4.91	4.91	4.90	4.89	4.88	4.87	4.87	4.89	4.90	
3.23	3.32	3.39	3.45	3.48	3.50	3.53	3.60	3.72	3.88	4.17	4.42	4.67	4.84	4.94	4.97	4.96	4.97	4.95	4.93	4.92	4.90	4.90	4.88	4.87	4.85	4.88	4.88	4.88	4.88	
2.98	3.15	3.26	3.32	3.35	3.37	3.39	3.46	3.55	3.72	3.92	4.17	4.44	4.65	4.81	4.91	4.94	4.93	4.93	4.91	4.90	4.91	4.91	4.90	4.88	4.86	4.84	4.84	4.85	4.87	
2.75	2.98	3.12	3.19	3.21	3.23	3.25	3.29	3.33	3.46	3.66	3.92	4.21	4.45	4.66	4.79	4.88	4.91	4.93	4.91	4.92	4.91	4.92	4.92	4.92	4.93	4.93	4.95	4.95		
2.52	2.81	2.97	3.03	3.07	3.09	3.10	3.14	3.23	3.39	3.64	3.96	4.24	4.47	4.65	4.81	4.88	4.91	4.91	4.92	4.92	4.90	4.89	4.89	4.85	4.83	4.83	4.86	4.88		
2.60	2.76	2.87	2.94	2.94	2.95	2.97	3.03	3.15	3.38	3.70	4.03	4.30	4.52	4.71	4.83	4.87	4.88	4.90	4.92	4.94	4.93	4.92	4.89	4.84	4.82	4.82	4.86	4.89		
2.54	2.70	2.76	2.80	2.83	2.84	2.89	2.98	3.15																						

4.56	4.61	4.67	4.74	4.82	4.90	4.97	5.02	5.05	5.05	5.03	4.99	4.99	5.00	5.00	4.98	4.97	4.95	4.94	4.93	4.91	4.89	4.88	4.86	4.86	4.87	4.88	4.90	4.92	4.94	4.97	5.02							
4.44	4.49	4.55	4.61	4.68	4.77	4.87	4.98	5.05	5.06	5.03	4.96	4.96	4.97	4.96	4.95	4.94	4.93	4.93	4.91	4.89	4.88	4.86	4.86	4.87	4.88	4.90	4.92	4.94	4.97	4.95								
4.32	4.36	4.41	4.48	4.55	4.64	4.77	4.91	5.03	5.04	4.93	4.89	4.93	4.94	4.94	4.93	4.91	4.90	4.88	4.85	4.84	4.82	4.83	4.84	4.85	4.86	4.87	4.89	4.90	4.92	4.95								
4.19	4.23	4.28	4.34	4.41	4.50	4.64	4.81	4.95	4.87	4.80	4.85	4.91	4.91	4.91	4.90	4.88	4.85	4.83	4.80	4.79	4.79	4.81	4.83	4.84	4.85	4.86	4.86	4.88	4.90									
4.07	4.11	4.15	4.19	4.24	4.32	4.44	4.58	4.67	4.69	4.77	4.86	4.90	4.90	4.89	4.88	4.86	4.83	4.81	4.79	4.77	4.79	4.81	4.82	4.83	4.83	4.82	4.84	4.88	4.88									
3.94	3.99	4.03	4.05	4.10	4.16	4.24	4.37	4.52	4.71	4.81	4.87	4.90	4.90	4.88	4.88	4.87	4.85	4.83	4.81	4.78	4.76	4.77	4.78	4.79	4.80	4.80	4.80	4.82	4.84									
3.82	3.87	3.90	3.92	3.96	4.01	4.08	4.22	4.41	4.64	4.82	4.88	4.91	4.90	4.88	4.87	4.85	4.83	4.82	4.80	4.78	4.77	4.77	4.78	4.78	4.78	4.78	4.79	4.82										
3.70	3.74	3.77	3.79	3.82	3.86	3.94	4.06	4.25	4.51	4.75	4.86	4.90	4.89	4.88	4.86	4.84	4.82	4.81	4.80	4.79	4.77	4.77	4.77	4.77	4.76	4.75	4.76	4.78	4.80									
3.56	3.60	3.64	3.66	3.68	3.72	3.78	3.89	4.08	4.33	4.60	4.78	4.86	4.89	4.89	4.86	4.83	4.81	4.80	4.79	4.78	4.77	4.77	4.76	4.75	4.74	4.73	4.74	4.76	4.79									
3.42	3.46	3.50	3.53	3.56	3.59	3.64	3.73	3.88	4.10	4.37	4.63	4.76	4.83	4.88	4.86	4.82	4.81	4.80	4.78	4.77	4.77	4.77	4.75	4.74	4.72	4.71	4.72	4.75	4.77									
3.22	3.29	3.35	3.40	3.43	3.46	3.51	3.58	3.70	3.87	4.15	4.39	4.61	4.75	4.82	4.83	4.81	4.79	4.77	4.76	4.76	4.77	4.76	4.75	4.73	4.71	4.70	4.72	4.74	4.76									
2.98	3.13	3.22	3.28	3.31	3.34	3.36	3.43	3.54	3.71	3.92	4.16	4.41	4.59	4.72	4.80	4.81	4.79	4.78	4.77	4.76	4.75	4.73	4.71	4.70	4.72	4.74	4.77											
2.74	2.97	3.09	3.16	3.18	3.20	3.22	3.26	3.31	3.45	3.65	3.92	4.20	4.42	4.60	4.70	4.77	4.77	4.78	4.78	4.78	4.77	4.75	4.74	4.72	4.71	4.72	4.75	4.78										
2.52	2.80	2.95	3.00	3.05	3.06	3.08	3.12	3.22	3.39	3.64	3.96	4.22	4.43	4.60	4.72	4.76	4.78	4.78	4.79	4.80	4.79	4.79	4.78	4.75	4.73	4.73	4.76	4.79										
2.60	2.74	2.85	2.92	2.91	2.92	2.93	2.96	3.03	3.16	3.38	3.73	4.03	4.29	4.49	4.65	4.73	4.76	4.77	4.78	4.81	4.83	4.84	4.83	4.80	4.75	4.73	4.74	4.78	4.81									
	2.53	2.68	2.74	2.78	2.81	2.81	2.83	2.89	2.98	3.16	3.47	3.83	4.15	4.39	4.56	4.66	4.72	4.75	4.79	4.84	4.86	4.84	4.81	4.76	4.73	4.72	4.75	4.80	4.85									
	2.44	2.53	2.63	2.68	2.70	2.75	2.84	3.02	3.32	3.68	3.99	4.26	4.45	4.58	4.65	4.71	4.78	4.84	4.84	4.81	4.76	4.73	4.72	4.74	4.79	4.85	4.90											
	2.32	2.42	2.48	2.51	2.54	2.57	2.69	2.88	3.16	3.51	3.83	4.09	4.28	4.44	4.53	4.62	4.72	4.76	4.74	4.74	4.70	4.70	4.67	4.72	4.83	4.88	4.92											
	2.19	2.26	2.28	2.33	2.34	2.43	2.62	2.95	3.22	3.52	3.65	3.95	4.15	4.18	4.28	4.31	4.40	4.53	4.39	4.46	4.36	4.43	4.57	4.72	4.88	4.88												
																				0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
																				0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
																				0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
																				0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06

Figura 3.10 Dirección NE60, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.50 m.

4.26	4.29	4.32	4.36	4.40	4.42	4.43	4.43	4.41	4.37	4.34	4.29	4.28	4.28	4.25	4.23	4.22	4.21	4.20	4.19	4.19	4.18	4.18	4.18	4.20	4.22	4.24	4.25	4.28	4.30	4.33	4.34
4.19	4.21	4.25	4.29	4.33	4.38	4.42	4.45	4.45	4.41	4.34	4.26	4.24	4.23	4.21	4.20	4.18	4.18	4.17	4.16	4.15	4.14	4.13	4.12	4.12	4.14	4.16	4.17	4.18	4.19	4.20	4.21
4.10	4.13	4.17	4.22	4.27	4.32	4.40	4.46	4.49	4.40	4.42	4.24	4.18	4.19	4.19	4.18	4.17	4.16	4.15	4.14	4.13	4.12	4.12	4.14	4.16	4.17	4.18	4.18	4.19	4.18	4.20	4.21
4.01	4.04	4.07	4.13	4.17	4.24	4.32	4.42	4.49	4.23	4.12	4.14	4.16	4.16	4.15	4.14	4.14	4.13	4.12	4.11	4.10	4.11	4.12	4.13	4.15	4.16	4.16	4.17	4.18	4.18	4.19	
3.91	3.94	3.98	4.00	4.03	4.08	4.14	4.18	4.13	4.06	4.11	4.14	4.15	4.14	4.13	4.13	4.12	4.11	4.10	4.09	4.09	4.09	4.10	4.11	4.13	4.14	4.14	4.13	4.15	4.17		
3.79	3.83	3.86	3.88	3.91	3.94	3.96	4.00	4.04	4.12	4.15	4.17	4.16	4.14	4.13	4.12	4.12	4.11	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10	4.12	4.13	4.14	4.12	4.12	4.13	4.15		
3.69	3.73	3.76	3.77	3.79	3.81	3.84	3.91	4.03	4.15	4.20	4.20	4.18	4.16	4.14	4.13	4.12	4.12	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	
3.59	3.63	3.66	3.68	3.68	3.73	3.83	3.96	4.12	4.22	4.23	4.21	4.18	4.16	4.13	4.12	4.11	4.11	4.11	4.12	4.12	4.11	4.10	4.11	4.10	4.09	4.09	4.11	4.14			
3.47	3.51	3.53	3.54	3.55	3.56	3.62	3.71	3.87	4.04	4.19	4.25	4.24	4.21	4.18	4.15	4.13	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.15			
3.36	3.39	3.41	3.42	3.44	3.46	3.52	3.60	3.72	3.89	4.07	4.20	4.23	4.23	4.22	4.17	4.13	4.12	4.11	4.10	4.10	4.11	4.10	4.11	4.10	4.09	4.07	4.07	4.11	4.14		
3.18	3.23	3.27	3.30	3.33	3.36	3.41	3.48	3.59	3.73	3.94	4.08	4.20	4.24	4.23	4.18	4.15	4.13	4.11	4.09	4.09	4.10	4.11	4.11	4.11	4.11	4.09	4.08	4.11	4.14		
2.96	3.08	3.15	3.19	3.23	3.26	3.28	3.35	3.45	3.60	3.77	3.96	4.11	4.20	4.23	4.20	4.17	4.17	4.12	4.10	4.09	4.10	4.12	4.12	4.11	4.11	4.11	4.11	4.12	4.16		
2.73	2.93	3.03	3.09	3.11	3.13	3.15	3.19	3.24	3.38	3.56	3.79	4.00	4.12	4.19	4.18	4.17	4.13	4.12	4.12	4.12	4.13	4.14	4.13	4.12	4.11	4.11	4.10	4.10	4.14	4.18	
2.51	2.78	2.90	2.95	2.99	2.99	3.01	3.07	3.18	3.34	3.57	3.83	4.00	4.10	4.16	4.19	4.17	4.15	4.15	4.14	4.16	4.17	4.18	4.17	4.17	4.17	4.14	4.13	4.13	4.16	4.19	
2.59	2.71	2.80	2.87	2.86	2.88	2.93	3.01	3.13	3.34	3.62	3.87	4.04	4.14	4.20	4.20	4.17	4.17	4.18	4.21	4.23	4.23										

3.87	3.88	3.89	3.90	3.90	3.88	3.85	3.80	3.77	3.73	3.70	3.68	3.68	3.72	3.77	3.77	3.76	3.76	3.75	3.74	3.74	3.72	3.70	3.69	3.67	3.67	3.69	3.73	3.78	3.84	3.92		
3.87	3.88	3.89	3.91	3.92	3.91	3.88	3.85	3.82	3.80	3.75	3.68	3.69	3.74	3.77	3.77	3.78	3.76	3.74	3.71	3.71	3.70	3.68	3.67	3.66	3.66	3.68	3.71	3.76	3.82	3.89		
3.85	3.87	3.89	3.91	3.93	3.94	3.92	3.90	3.92	3.88	3.73	3.65	3.70	3.75	3.77	3.78	3.78	3.77	3.74	3.74	3.71	3.71	3.70	3.69	3.67	3.65	3.65	3.66	3.67	3.70	3.76	3.86	
3.83	3.85	3.87	3.91	3.94	3.95	3.97	4.01	4.07	3.80	3.62	3.63	3.71	3.75	3.77	3.78	3.78	3.77	3.73	3.69	3.66	3.63	3.62	3.63	3.65	3.66	3.67	3.70	3.74	3.77	3.80		
3.80	3.82	3.84	3.88	3.92	3.94	3.97	4.01	3.91	3.63	3.55	3.63	3.72	3.75	3.77	3.78	3.78	3.76	3.73	3.68	3.63	3.59	3.60	3.62	3.65	3.67	3.66	3.68	3.71	3.73	3.77		
3.75	3.78	3.81	3.84	3.88	3.91	3.93	3.93	3.77	3.62	3.59	3.65	3.72	3.75	3.76	3.77	3.77	3.75	3.72	3.67	3.61	3.57	3.59	3.61	3.64	3.65	3.66	3.68	3.70	3.73	3.73		
3.70	3.72	3.76	3.78	3.81	3.84	3.85	3.81	3.72	3.63	3.63	3.69	3.74	3.75	3.75	3.75	3.76	3.73	3.70	3.66	3.60	3.58	3.58	3.59	3.62	3.64	3.64	3.65	3.66	3.67	3.69		
3.62	3.64	3.67	3.69	3.73	3.75	3.74	3.70	3.66	3.64	3.67	3.72	3.75	3.75	3.75	3.75	3.74	3.73	3.72	3.69	3.65	3.61	3.58	3.58	3.60	3.61	3.62	3.63	3.64	3.65	3.65		
3.51	3.54	3.58	3.61	3.64	3.64	3.63	3.61	3.61	3.64	3.68	3.74	3.77	3.77	3.75	3.74	3.72	3.70	3.68	3.65	3.62	3.59	3.58	3.58	3.59	3.60	3.62	3.61	3.61	3.61	3.61		
3.40	3.44	3.48	3.53	3.54	3.53	3.52	3.52	3.54	3.58	3.66	3.73	3.78	3.78	3.76	3.74	3.70	3.69	3.68	3.66	3.63	3.59	3.58	3.57	3.57	3.57	3.58	3.60	3.60	3.58	3.57	3.57	
3.20	3.29	3.36	3.41	3.43	3.42	3.42	3.45	3.49	3.59	3.68	3.77	3.80	3.79	3.75	3.70	3.70	3.69	3.66	3.64	3.60	3.58	3.57	3.56	3.56	3.57	3.57	3.55	3.54	3.54	3.54	3.52	
2.95	3.13	3.23	3.28	3.31	3.31	3.32	3.34	3.36	3.42	3.50	3.61	3.73	3.80	3.81	3.75	3.71	3.70	3.70	3.68	3.64	3.61	3.59	3.57	3.55	3.54	3.54	3.54	3.54	3.52	3.52	3.52	
2.71	2.93	3.09	3.16	3.19	3.20	3.21	3.23	3.23	3.27	3.38	3.52	3.68	3.78	3.80	3.72	3.70	3.72	3.71	3.69	3.65	3.62	3.60	3.56	3.55	3.53	3.52	3.52	3.51	3.50	3.49	3.48	3.48
2.48	2.77	2.94	3.02	3.06	3.08	3.08	3.08	3.11	3.20	3.37	3.58	3.72	3.73	3.73	3.71	3.73	3.72	3.69	3.66	3.63	3.60	3.57	3.54	3.53	3.51	3.49	3.48	3.48	3.48	3.47	3.47	
	2.56	2.73	2.87	2.95	2.94	2.94	2.93	2.96	3.04	3.20	3.42	3.59	3.67	3.69	3.72	3.74	3.73	3.73	3.69	3.65	3.63	3.62	3.58	3.58	3.53	3.48	3.46	3.44	3.46	3.47	3.47	
	2.53	2.70	2.77	2.79	2.83	2.82	2.81	2.85	2.92	3.03	3.25	3.46	3.61	3.68	3.71	3.73	3.72	3.68	3.64	3.64	3.63	3.59	3.55	3.51	3.46	3.42	3.43	3.45	3.46	3.46	3.46	
	2.44	2.54	2.63	2.70	2.70	2.72	2.76	2.82	2.93	3.13	3.38	3.54	3.65	3.69	3.71	3.70	3.66	3.65	3.65	3.64	3.60	3.54	3.48	3.43	3.40	3.41	3.44	3.47	3.47	3.47	3.47	
	2.31	2.44	2.53	2.55	2.59	2.61	2.69	2.83	3.02	3.27	3.47	3.59	3.66	3.67	3.66	3.66	3.70	3.68	3.67	3.63	3.53	3.46	3.43	3.42	3.43	3.47	3.47	3.49	3.49	3.49	3.49	
	2.22	2.31	2.33	2.38	2.41	2.46	2.60	2.86	3.10	3.30	3.44	3.55	3.63	3.61	3.67	3.75	3.70	3.71	3.67	3.60	3.50	3.49	3.52	3.61	3.65	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	

**Figura 3.12 Dirección NW30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=0.50 m.**

2.68	2.68	2.68	2.68	2.66	2.63	2.59	2.56	2.54	2.52	2.50	2.49	2.51	2.55	2.56	2.58	2.59	2.58	2.57	2.57	2.58	2.59	2.58	2.57	2.57	2.57	2.58	2.61	2.66	2.69	2.75	2.82	2.89	2.95	2.98	2.95	
2.69	2.69	2.70	2.71	2.72	2.70	2.66	2.62	2.59	2.58	2.54	2.49	2.49	2.52	2.56	2.58	2.59	2.58	2.57	2.57	2.57	2.57	2.60	2.65	2.69	2.73	2.80	2.87	2.93	2.95	2.93						
2.71	2.71	2.72	2.72	2.75	2.76	2.75	2.70	2.66	2.66	2.64	2.53	2.46	2.49	2.53	2.56	2.58	2.60	2.60	2.58	2.56	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.60	2.65	2.67	2.71	2.77	2.84	2.89	2.92	2.90		
2.73	2.73	2.75	2.78	2.81	2.80	2.77	2.77	2.79	2.60	2.45	2.43	2.49	2.53	2.53	2.57	2.59	2.60	2.60	2.58	2.56	2.55	2.55	2.54	2.54	2.56	2.56	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57		
2.76	2.75	2.78	2.81	2.85	2.85	2.85	2.75	2.74	2.38	2.42	2.49	2.54	2.54	2.57	2.59	2.61	2.61	2.59	2.62	2.61	2.61	2.59	2.56	2.54	2.54	2.56	2.62	2.63	2.63	2.65	2.70	2.75	2.79	2.82	2.83	
2.78	2.79	2.81	2.85	2.90	2.92	2.92	2.88	2.67	2.46	2.39	2.43	2.50	2.54	2.56	2.58	2.61	2.61	2.58	2.56	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52
2.81	2.81	2.85	2.89	2.93	2.97	2.96	2.85	2.65	2.46	2.40	2.45	2.51	2.55	2.56	2.58	2.61	2.61	2.59	2.56	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52
2.84	2.85	2.87	2.90	2.96	2.99	2.95	2.82	2.64	2.64	2.48	2.44	2.48	2.53	2.55	2.57	2.58	2.60	2.60	2.59	2.57	2.53	2.51	2.51	2.52	2.53	2.55	2.57	2.57	2.58	2.59	2.60	2.62	2.65	2.68	2.69	
2.86	2.88	2.89	2.94	2.98	2.98	2.81	2.81	2.65	2.65	2.53	2.47	2.47	2.50	2.50	2.57	2.58	2.59	2.60	2.60	2.59	2.57	2.55	2.52	2.52	2.54	2.56	2.58	2.58	2.61	2.64	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65	
2.90	2.92	2.93	2.95	2.97	2.95	2.90	2.81	2.67	2.54	2.51	2.53	2.56	2.58	2.59	2.60	2.60	2.60	2.58	2.56	2.52	2.51	2.51	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52
2.88	2.92	2.92	2.93	2.94	2.92	2.88	2.81	2.69	2.58	2.55	2.55	2.58	2.62	2.62	2.61	2.59	2.60	2.59	2.57	2.52	2.51	2.51	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52	2.52
2.75	2.85	2.88	2.89	2.90	2.88	2.86	2.81	2.71	2.63	2.58	2.58	2.62	2.66	2.66	2.61	2.61	2.60	2.57	2.54	2.52	2.51	2.50	2.50	2.50	2.50	2.49	2.47	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45
2.58	2.72	2.80	2.84	2.84	2.83	2.80	2.71	2.64	2.63	2.65	2.68	2.72	2.69	2.61	2.59	2.62	2.62	2.60	2.57	2.53	2.51	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.49	2.47	2.45	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46
2.38	2.60	2.71	2.77	2.80	2.80	2.78	2.75	2.70	2.65	2.66	2.71	2.74	2.76	2.68	2.60	2.59	2.62	2.62	2.60	2.58	2.56	2.54	2.51	2.50	2.50	2.49	2.48	2.47	2.46	2.45	2.44	2.44	2.45	2.45	2.45	
2.43	2.56	2.69	2.76	2.73	2.72	2.69	2.65	2.65	2.69	2.73	2.77	2.74	2.72	2.70	2.74</																					

4.57	4.61	4.64	4.68	4.72	4.75	4.76	4.75	4.74	4.72	4.69	4.66	4.66	4.70	4.73	4.72	4.71	4.71	4.69	4.67	4.67	4.65	4.63	4.62	4.61	4.62	4.65	4.70	4.75	4.81	4.89	4.96	4.98	4.99	4.96	4.90	
4.50	4.54	4.57	4.61	4.65	4.70	4.73	4.76	4.78	4.77	4.72	4.65	4.67	4.71	4.72	4.72	4.72	4.70	4.67	4.65	4.64	4.62	4.61	4.60	4.60	4.61	4.63	4.66	4.71	4.77	4.83	4.90	4.92	4.94	4.92	4.86	
4.42	4.46	4.49	4.53	4.58	4.63	4.69	4.75	4.83	4.81	4.67	4.61	4.66	4.70	4.72	4.72	4.71	4.69	4.66	4.62	4.60	4.58	4.57	4.58	4.58	4.59	4.61	4.64	4.69	4.73	4.78	4.82	4.87	4.82	4.82	4.82	
4.33	4.36	4.40	4.45	4.50	4.55	4.64	4.76	4.87	4.69	4.54	4.58	4.66	4.70	4.71	4.71	4.70	4.68	4.65	4.61	4.57	4.54	4.54	4.55	4.57	4.59	4.60	4.63	4.66	4.68	4.71	4.75	4.80	4.82	4.81	4.80	
4.23	4.27	4.31	4.35	4.39	4.44	4.52	4.63	4.63	4.49	4.49	4.59	4.67	4.69	4.70	4.70	4.69	4.67	4.63	4.59	4.54	4.50	4.51	4.53	4.56	4.58	4.58	4.59	4.61	4.63	4.67	4.70	4.72	4.74	4.75	4.75	
4.13	4.17	4.22	4.24	4.29	4.33	4.39	4.46	4.47	4.49	4.53	4.61	4.67	4.69	4.68	4.68	4.68	4.66	4.62	4.57	4.52	4.48	4.50	4.51	4.54	4.56	4.56	4.56	4.57	4.60	4.63	4.64	4.65	4.68	4.69	4.69	
4.03	4.07	4.11	4.13	4.17	4.21	4.25	4.31	4.38	4.46	4.57	4.63	4.68	4.68	4.67	4.66	4.66	4.63	4.60	4.55	4.51	4.48	4.49	4.50	4.52	4.53	4.54	4.54	4.56	4.58	4.59	4.59	4.63	4.64	4.65		
3.92	3.95	3.98	4.00	4.04	4.08	4.12	4.17	4.25	4.39	4.55	4.64	4.68	4.68	4.67	4.65	4.63	4.61	4.58	4.54	4.51	4.48	4.48	4.49	4.50	4.51	4.52	4.53	4.54	4.55	4.55	4.58	4.61	4.62			
3.78	3.82	3.86	3.89	3.92	3.95	3.98	4.02	4.14	4.29	4.47	4.61	4.66	4.68	4.66	4.64	4.61	4.58	4.56	4.54	4.51	4.48	4.48	4.48	4.48	4.48	4.49	4.50	4.50	4.50	4.51	4.54	4.57	4.59			
3.65	3.69	3.73	3.78	3.81	3.82	3.85	3.90	3.99	4.14	4.33	4.51	4.61	4.65	4.66	4.63	4.59	4.58	4.52	4.54	4.51	4.48	4.48	4.47	4.46	4.45	4.45	4.46	4.47	4.47	4.47	4.48	4.50	4.54	4.56		
3.45	3.53	3.60	3.65	3.68	3.70	3.72	3.77	3.84	3.96	4.17	4.34	4.51	4.61	4.64	4.62	4.58	4.58	4.56	4.53	4.51	4.48	4.47	4.46	4.45	4.44	4.43	4.43	4.44	4.44	4.46	4.48	4.51	4.54			
3.21	3.36	3.47	3.52	3.56	3.57	3.59	3.64	3.71	3.83	3.98	4.17	4.37	4.51	4.59	4.60	4.58	4.57	4.56	4.54	4.51	4.48	4.48	4.46	4.44	4.42	4.42	4.42	4.41	4.41	4.41	4.42	4.43	4.44	4.46	4.48	4.52
2.98	3.18	3.32	3.40	3.43	3.44	3.46	3.49	3.52	3.61	3.78	3.98	4.22	4.40	4.51	4.53	4.56	4.57	4.56	4.55	4.52	4.50	4.48	4.45	4.43	4.42	4.40	4.39	4.39	4.40	4.40	4.42	4.42	4.44	4.47	4.50	
2.75	3.02	3.18	3.25	3.29	3.31	3.31	3.32	3.35	3.41	3.55	3.76	4.03	4.25	4.38	4.45	4.53	4.57	4.57	4.55	4.52	4.51	4.49	4.46	4.44	4.42	4.40	4.38	4.37	4.39	4.40	4.40	4.41	4.43	4.47	4.49	
2.82	2.97	3.09	3.17	3.16	3.17	3.17	3.18	3.24	3.34	3.53	3.82	4.07	4.26	4.38	4.49	4.55	4.58	4.54	4.52	4.52	4.51	4.49	4.46	4.42	4.37	4.35	4.34	4.38	4.39	4.40	4.42	4.45	4.47	4.48		
2.76	2.93	2.99	3.02	3.05	3.05	3.05	3.11	3.19	3.34	3.60	3.90	4.14	4.31	4.44	4.52	4.54	4.53	4.52	4.54	4.54	4.54	4.50	4.45	4.40	4.34	4.31	4.33	4.37	4.40	4.43	4.45	4.46	4.46	4.45		
2.69	2.78	2.86	2.92	2.92	2.95	3.00	3.07	3.22	3.46	3.78	4.02	4.23	4.37	4.46	4.50	4.51	4.53	4.55	4.54	4.54	4.49	4.42	4.36	4.32	4.31	4.34	4.39	4.43	4.46	4.45	4.45	4.45	4.42	4.43		
2.56	2.67	2.74	2.77	2.81	2.85	2.94	3.11	3.33	3.64	3.91	4.12	4.28	4.39	4.44	4.48	4.55	4.55	4.53	4.50	4.40	4.35	4.32	4.33	4.38	4.43	4.46	4.47	4.44	4.42	4.41	4.41	4.41	4.41			
2.45	2.53	2.56	2.62	2.64	2.71	2.87	3.16	3.42	3.68	3.85	4.07	4.24	4.27	4.34	4.40	4.41	4.47	4.40	4.37	4.28	4.28	4.28	4.36	4.48	4.57	4.57	4.52	4.56	4.41	4.41	4.45					

**Figura 3.14 Dirección Norte, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=1.00 m.**

**Figura 3.15 Dirección NE30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=1.00 m.**

Figura 3.16 Dirección NE60, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=1.00 m.

Figura 3.17 Dirección Este, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=1.00 m.

3.88	3.89	3.89	3.90	3.89	3.88	3.84	3.79	3.76	3.73	3.70	3.68	3.68	3.72	3.77	3.77	3.76	3.76	3.76	3.74	3.74	3.73	3.71	3.69	3.68	3.67	3.67	3.69	3.72	3.77	3.84	3.90	3.98	4.03	4.07	4.07	4.02
3.88	3.90	3.90	3.92	3.92	3.91	3.88	3.84	3.81	3.79	3.74	3.68	3.69	3.74	3.77	3.77	3.78	3.77	3.74	3.72	3.71	3.69	3.68	3.67	3.67	3.69	3.72	3.77	3.84	3.90	3.98	4.03	4.07	4.07	4.02		
3.88	3.90	3.91	3.93	3.95	3.95	3.92	3.90	3.91	3.87	3.72	3.65	3.70	3.75	3.77	3.78	3.77	3.74	3.70	3.67	3.67	3.66	3.67	3.67	3.68	3.72	3.77	3.81	3.87	3.93	3.99	4.03	4.03	3.99			
3.87	3.89	3.91	3.94	3.98	3.98	3.99	4.02	4.06	3.80	3.62	3.63	3.71	3.75	3.77	3.78	3.78	3.76	3.73	3.70	3.66	3.64	3.63	3.65	3.66	3.67	3.68	3.71	3.75	3.78	3.81	3.87	3.93	3.96	3.97	3.96	
3.86	3.87	3.90	3.94	3.97	3.99	4.01	4.04	3.92	3.63	3.55	3.63	3.71	3.74	3.76	3.77	3.78	3.76	3.73	3.69	3.64	3.60	3.61	3.63	3.66	3.68	3.68	3.70	3.72	3.74	3.78	3.82	3.86	3.89	3.90	3.90	
3.83	3.86	3.89	3.92	3.96	3.98	3.99	3.97	3.79	3.62	3.59	3.65	3.71	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.68	3.62	3.58	3.60	3.63	3.65	3.67	3.67	3.68	3.69	3.72	3.75	3.78	3.80	3.83	3.84	3.84	
3.79	3.82	3.85	3.88	3.91	3.94	3.93	3.87	3.76	3.63	3.63	3.68	3.73	3.74	3.75	3.75	3.76	3.73	3.70	3.66	3.61	3.58	3.59	3.60	3.63	3.65	3.66	3.68	3.69	3.71	3.72	3.73	3.77	3.78	3.79		
3.73	3.76	3.79	3.80	3.84	3.86	3.84	3.78	3.71	3.65	3.67	3.71	3.74	3.75	3.74	3.73	3.73	3.72	3.69	3.65	3.61	3.59	3.58	3.59	3.60	3.62	3.63	3.65	3.66	3.66	3.67	3.69	3.71	3.74	3.75		
3.65	3.68	3.71	3.74	3.77	3.77	3.75	3.71	3.68	3.67	3.69	3.73	3.76	3.76	3.74	3.74	3.71	3.70	3.68	3.65	3.62	3.59	3.58	3.59	3.60	3.61	3.63	3.64	3.63	3.62	3.63	3.64	3.67	3.70	3.72		
3.56	3.59	3.63	3.67	3.69	3.68	3.66	3.64	3.63	3.63	3.68	3.73	3.77	3.75	3.74	3.70	3.69	3.68	3.66	3.63	3.60	3.59	3.58	3.57	3.58	3.59	3.61	3.61	3.63	3.60	3.63	3.66	3.68				
3.39	3.47	3.52	3.56	3.58	3.57	3.57	3.57	3.56	3.58	3.64	3.70	3.77	3.78	3.78	3.70	3.69	3.66	3.64	3.61	3.58	3.57	3.56	3.56	3.57	3.57	3.58	3.56	3.57	3.57	3.60	3.62	3.66				
3.17	3.31	3.41	3.45	3.47	3.47	3.49	3.49	3.52	3.58	3.66	3.75	3.80	3.81	3.74	3.70	3.70	3.69	3.68	3.65	3.61	3.59	3.57	3.56	3.55	3.55	3.55	3.54	3.53	3.53	3.54	3.57	3.60	3.63			
2.94	3.13	3.27	3.33	3.36	3.37	3.38	3.39	3.41	3.49	3.60	3.70	3.71	3.71	3.72	3.71	3.71	3.71	3.69	3.65	3.63	3.60	3.60	3.57	3.55	3.54	3.53	3.52	3.52	3.51	3.51	3.52	3.52	3.54	3.57	3.60	
2.72	2.97	3.12	3.20	3.24	3.26	3.26	3.26	3.28	3.36	3.50	3.67	3.77	3.75	3.70	3.70	3.72	3.71	3.69	3.66	3.63	3.61	3.57	3.55	3.54	3.52	3.50	3.49	3.50	3.50	3.50	3.52	3.56	3.58			
	2.78	2.93	3.06	3.14	3.13	3.13	3.12	3.15	3.23	3.36	3.55	3.67	3.71	3.70	3.72	3.73	3.72	3.69	3.65	3.63	3.62	3.59	3.56	3.53	3.49	3.47	3.46	3.48	3.48	3.48	3.52	3.54	3.56			
	2.73	2.91	2.98	2.99	3.00	3.02	3.01	3.06	3.12	3.22	3.43	3.56	3.67	3.70	3.71	3.73	3.72	3.67	3.64	3.63	3.60	3.60	3.56	3.51	3.47	3.43	3.44	3.46	3.47	3.49	3.50	3.53	3.53			
	2.67	2.76	2.84	2.90	2.91	2.93	2.97	3.03	3.13	3.29	3.50	3.62	3.69	3.70	3.71	3.69	3.66	3.65	3.64	3.63	3.60	3.54	3.49	3.44	3.42	3.42	3.46	3.48	3.50	3.51	3.50	3.50				
	2.54	2.66	2.74	2.76	2.81	2.84	2.91	3.04	3.20	3.41	3.56	3.64	3.68	3.71	3.77	3.78	3.73	3.72	3.67	3.63	3.53	3.47	3.44	3.42	3.44	3.48	3.50	3.52	3.49	3.48	3.47	3.48				
	2.45	2.54	2.57	2.62	2.64	2.70	2.84	3.06	3.25	3.41	3.53	3.61	3.65	3.63	3.63	3.68	3.77	3.73	3.72	3.67	3.61	3.50	3.50	3.53	3.62	3.65	3.64	3.58	3.50	3.46	3.46	3.48				

**Figura 3.18 Dirección NW30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=1.00 m.**

2.67	2.67	2.67	2.67	2.67	2.65	2.63	2.58	2.56	2.54	2.52	2.50	2.49	2.51	2.51	2.56	2.57	2.58	2.58	2.59	2.59	2.61	2.61	2.61	2.60	2.58	2.58	2.59	2.63	2.67	2.70	2.76	2.83	2.90	2.96	2.99	2.96	
2.68	2.69	2.69	2.70	2.71	2.69	2.66	2.62	2.59	2.58	2.54	2.49	2.49	2.52	2.52	2.56	2.58	2.59	2.58	2.57	2.59	2.60	2.59	2.59	2.58	2.61	2.66	2.70	2.74	2.81	2.88	2.94	2.96	2.94	2.96	2.94		
2.70	2.70	2.71	2.73	2.75	2.74	2.69	2.65	2.63	2.53	2.46	2.49	2.53	2.56	2.58	2.60	2.60	2.58	2.56	2.57	2.57	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58	2.61	2.66	2.68	2.72	2.78	2.85	2.90	2.93	2.92		
2.72	2.72	2.74	2.77	2.79	2.78	2.76	2.75	2.78	2.59	2.45	2.43	2.49	2.53	2.56	2.56	2.59	2.60	2.60	2.56	2.55	2.55	2.55	2.57	2.57	2.58	2.58	2.58	2.61	2.65	2.66	2.69	2.74	2.81	2.85	2.88		
2.74	2.74	2.76	2.80	2.83	2.84	2.83	2.84	2.74	2.49	2.38	2.42	2.49	2.53	2.56	2.59	2.61	2.61	2.59	2.57	2.54	2.52	2.53	2.55	2.58	2.59	2.59	2.61	2.63	2.64	2.67	2.71	2.77	2.80	2.83	2.84		
2.77	2.77	2.80	2.83	2.88	2.90	2.90	2.86	2.67	2.47	2.39	2.34	2.43	2.45	2.54	2.54	2.58	2.58	2.61	2.61	2.59	2.57	2.53	2.52	2.52	2.54	2.57	2.59	2.59	2.60	2.62	2.63	2.65	2.69	2.72	2.75	2.77	2.79
2.79	2.80	2.83	2.87	2.91	2.95	2.94	2.84	2.86	2.65	2.46	2.40	2.45	2.51	2.54	2.56	2.61	2.61	2.59	2.58	2.53	2.51	2.52	2.53	2.55	2.58	2.59	2.60	2.61	2.62	2.64	2.67	2.70	2.73	2.74			
2.82	2.84	2.86	2.89	2.95	2.98	2.94	2.81	2.64	2.48	2.43	2.47	2.52	2.55	2.56	2.58	2.60	2.60	2.59	2.57	2.54	2.51	2.51	2.52	2.54	2.56	2.58	2.60	2.62	2.66	2.69	2.70	2.72	2.74	2.76			
2.86	2.87	2.88	2.93	2.97	2.98	2.92	2.81	2.65	2.52	2.46	2.49	2.54	2.56	2.57	2.59	2.59	2.60	2.58	2.58	2.55	2.52	2.51	2.52	2.53	2.55	2.57	2.59	2.57	2.56	2.57	2.60	2.62	2.66	2.67	2.67		
2.91	2.92	2.93	2.95	2.98	2.96	2.91	2.81	2.66	2.53	2.50	2.51	2.55	2.57	2.58	2.58	2.59	2.60	2.60	2.58	2.56	2.53	2.51	2.52	2.53	2.55	2.58	2.58	2.59	2.62	2.63	2.65	2.69	2.72	2.74			
2.94	2.96	2.94	2.95	2.93	2.90	2.82	2.69	2.57	2.53	2.54	2.54	2.58	2.60	2.61	2.59	2.59	2.59	2.57	2.57	2.54	2.54	2.54	2.55	2.55	2.58	2.58	2.59	2.61	2.62	2.64	2.66	2.66	2.66	2.67	2.67		
2.86	2.86	2.92	2.92	2.92	2.90	2.88	2.83	2.72	2.62	2.57	2.57	2.60	2.64	2.65	2.60	2.59	2.60	2.61	2.60	2.58	2.54	2.53	2.51	2.51	2.52	2.53	2.53	2.50	2.49	2.48	2.50	2.53	2.55	2.58			
2.74	2.82	2.86	2.88	2.89	2.80	2.74	2.68	2.68	2.61	2.71	2.73	2.73	2.66	2.59	2.59	2.62	2.62	2.60	2.58	2.56	2.56	2.55	2.54	2.54	2.55	2.56	2.58	2.60	2.60	2.60	2						

*Impacto del incremento del nivel del mar por cambio climático en el diseño de rompeolas*

4.70	4.73	4.75	4.77	4.79	4.80	4.78	4.76	4.74	4.71	4.68	4.66	4.66	4.70	4.73	4.72	4.72	4.71	4.70	4.69	4.68	4.67	4.65	4.65	4.64	4.65	4.68	4.72	4.77	4.84	4.91	4.97	5.00	5.01	4.98	4.92	
4.66	4.68	4.71	4.74	4.76	4.78	4.78	4.79	4.78	4.76	4.71	4.65	4.66	4.70	4.72	4.72	4.72	4.70	4.68	4.66	4.65	4.64	4.63	4.62	4.62	4.63	4.66	4.69	4.74	4.80	4.85	4.92	4.95	4.96	4.95	4.89	
4.60	4.63	4.66	4.70	4.73	4.76	4.79	4.81	4.85	4.81	4.67	4.61	4.66	4.70	4.71	4.72	4.71	4.69	4.67	4.63	4.62	4.62	4.60	4.61	4.62	4.63	4.63	4.67	4.72	4.76	4.81	4.85	4.89	4.91	4.90	4.85	
4.54	4.57	4.60	4.65	4.69	4.73	4.78	4.86	4.92	4.71	4.55	4.58	4.66	4.69	4.70	4.71	4.70	4.68	4.66	4.65	4.62	4.58	4.56	4.56	4.58	4.60	4.62	4.63	4.65	4.68	4.71	4.74	4.78	4.82	4.85	4.84	4.83
4.47	4.50	4.54	4.58	4.62	4.66	4.71	4.77	4.72	4.52	4.50	4.59	4.66	4.68	4.69	4.70	4.69	4.67	4.64	4.66	4.65	4.55	4.52	4.53	4.56	4.59	4.61	4.62	4.64	4.66	4.70	4.73	4.75	4.77	4.78	4.78	
4.40	4.44	4.48	4.50	4.54	4.58	4.61	4.64	4.57	4.53	4.54	4.61	4.66	4.68	4.68	4.66	4.66	4.64	4.58	4.53	4.50	4.52	4.54	4.57	4.59	4.59	4.60	4.63	4.66	4.68	4.72	4.73	4.72				
4.32	4.35	4.39	4.41	4.45	4.48	4.50	4.52	4.52	4.57	4.63	4.67	4.67	4.67	4.66	4.66	4.63	4.61	4.56	4.52	4.50	4.50	4.52	4.54	4.56	4.56	4.57	4.57	4.59	4.62	4.63	4.67	4.68	4.68			
4.23	4.26	4.29	4.30	4.34	4.37	4.39	4.41	4.44	4.50	4.59	4.64	4.66	4.63	4.61	4.59	4.55	4.52	4.50	4.49	4.50	4.52	4.53	4.54	4.54	4.56	4.56	4.57	4.58	4.59	4.61	4.64	4.65				
4.11	4.15	4.18	4.21	4.24	4.26	4.28	4.30	4.36	4.45	4.55	4.64	4.67	4.68	4.66	4.64	4.61	4.59	4.57	4.55	4.52	4.50	4.50	4.50	4.51	4.52	4.52	4.53	4.54	4.55	4.57	4.61	4.62				
4.00	4.04	4.07	4.12	4.15	4.15	4.17	4.20	4.25	4.35	4.47	4.59	4.65	4.66	4.66	4.63	4.59	4.58	4.57	4.55	4.52	4.50	4.49	4.48	4.48	4.48	4.49	4.50	4.50	4.51	4.52	4.54	4.57	4.60			
3.84	3.90	3.95	4.00	4.03	4.04	4.06	4.10	4.15	4.22	4.37	4.48	4.60	4.65	4.66	4.63	4.58	4.58	4.57	4.54	4.52	4.50	4.48	4.47	4.46	4.46	4.46	4.47	4.47	4.47	4.48	4.49	4.52	4.54	4.57		
3.63	3.75	3.83	3.88	3.92	3.93	3.95	3.99	4.03	4.12	4.24	4.37	4.51	4.61	4.59	4.58	4.57	4.55	4.52	4.50	4.49	4.47	4.46	4.44	4.44	4.44	4.45	4.46	4.47	4.50	4.52	4.55					
3.42	3.58	3.70	3.77	3.80	3.81	3.83	3.86	3.88	3.95	4.08	4.24	4.42	4.54	4.60	4.57	4.57	4.58	4.57	4.56	4.53	4.52	4.49	4.46	4.45	4.43	4.46	4.46	4.48	4.51	4.54						
3.20	3.43	3.56	3.63	3.67	3.68	3.69	3.71	3.73	3.79	3.90	4.08	4.29	4.44	4.50	4.52	4.56	4.58	4.57	4.56	4.53	4.52	4.50	4.47	4.45	4.44	4.41	4.40	4.40	4.41	4.43	4.44	4.47	4.50	4.52		
3.24	3.36	3.49	3.56	3.55	3.56	3.57	3.58	3.64	3.74	3.90	4.13	4.31	4.42	4.48	4.54	4.58	4.55	4.53	4.53	4.52	4.49	4.47	4.44	4.39	4.37	4.37	4.41	4.42	4.43	4.45	4.48	4.50	4.51			
	3.17	3.34	3.41	3.42	3.45	3.45	3.47	3.53	3.60	3.73	3.95	4.17	4.35	4.45	4.52	4.56	4.56	4.54	4.53	4.54	4.54	4.51	4.56	4.41	4.45	4.47	4.49	4.48								
	3.14	3.21	3.28	3.33	3.34	3.38	3.43	3.50	3.63	3.83	4.08	4.26	4.40	4.47	4.53	4.54	4.53	4.54	4.54	4.56	4.55	4.50	4.44	4.38	4.34	4.33	4.36	4.41	4.45	4.48	4.47	4.47	4.46			
	3.01	3.10	3.17	3.20	3.26	3.29	3.38	3.53	3.72	3.96	4.17	4.31	4.42	4.47	4.50	4.52	4.57	4.57	4.55	4.51	4.42	4.37	4.34	4.35	4.39	4.44	4.46	4.46	4.44	4.43	4.46					
	2.89	2.98	3.02	3.08	3.10	3.18	3.33	3.56	3.76	3.97	4.11	4.27	4.37	4.37	4.45	4.51	4.50	4.53	4.45	4.42	4.31	4.32	4.39	4.51	4.58	4.57	4.53	4.47	4.43	4.44	4.47					

**Figura 3.20 Dirección Norte, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=2.00 m.**

4.94	4.98	5.02	5.06	5.12	5.16	5.18	5.20	5.20	5.18	5.16	5.13	5.14	5.17	5.18	5.17	5.16	5.15	5.14	5.13	5.12	5.11	5.09	5.09	5.11	5.14	5.18	5.22	5.28	5.33	5.38	5.37	5.36	5.33	5.27		
4.86	4.89	4.94	4.98	5.03	5.09	5.14	5.19	5.22	5.27	5.17	5.11	5.12	5.15	5.16	5.15	5.15	5.13	5.11	5.09	5.09	5.08	5.07	5.07	5.07	5.08	5.10	5.13	5.17	5.22	5.27	5.31	5.32	5.31	5.29	5.24	
4.76	4.80	4.85	4.90	4.95	5.01	5.09	5.17	5.24	5.23	5.10	5.06	5.11	5.13	5.14	5.14	5.13	5.11	5.09	5.06	5.05	5.03	5.04	5.05	5.07	5.08	5.10	5.13	5.17	5.22	5.27	5.31	5.32	5.31	5.29	5.24	
4.67	4.71	4.75	4.81	4.86	4.93	5.02	5.14	5.23	5.09	4.98	5.03	5.09	5.11	5.12	5.12	5.11	5.10	5.07	5.04	5.04	5.02	5.04	5.05	5.06	5.08	5.10	5.13	5.17	5.21	5.26	5.27	5.25	5.21			
4.57	4.61	4.65	4.69	4.74	4.80	4.88	4.98	4.99	4.90	4.93	5.03	5.09	5.10	5.10	5.10	5.08	5.05	5.02	4.98	4.96	4.97	4.99	5.02	5.04	5.04	5.05	5.06	5.08	5.12	5.13	5.14	5.15	5.17	5.16		
4.46	4.51	4.55	4.58	4.62	4.67	4.73	4.80	4.84	4.91	4.97	5.04	5.09	5.10	5.09	5.09	5.09	5.07	5.04	5.01	4.97	4.94	4.96	4.98	5.00	5.02	5.02	5.05	5.08	5.08	5.12	5.13	5.13	5.13			
4.36	4.40	4.44	4.47	4.51	4.55	4.60	4.67	4.77	4.88	5.00	5.06	5.09	5.08	5.08	5.07	5.04	5.02	4.99	4.96	4.95	4.96	4.98	4.99	5.00	5.00	5.01	5.04	5.05	5.05	5.09	5.10	5.10	5.10			
4.26	4.29	4.32	4.35	4.39	4.42	4.48	4.55	4.61	4.68	4.51	4.59	4.65	4.70	4.74	4.78	4.80	4.81	4.79	4.76	4.74	4.73	4.72	4.71	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70	4.70		
4.13	4.17	4.20	4.23	4.27	4.30	4.34	4.41	4.45	4.54	4.70	4.89	5.01	5.07	5.09	5.03	5.01	5.00	4.98	4.96	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.94	4.95	4.95	4.96	4.97	4.98	4.99	5.00	5.02	5.07
4.02	4.05	4.08	4.13	4.16	4.18	4.22	4.28	4.39	4.55	4.74	4.92	5.01	5.07	5.05	5.01	5.00	4.99	4.97	4.96	4.94	4.94	4.94	4.93	4.93	4.92	4.92	4.92	4.93	4.94	4.94	4.96	4.97	4.98	5.00	5.03	5.06
3.85	3.90	3.95	4.01	4.04	4.07	4.10	4.16	4.25	4.37	4.58	4.75	4.91	5.01	5.04	5.03	5.00	5.00	4.99	4.96	4.95	4.93	4.93	4.92	4.92	4.91	4.90	4.89	4.91	4.92	4.94	4.95	4.96	4.97	5.01	5.04	5.04
3.64	3.75	3.83	3.89	3.93	3.95	3.97	4.03	4.11	4.24	4.41	4.59	4.78	4.91	4.99	5.00	5.00	4.98	4.98	4.97	4.95	4.93	4.93	4.92	4.91	4.89	4.88	4.88	4.89	4.90	4.93	4.94	4.96	4.97	5.00	5.03	
3.43	3.59	3.71	3.77	3.80	3.82	3.84	3.88	3.92	4.04	4.21	4.41	4.64	4.80	4.91	4.94	4.97	4.98	4.95	4.95	4.94	4.94	4.94	4.93	4.92	4.91	4.89	4.88	4.88	4.90	4.92	4.94	4.95	4.97	5.00	5.02	
3.21	3.44	3.57	3.63	3.67	3.69	3.72	3.76	3.85</td																												

4.86	4.89	4.93	4.97	5.02	5.05	5.07	5.08	5.07	5.05	5.03	5.00	4.99	5.01	5.01	4.99	4.98	4.97	4.96	4.95	4.94	4.93	4.92	4.93	4.91	4.91	4.90	4.91	4.91	4.93	4.94	4.97	4.99	5.02	5.05	5.10	5.13	5.15	5.12	5.09	5.05	5.00
4.78	4.81	4.85	4.90	4.95	5.00	5.04	5.08	5.10	5.09	5.03	4.97	4.97	4.98	4.97	4.96	4.95	4.95	4.93	4.92	4.91	4.91	4.90	4.91	4.91	4.93	4.94	4.94	4.97	4.99	5.02	5.06	5.08	5.07	5.04	5.02	4.98					
4.69	4.73	4.77	4.82	4.88	4.93	5.01	5.08	5.13	5.09	4.95	4.91	4.94	4.95	4.95	4.94	4.93	4.92	4.90	4.88	4.87	4.86	4.87	4.88	4.87	4.86	4.88	4.89	4.90	4.91	4.91	4.93	4.95	4.97	4.97	4.98	4.97	4.96				
4.60	4.64	4.68	4.73	4.79	4.85	4.94	5.05	5.09	4.94	4.83	4.87	4.92	4.93	4.92	4.92	4.91	4.90	4.88	4.86	4.84	4.86	4.84	4.82	4.81	4.83	4.86	4.87	4.87	4.88	4.88	4.90	4.93	4.93	4.95	4.95						
4.51	4.54	4.58	4.62	4.66	4.72	4.79	4.86	4.84	4.76	4.80	4.87	4.91	4.91	4.91	4.90	4.89	4.88	4.86	4.84	4.82	4.81	4.83	4.86	4.87	4.87	4.88	4.88	4.90	4.93	4.93	4.93	4.95	4.95								
4.40	4.44	4.48	4.50	4.54	4.59	4.63	4.68	4.72	4.79	4.84	4.89	4.91	4.91	4.90	4.89	4.87	4.87	4.85	4.83	4.81	4.80	4.81	4.82	4.83	4.83	4.85	4.85	4.85	4.87	4.87	4.88	4.92	4.93	4.93							
4.30	4.34	4.37	4.39	4.43	4.46	4.50	4.57	4.67	4.78	4.87	4.91	4.92	4.91	4.90	4.89	4.87	4.86	4.85	4.83	4.81	4.80	4.81	4.82	4.83	4.83	4.85	4.85	4.87	4.88	4.88	4.91	4.93	4.93								
4.20	4.24	4.26	4.28	4.32	4.34	4.39	4.47	4.58	4.74	4.87	4.92	4.93	4.91	4.90	4.88	4.86	4.85	4.84	4.82	4.81	4.80	4.81	4.81	4.81	4.81	4.83	4.86	4.87	4.87	4.89	4.92	4.93									
4.08	4.12	4.15	4.17	4.20	4.23	4.27	4.35	4.48	4.65	4.81	4.90	4.93	4.93	4.91	4.88	4.85	4.84	4.83	4.82	4.81	4.80	4.80	4.79	4.79	4.79	4.79	4.81	4.84	4.85	4.86	4.88	4.91	4.93								
3.98	4.00	4.03	4.06	4.09	4.12	4.16	4.23	4.34	4.50	4.68	4.83	4.89	4.91	4.92	4.88	4.85	4.84	4.82	4.81	4.80	4.79	4.79	4.79	4.77	4.77	4.76	4.76	4.77	4.80	4.82	4.84	4.85	4.87	4.90	4.92						
3.82	3.86	3.90	3.93	3.98	4.01	4.05	4.12	4.21	4.34	4.54	4.69	4.82	4.89	4.90	4.88	4.85	4.84	4.82	4.80	4.79	4.79	4.77	4.75	4.75	4.76	4.79	4.81	4.84	4.85	4.87	4.89	4.92									
3.62	3.72	3.79	3.84	3.88	3.91	3.93	4.00	4.08	4.22	4.38	4.56	4.72	4.82	4.87	4.87	4.85	4.82	4.81	4.79	4.79	4.78	4.80	4.79	4.78	4.76	4.75	4.75	4.76	4.78	4.82	4.84	4.85	4.87	4.89	4.92						
3.42	3.57	3.67	3.73	3.76	3.78	3.84	3.89	4.02	4.19	4.40	4.60	4.73	4.81	4.82	4.81	4.80	4.81	4.81	4.79	4.78	4.76	4.75	4.75	4.75	4.76	4.76	4.77	4.79	4.82	4.84	4.85	4.87	4.90	4.92							
3.21	3.42	3.54	3.59	3.63	3.65	3.68	3.74	3.84	3.99	4.20	4.43	4.60	4.71	4.77	4.83	4.83	4.82	4.82	4.82	4.82	4.81	4.78	4.77	4.77	4.77	4.80	4.82	4.84	4.86	4.89	4.91	4.92									
3.24	3.35	3.46	3.53	3.52	3.53	3.56	3.60	3.68	3.81	3.99	4.25	4.47	4.62	4.73	4.81	4.84	4.83	4.83	4.85	4.86	4.85	4.85	4.82	4.82	4.84	4.87	4.89	4.92	4.92	4.91											
3.16	3.32	3.38	3.39	3.43	3.45	3.48	3.55	3.64	3.81	4.03	4.32	4.54	4.68	4.76	4.81	4.82	4.83	4.85	4.85	4.89	4.80	4.88	4.84	4.79	4.76	4.75	4.75	4.76	4.78	4.83	4.84	4.91	4.92	4.90	4.89						
3.13	3.19	3.26	3.30	3.32	3.36	3.41	3.51	3.67	3.92	4.21	4.42	4.59	4.69	4.76	4.78	4.81	4.84	4.86	4.86	4.90	4.88	4.84	4.84	4.85	4.87	4.92	4.94	4.91	4.90	4.86	4.88										
3.00	3.07	3.12	3.17	3.22	3.23	3.37	3.55	3.77	4.05	4.28	4.44	4.56	4.64	4.66	4.75	4.83	4.84	4.81	4.79	4.73	4.72	4.70	4.74	4.72	4.74	4.76	4.77	4.79	4.81	4.83	4.84	4.87	4.87	4.91							
2.85	2.93	2.97	3.02	3.04	3.15	3.32	3.58	3.77	4.00	4.09	4.31	4.42	4.41	4.52	4.55	4.61	4.66	4.50	4.55	4.41	4.50	4.65	4.67	4.78	4.89	4.90	4.91	4.91	4.89	4.90	4.93										

Figura 3.22 Dirección NE60, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=2.00 m.

4.41	4.42	4.43	4.45	4.46	4.45	4.44	4.42	4.39	4.36	4.33	4.30	4.29	4.29	4.27	4.25	4.25	4.24	4.23	4.23	4.22	4.22	4.24	4.24	4.26	4.28	4.30	4.32	4.34	4.37	4.38	4.37	4.33	4.30	4.27	4.24
4.37	4.38	4.40	4.43	4.44	4.45	4.46	4.46	4.44	4.39	4.33	4.26	4.25	4.24	4.23	4.22	4.21	4.21	4.20	4.20	4.20	4.21	4.21	4.22	4.23	4.24	4.25	4.27	4.28	4.29	4.31	4.30	4.29	4.26	4.25	4.23
4.33	4.35	4.37	4.41	4.44	4.46	4.49	4.50	4.49	4.38	4.24	4.20	4.21	4.21	4.19	4.19	4.18	4.17	4.17	4.16	4.17	4.16	4.17	4.19	4.20	4.21	4.22	4.23	4.24	4.26	4.27	4.28	4.29	4.30	4.28	4.27
4.28	4.31	4.33	4.37	4.40	4.43	4.47	4.50	4.41	4.24	4.13	4.16	4.18	4.17	4.16	4.16	4.15	4.15	4.14	4.14	4.14	4.15	4.16	4.18	4.19	4.20	4.21	4.21	4.22	4.23	4.24	4.25	4.26	4.27	4.28	
4.22	4.24	4.27	4.28	4.30	4.31	4.32	4.30	4.17	4.08	4.12	4.16	4.17	4.16	4.15	4.15	4.14	4.13	4.13	4.12	4.13	4.13	4.14	4.16	4.17	4.18	4.19	4.18	4.20	4.22	4.21	4.19	4.21	4.23	4.24	
4.14	4.17	4.18	4.19	4.20	4.20	4.17	4.13	4.11	4.13	4.16	4.17	4.17	4.16	4.15	4.14	4.14	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.14	4.14	4.15	4.16	4.17	4.17	4.18	4.19	4.20	4.21	4.22	4.23	4.25	
4.07	4.10	4.11	4.11	4.11	4.10	4.08	4.08	4.14	4.19	4.20	4.20	4.19	4.17	4.17	4.15	4.15	4.14	4.13	4.13	4.14	4.14	4.14	4.15	4.16	4.16	4.17	4.17	4.19	4.20	4.21	4.23	4.25	4.26		
4.00	4.02	4.03	4.03	4.03	4.01	4.02	4.06	4.14	4.21	4.25	4.23	4.21	4.18	4.17	4.15	4.15	4.14	4.13	4.13	4.14	4.14	4.14	4.15	4.15	4.16	4.17	4.19	4.21	4.22	4.23	4.25	4.27	4.28		
3.91	3.94	3.95	3.94	3.93	3.93	3.96	4.02	4.11	4.20	4.27	4.27	4.24	4.21	4.19	4.16	4.16	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	4.13	4.13	4.14	4.14	4.15	4.15	4.16	4.17	4.18	4.19	4.20	4.22	4.26	4.28
3.84	3.85	3.85	3.85	3.87	3.91	3.97	4.05	4.15	4.23	4.27	4.26	4.24	4.22	4.17	4.15	4.14	4.13	4.13	4.13	4.13	4.14	4.14	4.13	4.13	4.14	4.14	4.15	4.16	4.17	4.18	4.18	4.19	4.21	4.25	
3.73	3.73	3.74	3.76	3.78	3.81	3.85	3.90	3.97	4.07	4.18	4.24	4.27	4.27	4.19	4.16	4.16	4.14	4.13	4.12	4.11	4.12	4.14	4.14	4.13	4.12	4.11	4.10	4.12	4.15	4.18	4.22	4.23	4.25	4.27	4.29
3.56	3.61	3.65	3.68	3.72	3.75	3.76	3.82	3.88	3.99	4.10	4.21	4.27	4.29	4.27	4.26	4.24	4.23	4.23	4.21	4.21	4.21	4.22	4.23	4.24	4.25	4.27	4.29	4.30	4.32	4.33	4.36	4.38	4.40	4.41	4.45
3.37	3.39	3.56	3.60	3.62	3.64	3.65	3.69	3.73	3.85	3.94	4.14	4.25	4.28	4.26	4.21	4.18	4.14	4.14	4.14	4.14	4.15	4.16	4.15												

Figura 3.24 Dirección NW30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=2.00 m.

**Figura 3.25 Dirección NW60, H =6.26 m, T=11.01 s, ICC=2.00 m.**

**Figura 3.26 Dirección Norte, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=3.00 m.**

5.08	5.11	5.14	5.17	5.20	5.22	5.22	5.21	5.18	5.16	5.14	5.14	5.17	5.19	5.17	5.17	5.16	5.16	5.14	5.14	5.13	5.12	5.12	5.12	5.14	5.17	5.21	5.25	5.31	5.36	5.40	5.40	5.39	5.35	5.30			
5.03	5.05	5.08	5.12	5.16	5.19	5.21	5.23	5.23	5.22	5.18	5.12	5.13	5.16	5.16	5.16	5.15	5.13	5.11	5.11	5.10	5.10	5.10	5.10	5.11	5.14	5.17	5.20	5.25	5.30	5.34	5.35	5.34	5.32	5.27			
4.96	4.99	5.03	5.07	5.11	5.15	5.20	5.24	5.28	5.25	5.11	5.07	5.11	5.14	5.14	5.14	5.14	5.13	5.11	5.08	5.07	5.06	5.07	5.08	5.09	5.10	5.11	5.14	5.17	5.21	5.25	5.27	5.30	5.30	5.29	5.24		
4.88	4.92	4.96	5.01	5.05	5.10	5.15	5.25	5.30	5.30	5.12	5.00	5.04	5.10	5.12	5.13	5.12	5.11	5.08	5.06	5.03	5.02	5.03	5.05	5.07	5.09	5.10	5.12	5.13	5.16	5.18	5.21	5.23	5.25	5.24	5.23		
4.81	4.84	4.88	4.92	4.96	5.00	5.06	5.12	5.07	4.94	4.95	5.04	5.10	5.11	5.11	5.11	5.09	5.06	5.04	5.01	4.99	5.00	5.02	5.05	5.07	5.07	5.08	5.09	5.11	5.15	5.16	5.17	5.19	5.20	5.20			
4.72	4.76	4.80	4.83	4.87	4.91	4.94	4.97	4.95	4.95	4.99	5.05	5.09	5.10	5.10	5.10	5.10	5.08	5.03	5.02	4.99	4.97	4.99	5.01	5.03	5.05	5.05	5.06	5.09	5.11	5.12	5.12	5.16	5.17	5.16			
4.64	4.68	4.71	4.73	4.77	4.80	4.83	4.86	4.90	4.95	5.02	5.07	5.10	5.10	5.09	5.09	5.08	5.06	5.04	5.01	4.98	4.97	4.97	4.99	5.01	5.02	5.03	5.03	5.05	5.05	5.08	5.09	5.09	5.13	5.14			
4.55	4.59	4.61	4.63	4.67	4.70	4.73	4.77	4.83	4.92	5.02	5.07	5.10	5.09	5.09	5.07	5.06	5.04	5.03	5.00	4.98	4.97	4.96	4.97	4.96	4.97	4.97	4.97	4.98	4.99	5.00	5.00	5.00	5.03	5.05	5.07		
4.44	4.48	4.51	4.53	4.57	4.59	4.62	4.66	4.75	4.86	4.98	5.06	5.09	5.10	5.08	5.07	5.04	5.02	5.01	5.00	4.98	4.96	4.96	4.97	4.97	4.97	4.97	4.98	4.98	4.98	4.99	5.00	5.02	5.03	5.04	5.06	5.09	5.11
4.35	4.37	4.40	4.44	4.47	4.49	4.52	4.57	4.64	4.75	4.89	5.01	5.06	5.08	5.08	5.06	5.03	5.02	5.01	4.99	4.97	4.96	4.96	4.95	4.95	4.95	4.96	4.98	4.99	5.01	5.02	5.04	5.07	5.09	5.11			
4.21	4.25	4.29	4.33	4.37	4.39	4.42	4.47	4.53	4.62	4.78	4.90	5.01	5.06	5.07	5.05	5.02	5.02	5.00	4.98	4.97	4.95	4.95	4.95	4.94	4.93	4.93	4.93	4.94	4.94	4.96	4.97	4.99	5.00	5.02	5.05	5.08	
4.03	4.11	4.18	4.23	4.26	4.29	4.31	4.36	4.42	4.52	4.65	4.79	4.93	5.01	5.05	5.04	5.02	5.00	4.99	4.98	4.97	4.95	4.95	4.94	4.93	4.92	4.91	4.92	4.94	4.94	4.96	4.98	4.99	5.01	5.03	5.06		
3.83	3.97	4.06	4.12	4.15	4.17	4.19	4.23	4.26	4.36	4.50	4.67	4.84	4.95	5.00	5.00	5.00	4.99	5.00	5.00	4.99	4.97	4.97	4.96	4.94	4.93	4.91	4.90	4.90	4.91	4.93	4.95	4.97	4.98	5.00	5.03	5.05	
3.64	3.82	3.93	3.99	4.03	4.05	4.06	4.08	4.13	4.20	4.33	4.51	4.70	4.84	4.91	4.94	4.99	5.00	5.00	4.99	4.98	4.98	4.97	4.95	4.94	4.93	4.91	4.90	4.90	4.93	4.95	4.96	4.98	5.00	5.03	5.05		
3.65	3.74	3.86	3.93	3.92	3.93	3.96	3.99	4.07	4.18	4.34	4.55	4.72	4.83	4.91	4.97	5.00	5.00	4.99	4.98	4.98	4.99	5.00	4.98	4.97	4.94	4.94	4.90	4.88	4.89	4.93	4.95	4.97	4.99	5.02	5.03	5.04	
3.57	3.73	3.79	3.80	3.83	3.85	3.88	3.95	4.04	4.17	4.39	4.60	4.76	4.87	4.93	4.98	4.99	4.98	4.99	5.02	5.02	4.99	4.95	4.91	4.87	4.86	4.89	4.94	4.97	5.00	5.02	5.03	5.02	5.01				
3.56	3.62	3.67	3.71	3.73	3.78	3.84	3.92	4.06	4.26	4.50	4.67	4.80	4.88	4.94	4.94	4.96	4.97	5.00	5.03	5.01	4.97	4.92	4.88	4.85	4.86	4.90	4.96	5.00	5.03	5.02	5.01	5.03					
3.43	3.49	3.55	3.60	3.66	3.70	3.80	3.95	4.14	4.36	4.55	4.68	4.78	4.85	4.88	4.93	4.99	4.99	4.97	4.94	4.88	4.85	4.82	4.85	4.93	4.98	5.02	5.03	5.00	4.98	4.98	5.01						
3.29	3.38	3.43	3.48	3.51	3.60	3.75	3.97	4.12	4.42	4.42	4.60	4.69	4.68	4.78	4.83	4.85	4.88	4.76	4.77	4.64	4.71	4.82	4.94	5.03	5.04	5.03	5.01	4.99	4.99	5.02							

**Figura 3.27 Dirección NE30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=3.00 m.**

Figura 3.28 Dirección NE60, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=3.00 m.

**Figura 3.29 Dirección Este, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=3.00 m.**

3.86	3.87	3.87	3.87	3.86	3.84	3.81	3.77	3.74	3.72	3.70	3.68	3.69	3.72	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.75	3.74	3.74	3.73	3.72	3.72	3.74	3.77	3.79	3.84	3.90	3.97	4.05	4.11	4.14	4.15	4.10
3.88	3.88	3.89	3.90	3.90	3.88	3.84	3.81	3.78	3.77	3.73	3.68	3.70	3.74	3.77	3.78	3.79	3.78	3.76	3.74	3.75	3.75	3.74	3.74	3.73	3.72	3.72	3.74	3.77	3.82	3.89	3.94	4.02	4.07	4.11	4.12	4.07	
3.90	3.90	3.91	3.93	3.94	3.93	3.89	3.86	3.86	3.83	3.72	3.66	3.70	3.74	3.77	3.78	3.78	3.77	3.75	3.73	3.73	3.72	3.71	3.72	3.72	3.73	3.73	3.76	3.82	3.86	3.92	3.97	4.04	4.07	4.08	4.04		
3.91	3.92	3.93	3.97	3.99	3.98	3.97	3.97	4.00	3.78	3.63	3.64	3.70	3.74	3.77	3.78	3.78	3.77	3.75	3.72	3.69	3.68	3.68	3.70	3.71	3.72	3.73	3.76	3.80	3.83	3.87	3.92	3.98	4.01	4.02	4.01		
3.93	3.93	3.96	3.99	4.03	4.03	4.03	4.03	3.92	3.65	3.57	3.63	3.71	3.74	3.76	3.77	3.78	3.77	3.74	3.71	3.66	3.64	3.65	3.68	3.71	3.73	3.73	3.75	3.77	3.80	3.84	3.88	3.92	3.95	3.96	3.96		
3.95	3.96	3.99	4.02	4.07	4.08	4.07	4.02	3.82	3.63	3.59	3.64	3.70	3.74	3.75	3.76	3.76	3.73	3.69	3.64	3.64	3.64	3.66	3.63	3.71	3.72	3.73	3.74	3.77	3.81	3.84	3.86	3.89	3.90	3.90			
3.96	3.98	4.01	4.04	4.07	4.10	4.07	3.97	3.80	3.64	3.61	3.66	3.71	3.73	3.74	3.75	3.76	3.74	3.72	3.68	3.64	3.61	3.64	3.67	3.69	3.71	3.72	3.73	3.75	3.77	3.79	3.80	3.83	3.85	3.86			
3.97	3.99	4.01	4.03	4.07	4.09	4.05	3.93	3.79	3.67	3.64	3.68	3.72	3.72	3.73	3.74	3.74	3.73	3.70	3.67	3.64	3.62	3.62	3.63	3.64	3.67	3.68	3.70	3.72	3.72	3.73	3.76	3.81	3.82				
3.97	3.98	3.99	4.03	4.06	4.06	4.00	3.90	3.79	3.71	3.67	3.69	3.72	3.73	3.72	3.73	3.72	3.70	3.67	3.65	3.62	3.61	3.62	3.64	3.66	3.68	3.69	3.69	3.70	3.72	3.74	3.77	3.79					
3.97	3.98	3.99	4.02	4.03	4.01	3.96	3.89	3.80	3.71	3.69	3.70	3.73	3.73	3.72	3.73	3.72	3.70	3.68	3.65	3.62	3.61	3.61	3.63	3.66	3.67	3.66	3.66	3.68	3.70	3.74	3.76						
3.93	3.95	3.96	3.98	3.98	3.96	3.93	3.88	3.79	3.73	3.71	3.71	3.73	3.75	3.74	3.72	3.69	3.70	3.70	3.68	3.66	3.63	3.63	3.61	3.60	3.60	3.62	3.63	3.65	3.67	3.70	3.73						
3.83	3.88	3.90	3.92	3.92	3.90	3.89	3.86	3.79	3.74	3.71	3.71	3.75	3.77	3.77	3.71	3.69	3.70	3.70	3.69	3.67	3.63	3.62	3.60	3.59	3.60	3.60	3.61	3.60	3.60	3.62	3.65	3.67	3.70				
3.69	3.76	3.82	3.86	3.85	3.84	3.82	3.76	3.72	3.72	3.74	3.74	3.77	3.78	3.78	3.79	3.78	3.78	3.76	3.66	3.63	3.59	3.58	3.58	3.57	3.57	3.58	3.59	3.62	3.65	3.67							
3.51	3.64	3.72	3.76	3.79	3.77	3.76	3.72	3.70	3.72	3.77	3.81	3.83	3.76	3.68	3.71	3.71	3.69	3.66	3.65	3.63	3.59	3.58	3.57	3.56	3.55	3.55	3.56	3.56	3.57	3.59	3.62	3.65					
3.49	3.56	3.68	3.75	3.71	3.70	3.69	3.66	3.68	3.73	3.77	3.81	3.79	3.74	3.69	3.69	3.71	3.71	3.68	3.65	3.64	3.63	3.60	3.58	3.56	3.53	3.52	3.51	3.53	3.54	3.55	3.58	3.61	3.63				
3.42	3.60	3.66	3.62	3.63	3.63	3.62	3.67	3.71	3.73	3.77	3.77	3.74	3.71	3.70	3.71	3.70	3.70	3.67	3.64	3.64	3.61	3.61	3.58	3.55	3.51	3.49	3.49	3.52	3.53	3.54	3.56	3.59	3.60	3.60			
3.45	3.50	3.52	3.55	3.57	3.61	3.65	3.68	3.70	3.73	3.75	3.74	3.71	3.69	3.69	3.67	3.65	3.64	3.64	3.61	3.61	3.64	3.63	3.66	3.64	3.67	3.57	3.52	3.48	3.46	3.48	3.50	3.53	3.56	3.57			
3.35	3.40	3.46	3.49	3.56	3.52	3.62	3.68	3.71	3.74	3.72	3.68	3.68	3.66	3.63	3.64	3.63	3.66	3.64	3.63	3.64	3.64	3.65	3.56	3.51	3.48	3.47	3.48	3.52	3.54	3.56	3.55	3.54	3.53	3.55			
3.24	3.33	3.39	3.44	3.46	3.50	3.57	3.64	3.65	3.64	3.68	3.69	3.66	3.62	3.69	3.78	3.75	3.72	3.68	3.63	3.52	3.52	3.55	3.62	3.64	3.65	3.60	3.54	3.52	3.52	3.54	3.52	3.52	3.54				

Figura 3.30 Dirección NW30, H=6.26 m, T=11.01 s, ICC=3.00 m.

2.65	2.65	2.66	2.66	2.64	2.62	2.59	2.56	2.55	2.53	2.52	2.51	2.53	2.57	2.59	2.59	2.60	2.61	2.61	2.64	2.65	2.64	2.64	2.63	2.62	2.62	2.63	2.65	2.70	2.74	2.78	2.85	2.91	2.97	3.00	2.98
2.67	2.67	2.67	2.68	2.68	2.67	2.64	2.61	2.58	2.55	2.51	2.51	2.54	2.57	2.59	2.60	2.60	2.60	2.59	2.62	2.63	2.63	2.62	2.62	2.62	2.63	2.63	2.65	2.70	2.74	2.78	2.85	2.91	2.97	3.00	2.98
2.68	2.68	2.69	2.71	2.72	2.71	2.67	2.63	2.62	2.54	2.48	2.50	2.54	2.54	2.57	2.59	2.61	2.61	2.60	2.58	2.60	2.61	2.61	2.62	2.62	2.62	2.62	2.65	2.70	2.72	2.76	2.82	2.89	2.94	2.97	2.96
2.69	2.69	2.71	2.71	2.72	2.74	2.72	2.71	2.73	2.59	2.47	2.45	2.50	2.54	2.57	2.59	2.61	2.61	2.60	2.58	2.58	2.59	2.61	2.62	2.62	2.63	2.62	2.65	2.69	2.70	2.73	2.79	2.85	2.90	2.93	2.94
2.71	2.71	2.73	2.75	2.78	2.78	2.72	2.51	2.41	2.44	2.50	2.54	2.57	2.59	2.61	2.62	2.60	2.58	2.56	2.55	2.57	2.59	2.62	2.63	2.63	2.65	2.67	2.67	2.69	2.71	2.76	2.81	2.85	2.89	2.90	
2.73	2.73	2.75	2.78	2.82	2.84	2.82	2.67	2.68	2.41	2.44	2.50	2.54	2.56	2.58	2.62	2.62	2.60	2.58	2.55	2.55	2.56	2.56	2.58	2.61	2.63	2.63	2.64	2.67	2.73	2.77	2.80	2.82	2.84	2.84	
2.75	2.75	2.78	2.81	2.85	2.89	2.88	2.82	2.65	2.47	2.41	2.45	2.50	2.54	2.56	2.58	2.61	2.61	2.60	2.58	2.55	2.55	2.56	2.56	2.58	2.61	2.63	2.64	2.66	2.67	2.70	2.73	2.76	2.78	2.80	
2.78	2.78	2.80	2.83	2.88	2.92	2.89	2.79	2.64	2.48	2.43	2.46	2.51	2.54	2.56	2.58	2.60	2.61	2.59	2.56	2.54	2.54	2.55	2.57	2.60	2.62	2.62	2.65	2.69	2.70	2.73	2.79	2.85	2.90	2.94	
2.81	2.81	2.83	2.87	2.91	2.92	2.89	2.79	2.65	2.52	2.45	2.47	2.52	2.54	2.56	2.58	2.59	2.61	2.59	2.57	2.54	2.54	2.54	2.54	2.58	2.60	2.63	2.63	2.62	2.66	2.68	2.72	2.73	2.77	2.81	
2.86	2.87	2.87	2.90	2.91	2.91	2.88	2.79	2.66	2.52	2.47	2.48	2.52	2.55	2.56	2.58	2.58	2.60	2.61	2.58	2.55	2.54	2.54	2.54	2.56	2.59	2.62	2.62	2.60	2.59	2.62	2.65	2.68	2.70	2.77	
2.95	2.94	2.90	2.91	2.91	2.90	2.87	2.80	2.67	2.51	2.50	2.54	2.57	2.58	2.60	2.61	2.60	2.59	2.56	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.55	2.57	2.57	2.57	2.59	2.62	2.65	2.67	2.70	2.76	2.81	
3.00	2.96	2.91	2.90	2.90	2.89	2.87	2.82	2.70	2.60	2.54	2.53	2.56	2.59	2.61	2.58	2.58	2.60	2.61	2.59	2.56	2.55	2.53	2.53	2.54	2.56	2.57	2.57	2.56	2.56	2.60	2.62	2.64			
3.02	2.94	2.89	2.89	2.88	2.87	2.82	2.72	2.63	2.59	2.58	2.60	2.64	2.63	2.57	2.57	2.60	2.61	2.59	2.57	2.55	2.53	2.53	2.54	2.55	2.56	2.54	2.54	2.57	2.59	2.61	2.64				
2.96	2.91	2.86	2.88	2.90	2.8																														

### 3.3 Dimensionamiento de los elementos de coraza

El dimensionamiento de las estructuras se realizó mediante el uso de la fórmula de Hudson.

La fórmula de Hudson se expresa como sigue:

$$P = \frac{H_d^3 \gamma_s}{K_d (Sr - 1)^3 \cot \alpha}$$

Donde:

- P.- Peso de los elementos de coraza (ton).  
Hd.- Altura de ola de diseño (m).  
 $\gamma_s$ .- Peso específico del material de los elementos de coraza (ton).  
Sr.- Densidad relativa del material.  
 $\alpha$ .- Ángulo del talud con respecto a la horizontal ( $^\circ$ ).  
Kd.- Coeficiente de estabilidad.

A continuación, se presenta la tabla de cálculo para la coraza para las diferentes secciones con elementos cubos ranurados y Core-locs, el peso de los elementos se calculó con base a la altura de ola obtenida para cada sección y para cada incremento de nivel del mar de los escenarios propuesto de cambio climático, de acuerdo a la tabla siguiente:

**Tabla 3.2 Alturas de ola de diseño (Hd) para las secciones cuerpo y morro.**

ESCENARIO	CUERPO Hd (m)			MORRO
	1	2	3	Hd (m)
INCREMENTO CC (m)				
0.00	1.99	3.52	4.57	4.99
0.50	2.22	3.71	4.65	5.00
1.00	2.45	3.89	4.72	5.01
2.00	2.89	4.19	4.82	5.03
3.00	3.3	4.42	4.88	5.04

**Tabla 3.3 Datos de diseño para las secciones cuerpo y morro.**

	CUERPOS I, II Y III		MORRO	
Altura de ola de diseño (m):	Variable	m	Variable	m
Periodo de ola (s)	11.01	s	11.01	s
Peso específico de elemento( $\gamma_r$ ):	2.20	ton/m <sup>3</sup>	2.20	ton/m <sup>3</sup>
Peso específico de la roca( $\gamma_r$ ):	2.60	ton/m <sup>3</sup>	2.60	ton/m <sup>3</sup>
Peso específico de agua ( $\gamma_w$ ):	1.03	ton/m <sup>3</sup>	1.03	ton/m <sup>3</sup>
Talud:	2:1		2:1	
Coeficiente de estabilidad ( $K_D$ )				
Core loc	16.00		13.00	
Coeficiente de estabilidad ( $K_D$ )				
Cubos ranurados	6.50		5.00	

Con los datos anteriores, se realizó el cálculo del peso de los elementos de coraza (Tabla 3.4), los cuales se hicieron para cubos ranurados y Core-locs, para poder realizar la comparación entre la diferencia en el diseño de los elementos, se utilizó como principal indicador del impacto del incremento del nivel del mar en los rompeolas.

**Tabla 3.4 Peso de los elementos de coraza, calculados para los diferentes escenarios.**

CADERNAMIENTO	PESO CUBOS (Ton)			
	100	600	1000	1400
ICC (m)	Cuerpo I	Cuerpo II	Cuerpo III	Morro
0.00	1.12	5.05	11.33	18.85
0.50	1.36	6.11	12.02	18.85
1.00	2.06	7.29	12.35	19.36
2.00	2.91	8.59	13.09	19.36
3.00	4.32	10.06	13.84	19.36

CADERNAMIENTO	PESO CORE LOCS (Ton)			
	100	600	1000	1400
ICC (m)	Cuerpo I	Cuerpo II	Cuerpo III	Morro
0.00	0.42	2.42	4.56	7.23
0.50	0.57	2.42	4.89	7.69
1.00	0.85	2.87	5.24	7.69
2.00	1.35	3.65	5.60	7.69
3.00	2.01	4.56	5.99	7.69

En el siguiente capítulo se muestran los resultados obtenidos y las comparaciones que se realizaron para las diferentes variables y con ello poder determinar el efecto del incremento de nivel del mar debido al cambio climático en el diseño de rompeolas se tomaron en cuenta las diferentes variables y consideraciones.

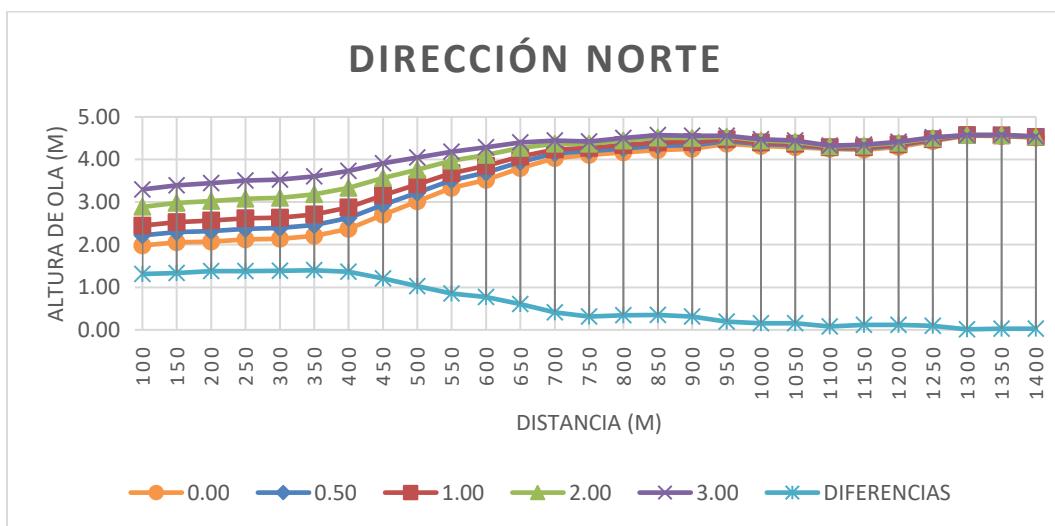


## 4. Análisis de resultados

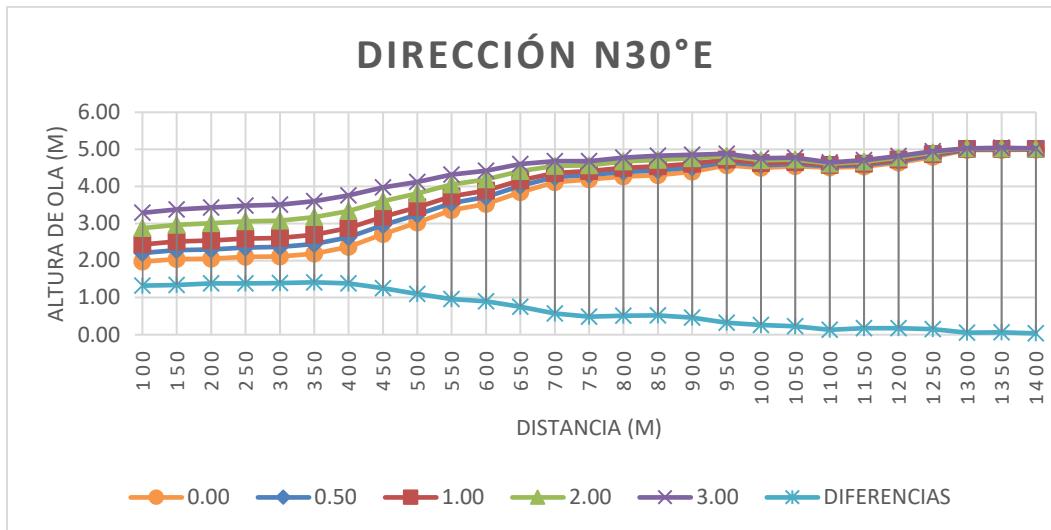
De acuerdo al estado del arte, se seleccionaron 5 escenarios de incremento del nivel del mar que corresponden a las diferentes proyecciones por los efectos debidos al cambio climático, dentro de estos escenarios se planteó como primer escenario un estado cero o actual que permite tener un punto base para poder evaluar el impacto en el diseño de estructuras portuarias, para el presente estudio, se consideró el cálculo del elemento de coraza como el principal indicador del cambio que puede tener un rompeolas y que el diseño de este elemento rige el resto del diseño de la sección transversal de un rompeolas; para esto se seleccionó un área de análisis que es del cadenamiento 0+100 a 1+400 del rompeolas poniente de la ampliación del puerto de Veracruz.

Por tal razón, se compararon en peso, volumen de concreto utilizado y el costo o precio unitario por pieza, lo anterior se realizó tomándose como ejemplo el cálculo de 4 secciones, 3 secciones cuerpo, para lo cual se diseñaron los elementos para las secciones en los cadenamientos 0+100, 0+600, 1+000 y como sección morro se escogió el cadenamiento 1+400, las alturas de ola de diseño se obtuvieron de la modelación numérica de refracción que se muestra en el capítulo 2 y se presenta el resumen de éstas en el apartado anterior.

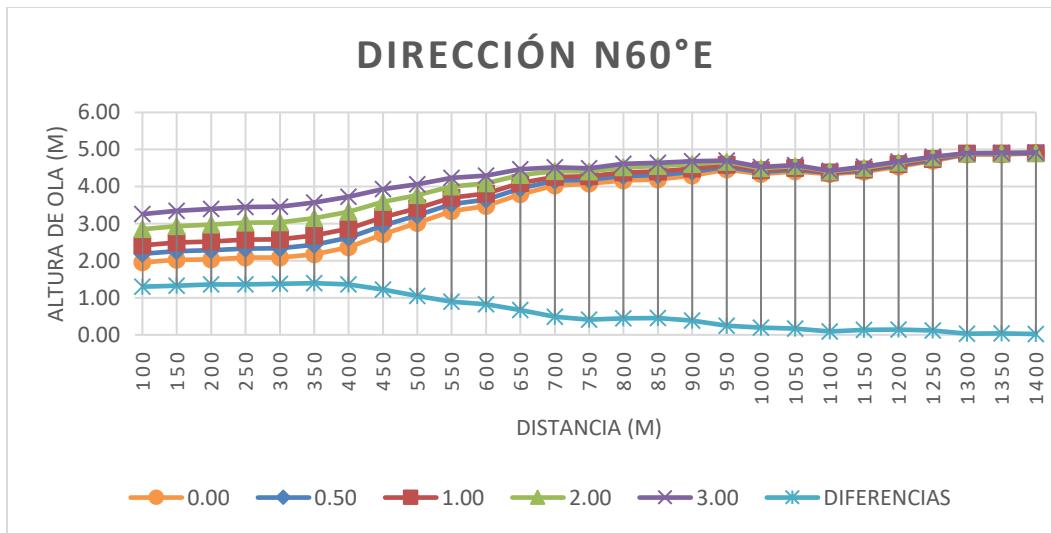
A continuación, se muestra el resultado de esta comparación el cual se resume en las siguientes gráficas y tablas, donde en primer lugar, se compararon las diferencias en altura de ola por cada dirección en relación con el incremento del nivel del mar.



Gráficas 4.1 Comparación para los escenarios de Incremento del nivel del mar de 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 m para la dirección Norte.



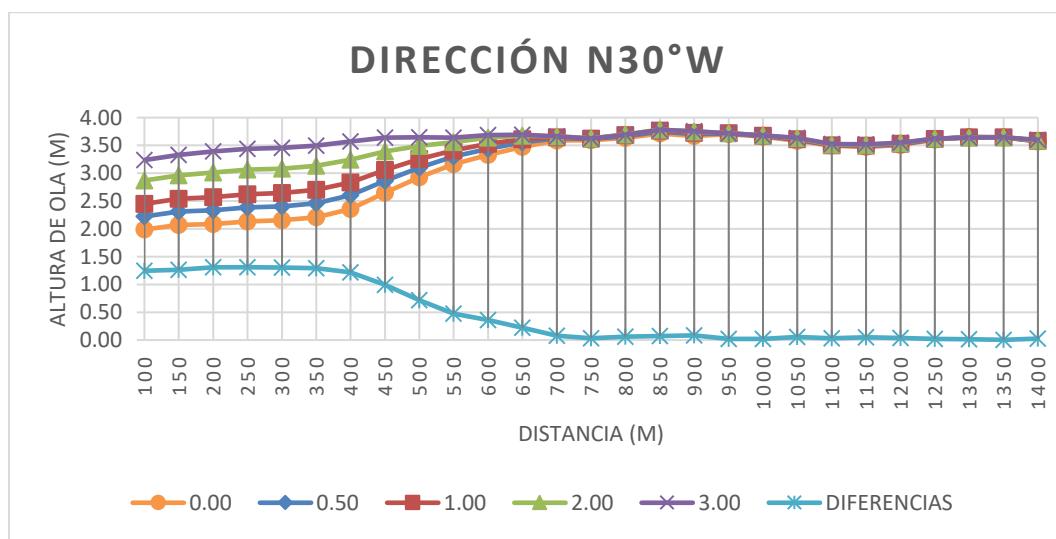
**Gráficas 4.2 Comparación para los escenarios de Incremento del nivel del mar de 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 m para la dirección N30E.**



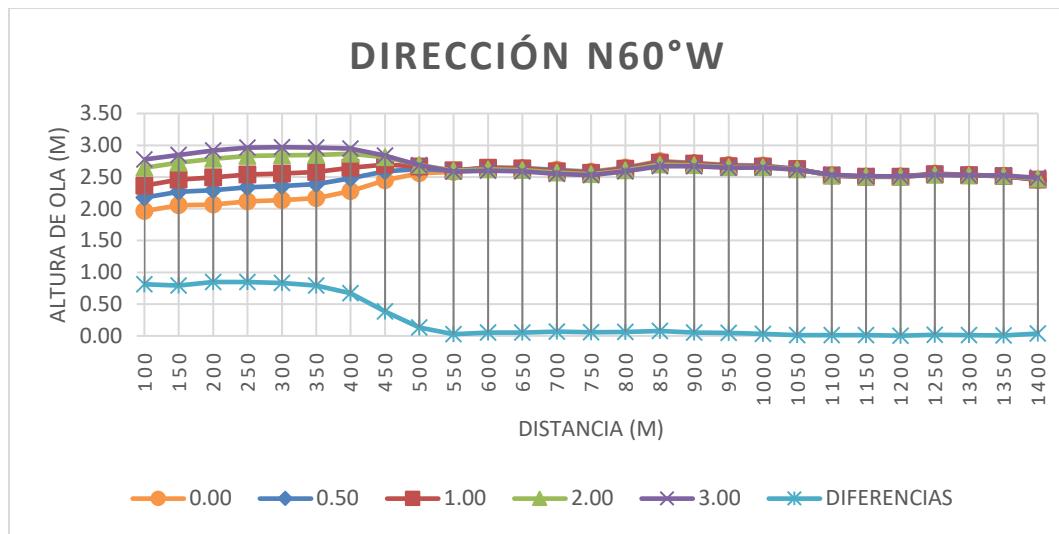
**Gráficas 4.3 Comparación para los escenarios de Incremento del nivel del mar de 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 m para la dirección N60E.**



**Gráficas 4.4 Comparación para los escenarios de Incremento del nivel del mar de 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 m para la dirección Este.**

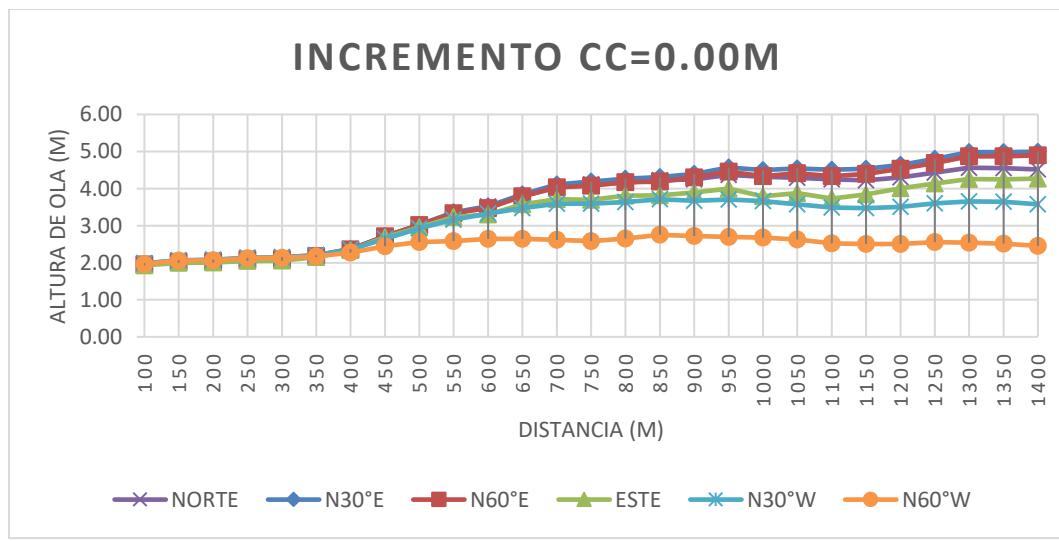


**Gráficas 4.5 Comparación para los escenarios de Incremento del nivel del mar de 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 m para la dirección N30W.**

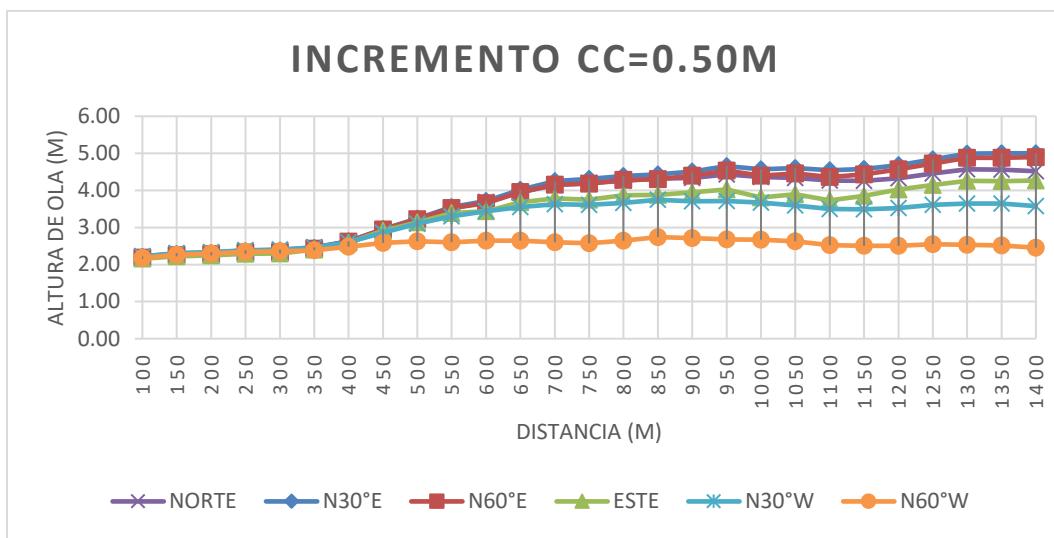


Gráficas 4.6 Comparación para los escenarios de Incremento del nivel del mar de 0.00, 0.50, 1.00, 2.00, 3.00 m para la dirección N60W.

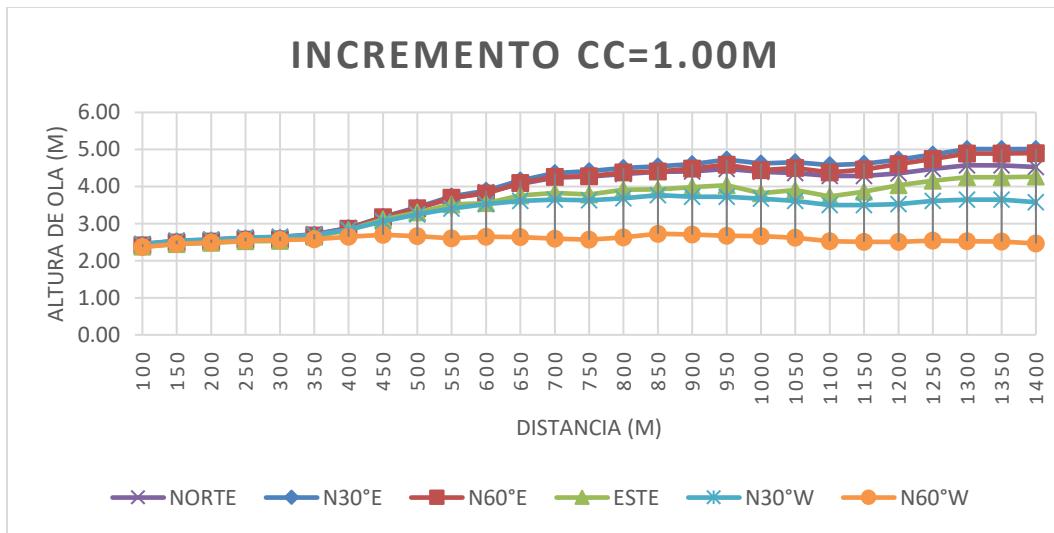
Se realizó la comparación para cada escenario de incremento del nivel del mar y se agruparon los datos por dirección de oleaje, como se muestra en las gráficas siguientes.



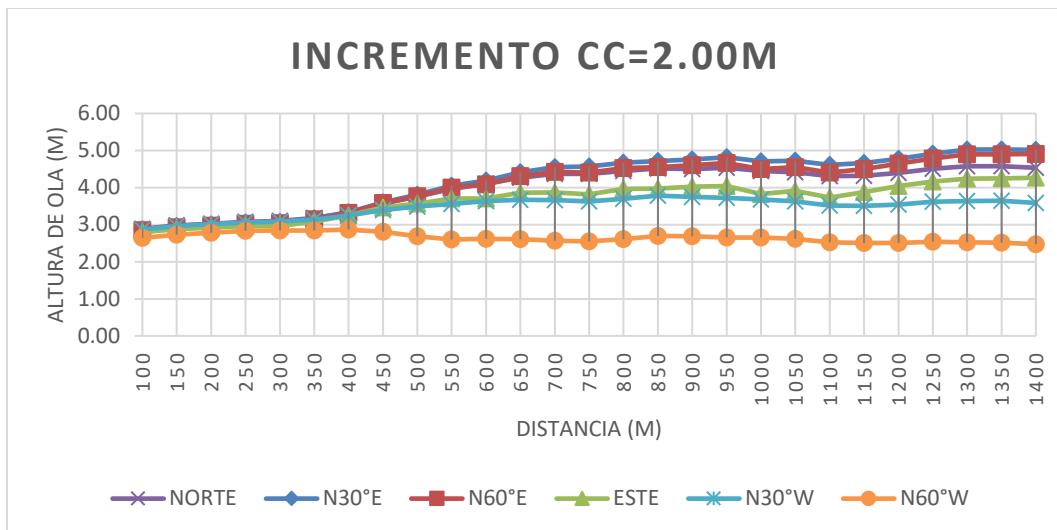
Gráficas 4.7 Comparación de la altura de ola para todas las direcciones, en el escenario de Incremento del nivel del mar de 0.00 m, para determinar la altura de ola de diseño (Hd).



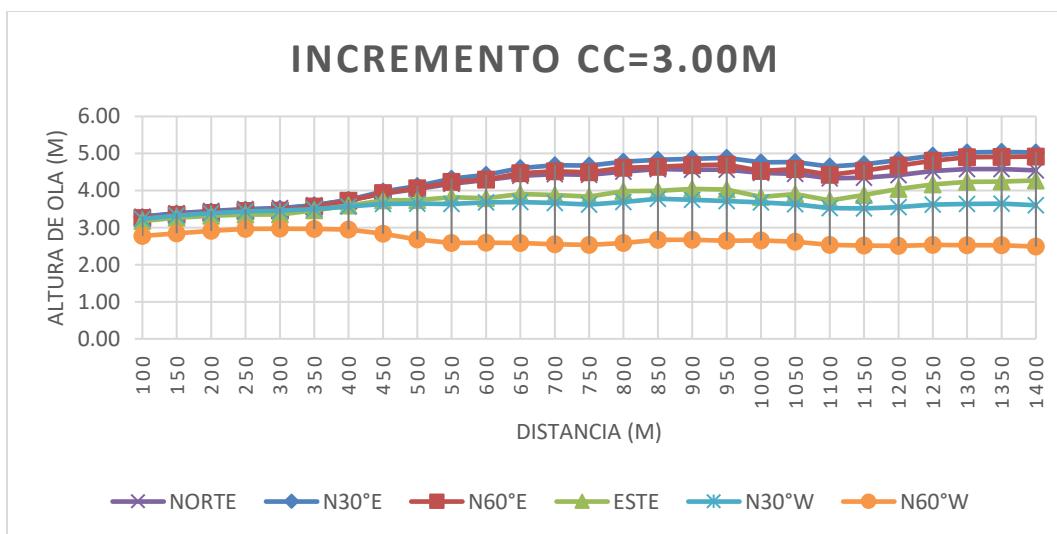
Gráficas 4.8 Comparación de la altura de ola para todas las direcciones, en el escenario de Incremento del nivel del mar de 0.50 m, para determinar la altura de ola de diseño (Hd).



Gráficas 4.9 Comparación de la altura de ola para todas las direcciones, en el escenario de Incremento del nivel del mar de 1.00 m, para determinar la altura de ola de diseño (Hd).



**Gráficas 4.10 Comparación de la altura de ola para todas las direcciones, en el escenario de Incremento del nivel del mar de 2.00 m, para determinar la altura de ola de diseño (Hd).**

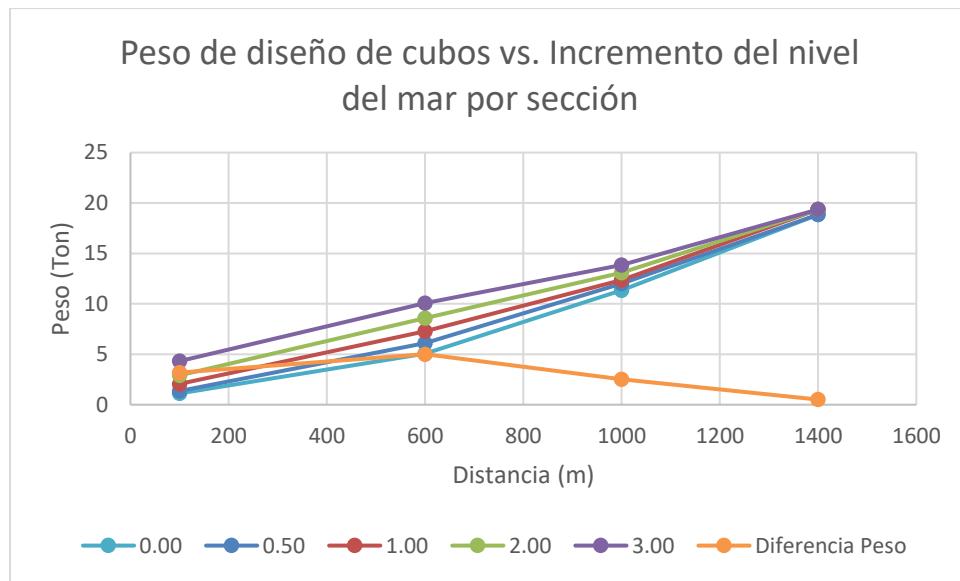


**Gráficas 4.11 Comparación de la altura de ola para todas las direcciones, en el escenario de Incremento del nivel del mar de 3.00 m, para determinar la altura de ola de diseño (Hd).**

Una vez hecho este análisis, se realizó la comparación de los pesos de los elementos para cubos ranurados y para Core-locs, se muestra como varía el peso en relación al incremento del nivel del mar y a la sección correspondiente.

**Tabla 4.1 Comparación del cálculo de peso de los cubos ranurados como elementos de coraza para los diferentes escenarios y las diferentes secciones de análisis.**

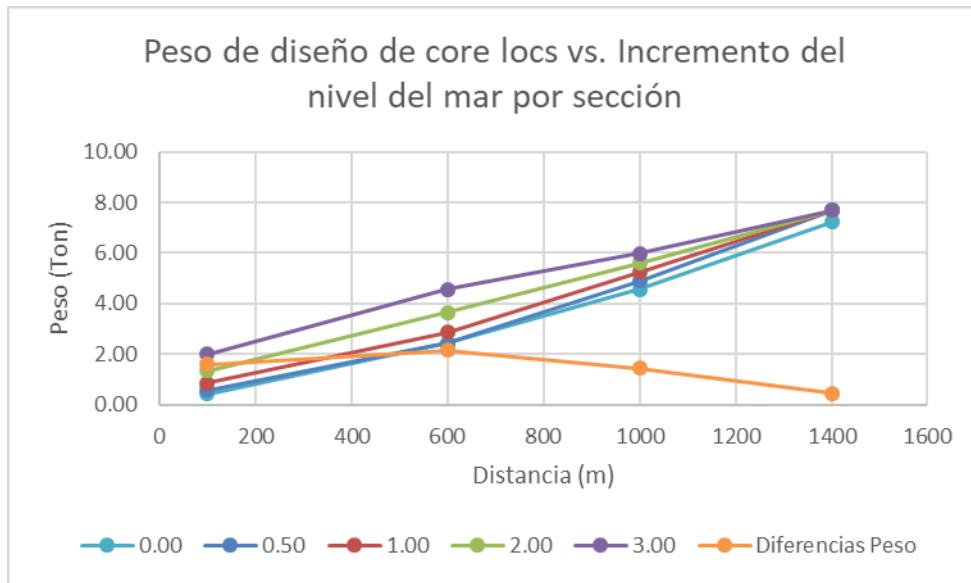
CADERNAMIENTO	PESO CUBOS (Ton)			
	100	600	1000	1400
ICC (m)	Cuerpo I	Cuerpo II	Cuerpo III	Morro
0.00	1.12	5.05	11.33	18.85
0.50	1.36	6.11	12.02	18.85
1.00	2.06	7.29	12.35	19.36
2.00	2.91	8.59	13.09	19.36
3.00	4.32	10.06	13.84	19.36
Diferencia Peso	3.20	5.01	2.51	0.51



**Gráfica 4.12 Comparación del peso de los cubos ranurados como elementos de coraza.**

**Tabla 4.2 Comparación del cálculo de peso de los Core-locs como elementos de coraza para los diferentes escenarios y las diferentes secciones de análisis.**

CADERNAMIENTO	PESO CORE LOCS (Ton)			
	100	600	1000	1400
ICC (m)	Cuerpo I	Cuerpo II	Cuerpo III	Morro
0.00	0.42	2.42	4.56	7.23
0.50	0.57	2.42	4.89	7.69
1.00	0.85	2.87	5.24	7.69
2.00	1.35	3.65	5.60	7.69
3.00	2.01	4.56	5.99	7.69
Diferencias Peso	1.59	2.14	1.43	0.46



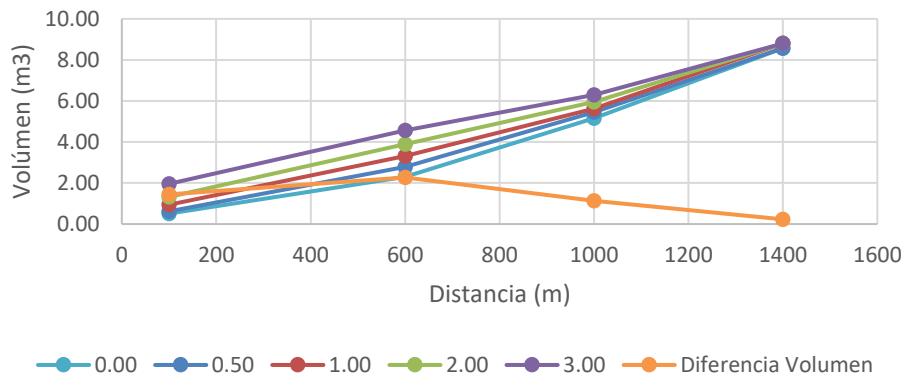
**Gráfica 4.13 Comparación del peso de los Core-locs como elementos de coraza.**

Posteriormente se realizó la comparación del volumen de concreto calculado por pieza para cada uno de los elementos, lo anterior se hizo para cubos ranurados y para Core-locs, se muestra la variación de acuerdo al incremento del nivel del mar y a la sección correspondiente.

**Tabla 4.3 Comparación del cálculo del volumen de los cubos ranurados como elementos de coraza para los diferentes escenarios y las diferentes secciones de análisis.**

CADERNAMIENTO ICC (m)	VOLUMEN CONCRETO CUBOS (m <sup>3</sup> )			
	100	600	1000	1400
0.00	0.51	2.30	5.15	8.57
0.50	0.62	2.78	5.46	8.57
1.00	0.94	3.32	5.62	8.80
2.00	1.32	3.90	5.95	8.80
3.00	1.96	4.57	6.29	8.80

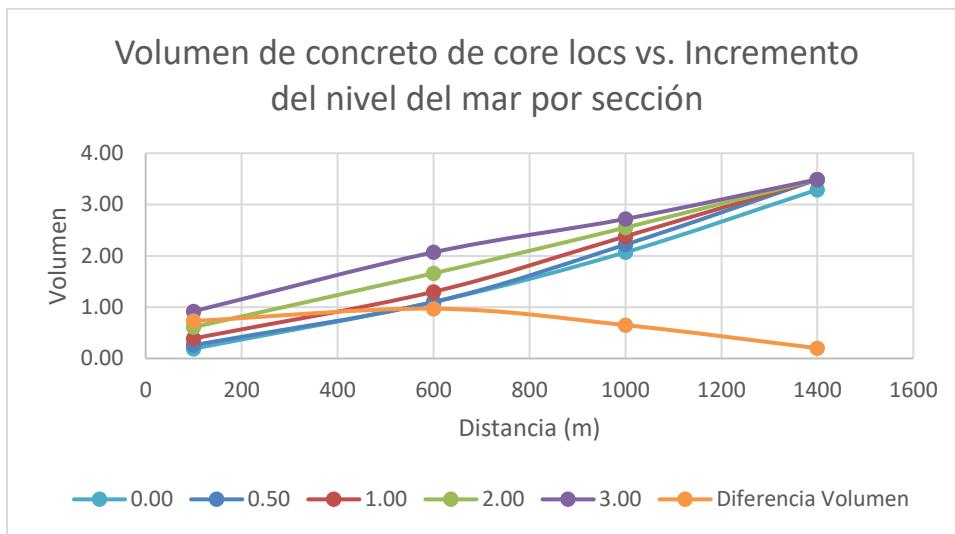
**Volumen de concreto de cubos vs. Incremento del nivel del mar por sección**



**Gráfica 4.14 Comparación del volumen de concreto de los cubos ranurados como elementos de coraza.**

**Tabla 4.4 Comparación del cálculo de peso de los Core-locs como elementos de coraza para los diferentes escenarios y las diferentes secciones de análisis.**

CADERNAMIENTO	VOLUMEN CONCRETO CORE LOCS (m <sup>3</sup> )			
	100	600	1000	1400
ICC (m)	Cuerpo I	Cuerpo II	Cuerpo III	Morro
0.00	0.19	1.10	2.07	3.29
0.50	0.26	1.10	2.22	3.49
1.00	0.39	1.30	2.38	3.49
2.00	0.61	1.66	2.55	3.49
3.00	0.92	2.07	2.72	3.49



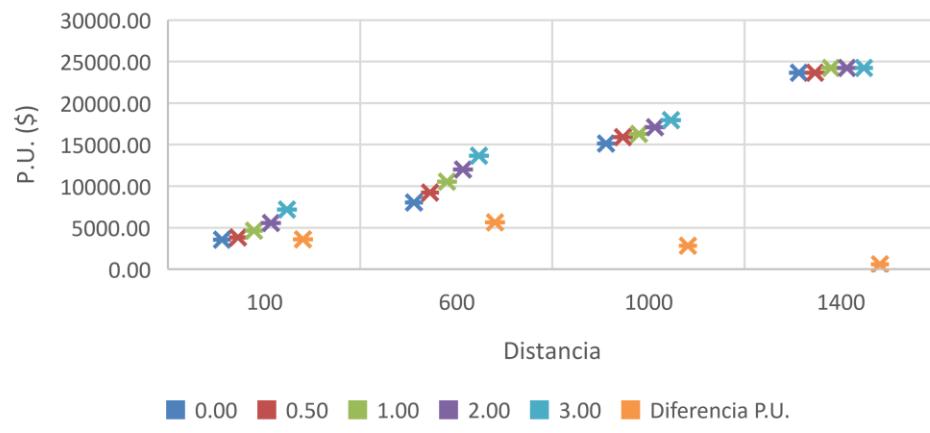
**Gráfica 4.15 Comparación del volumen de concreto de los Core locs como elementos de coraza.**

Finalmente se procedió a realizar un análisis de precio unitario por pieza para cada uno de los elementos, lo anterior se hizo para cubos ranurados y para Core-locs, se tomaron en cuenta las variables propuestas en los diferentes escenarios del incremento del nivel del mar y a la sección correspondiente, los resultados se muestran a continuación.

**Tabla 4.5 Comparación del cálculo del Precio unitario de los cubos ranurados como elementos de coraza para los diferentes escenarios y las diferentes secciones de análisis.**

CADERNAMIENTO	COSTO CUBOS (\$/PIEZA)			
	100	600	1000	1400
ICC (m)	Cuerpo I	Cuerpo II	Cuerpo III	Morro
0.00	3557.16	8019.23	15123.68	23648.99
0.50	3831.37	9215.78	15896.44	23648.99
1.00	4629.07	10561.89	16295.28	24222.33
2.00	5576.32	12007.70	17117.91	24222.33
3.00	7171.71	13677.87	17965.44	24222.33

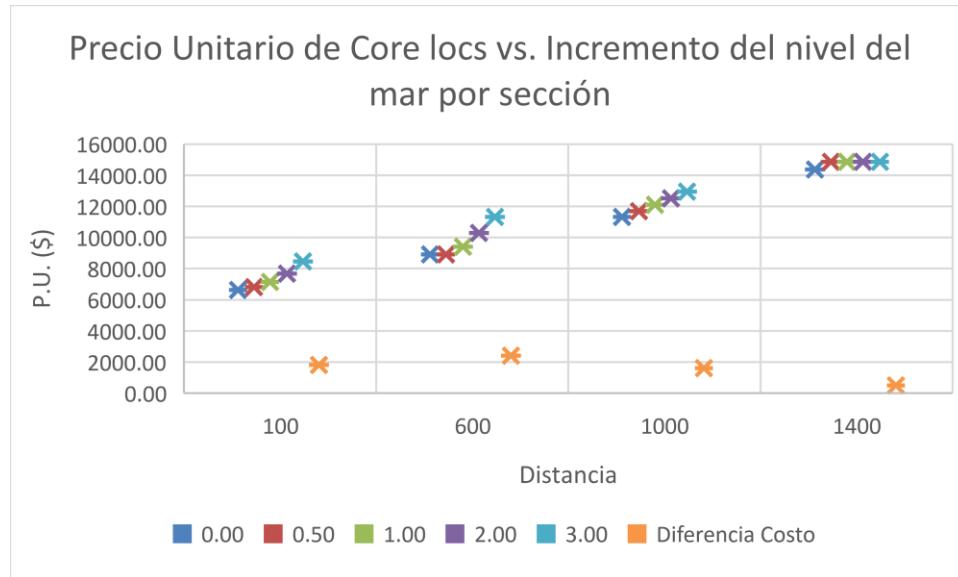
Precio unitario de cubos vs. Incremento del nivel del mar por sección



**Gráfica 4.16 Comparación del precio unitario de los cubos ranurados como elementos de coraza.**

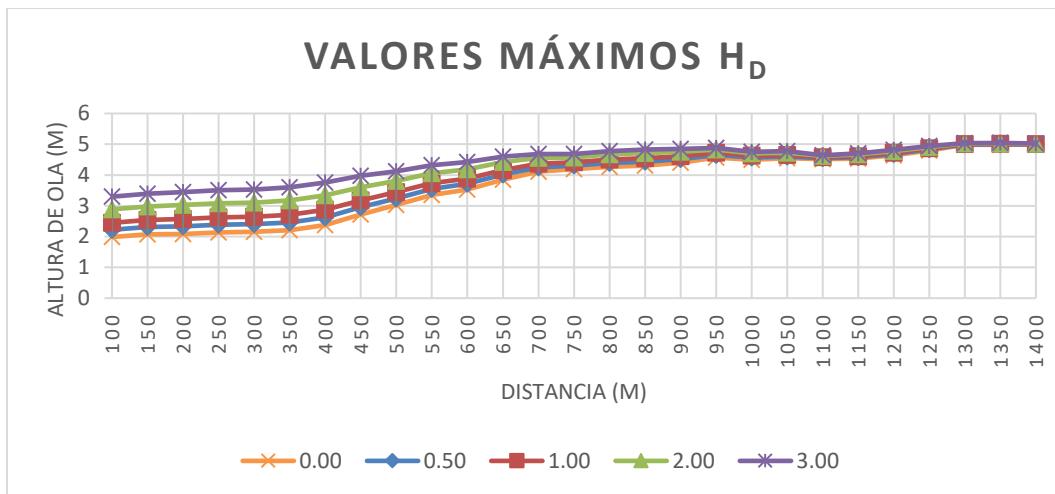
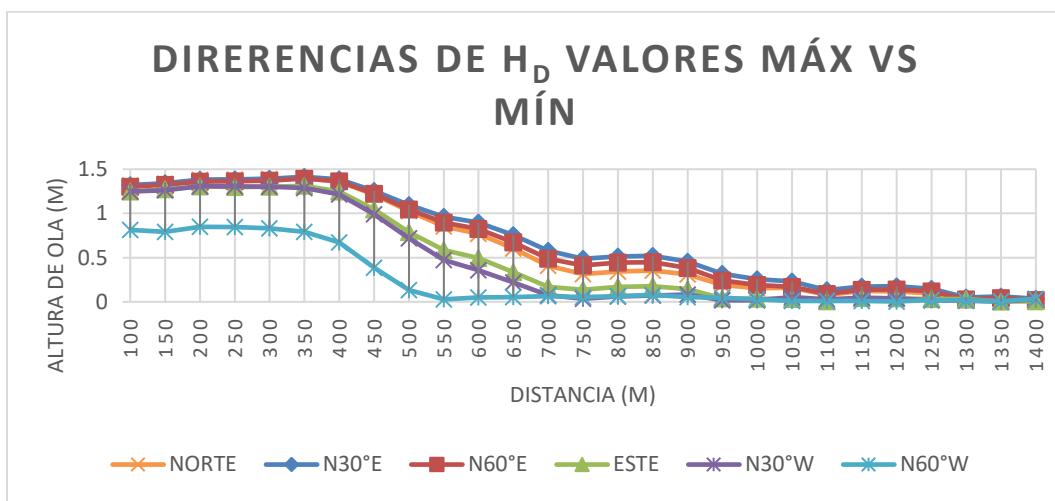
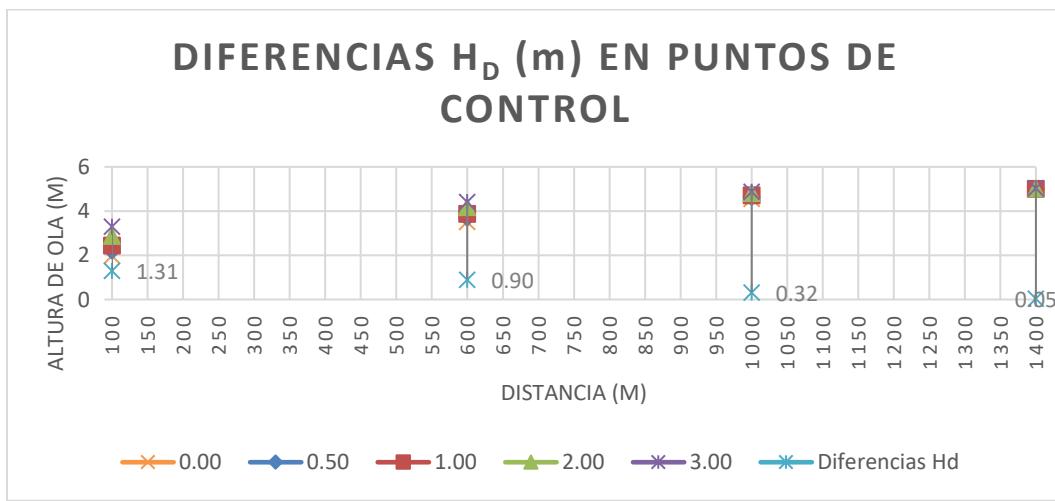
**Tabla 4.6 Comparación del cálculo del Precio unitario de los Core-locs como elementos de coraza para los diferentes escenarios y las diferentes secciones de análisis.**

CADERNAMIENTO	COSTO CORE LOCS (\$/PIEZA)			
	100	600	1000	1400
ICC (m)	Cuerpo I	Cuerpo II	Cuerpo III	Morro
0.00	6638.81	8907.26	11325.24	14366.44
0.50	6813.31	8907.26	11699.17	14864.99
1.00	7137.38	9405.81	12098.01	14864.99
2.00	7685.80	10303.20	12521.77	14864.99
3.00	8458.55	11325.24	12945.56	14864.99



**Gráfica 4.17 Comparación del precio unitario de los Core-locs como elementos de coraza.**

Con este análisis se procedió a hacer una comparación con los máximos de las alturas de ola obtenidas al largo de la sección en planta seleccionada que corresponde a una longitud de 1,400 m para observar el grado de impacto del incremento del nivel del mar debido al cambio climático a lo largo de la sección, de lo cual se pudo observar el comportamiento que se presenta a continuación.

Gráficas 4.18 Comparación de los valores máximos de  $H_d$ .Gráficas 4.19 Comparación de las diferencias de  $H_d$  para máximos y mínimosGráficas 4.20 Diferencias de  $H_d$  en puntos de control.



## Conclusiones

---

El cambio climático es una realidad, si bien la falta de datos y el monitoreo continuo de las diferentes variables no permiten tener datos más precisos, se ha utilizado la proyección de datos con respecto al incremento del nivel del mar para poder establecer los diferentes escenarios, los cuales nos ayudan a poder definir estrategias para los próximos años.

Para ello resulta sumamente importante determinar el impacto esperado de acuerdo a estas proyecciones; desde la perspectiva de las obras marítimas, es necesario saber cuál será el impacto que puede esperarse en este tipo de estructuras, en especial de los rompeolas cuyas variables de diseño principales están totalmente relacionadas con la altura de la ola y el nivel de incremento del nivel del mar, asociado a los diferentes fenómenos meteorológicos y oceanográficos que se presentan en puertos y costas.

Se observa que si tomamos en cuenta los valores de Hd para cada escenario de incremento, este valor varía desde 1.99 m para un estado cero de incremento del nivel del mar hasta 3.30 m para el escenario de incremento más alto en la sección 0+100, en el caso de la sección 0+600 los valores varían de 3.52 m a 4.42 m, en 1+000 estos valores varían de 4.50 m a 4.76 m y en el morro que corresponde al cadenaamiento 1+400, estos valores oscilan de 4.99 m a 5.03 m, como se puede observar en el morro la variación es muy pequeña y en el cadenaamiento 0+100 y 0+600 esta diferencia es mucho más considerable.

Lo anterior se traduce en las diferencias de peso volumen y costo. Como se puede observar, en el capítulo 3, las diferencias en peso de cubos para los 5 escenarios varían en la sección 0+100, 3.52 ton, en 0+600, 5.01 ton, en 1+000, 2.51 ton y en 1+400 sección morro la diferencia es de 0.51 ton. Para Core-locs esta diferencia es en la sección 0+100, 1.59 ton, en 0+600, 2.14 ton, en 1+000, 1.43 ton y en 1+400 sección morro 0.46 ton. Se puede observar que la sección que presenta más diferencia en peso es la sección 0+600.

Con respecto al cálculo de volumen de concreto las diferencias fueron la sección 0+100, 1.45 m<sup>3</sup> ton, en 0+600, 2.27 m<sup>3</sup>, en 1+000, 1.14 m<sup>3</sup> y en 1+400 sección morro la diferencia es de 0.23 m<sup>3</sup>. Para Core locs, esta diferencia fue en la sección 0+100, 0.73 m<sup>3</sup>, en 0+600, 0.97 m<sup>3</sup>, en 1+000, 0.65 m<sup>3</sup> y en 1+400 sección morro la diferencia es de 0.20 m<sup>3</sup>; el mismo caso las mayores diferencias se presentan para ambos tipos de elementos en la sección 0+600.

Al realizar el mismo análisis para el cálculo del precio unitario por pieza los cubos calculados, se puede observar que en la sección 0+100, \$3,615.00, en 0+600, \$5,658.64, en 1+000, \$2,841.76 y en 1+400 sección morro la diferencia es de \$573.34; el mismo caso las mayores diferencias se presentan para ambos tipos de elementos en la sección 0+600. Para Core locs, hay una diferencia en la sección 0+100, de \$3,614.55, en 0+600, \$5,658.64, en 1+000, \$2,841.76 y en 1+400 sección morro la diferencia es de \$573.34; al igual que en los casos anteriores la mayor diferencia del costo se presenta en la sección 0+600.

Se calculó por sección, el Índice de vulnerabilidad ( $Iv$ ) de acuerdo a lo descrito en el apartado 1.7, se consideró el escenario cero el cual representa un valor normal y los escenarios de incremento del nivel del mar por efecto de cambio climático para 0.50 m ,1.00 m, 2.00 m y 3.00 m; como parte de la metodología, se propuso una escala para categorizar el índice de vulnerabilidad, los resultados se presentan a continuación.

$$Iv = 1 - \frac{x_{\max}}{x_{\min}}$$

Dónde:

$Iv$  = Índice de vulnerabilidad.

$x_i$  = Valor promedio del dato a normalizar.

$x_{\min}$  = Valor mínimo del rango de datos.

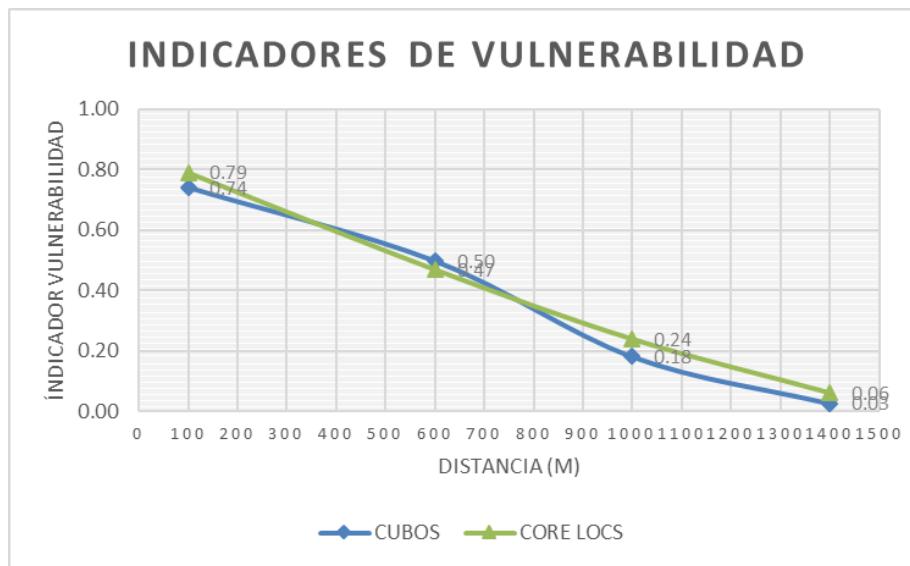
$x_{\max}$  = Valor máximo del rango de datos.

**Tabla C.1 Escala propuesta para clasificación del Índice de vulnerabilidad ( $Iv$ ).**

Rango de $Iv$	Clasificación
0.00 a 0.10	Bajo
0.11 a 0.20	Media
0.21 a 0.40	Alta
0.41 a 1.00	Muy alta

**Tabla C.2 Índice de vulnerabilidad para el escenario de Incremento del nivel del mar de 3 m.**

INDICADOR VULNERABILIDAD ICC=3.00 m				
CADENAMIENTO	100	600	1000	1400
CUBOS	0.74	0.50	0.18	0.03
CORE LOCS	0.79	0.47	0.24	0.06



**Gráfica C.1 Indicadores de vulnerabilidad para el escenario de Incremento del nivel del mar de 3 m.**

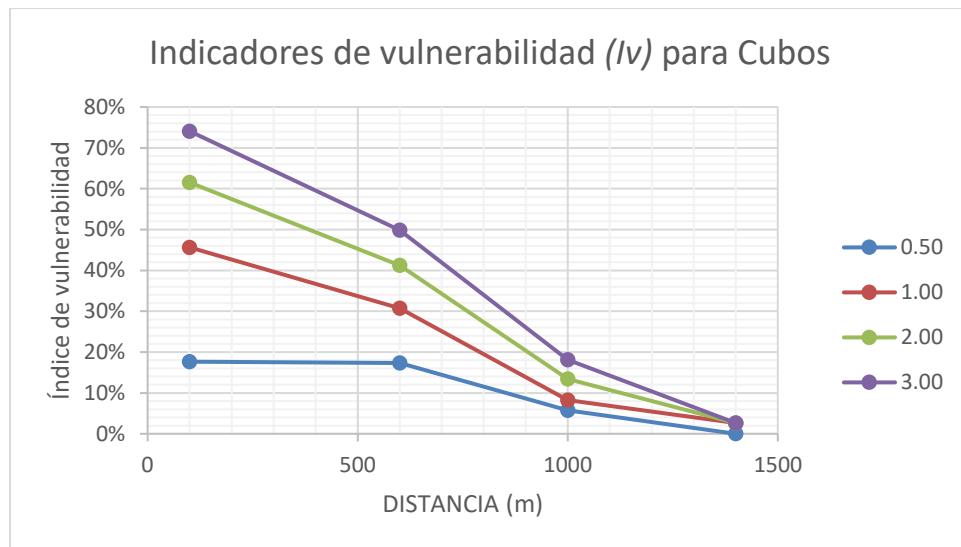
Se observa que la mayor vulnerabilidad está en la línea cercana a la costa, en los cadenaamientos 0+100 y 0+600, en el cadenaamiento 1+400 el impacto en el diseño de los elementos de coraza prácticamente tiende a cero.

Por lo que se concluye que en los rompeolas diseñados con cubos ranurados o Core locs las zonas más vulnerables y con mayor impacto en el diseño ante los efectos del incremento del mar debido al cambio climático son las zonas más cercanas a la costa, entre más lejanas, este incremento no tiene un efecto significativo, como se puede ver en las siguientes tablas y gráficas.

Para cubos ranurados tenemos:

**Tabla C.3 Índice de vulnerabilidad para el escenario de Incremento del nivel del mar para los cuatro escenarios de incremento del nivel medio del mar.**

INDICADOR VULNERABILIDAD vs. ICC				
ICC (m)	100	600	1000	1400
0.50	18%	17%	6%	0%
1.00	46%	31%	8%	3%
2.00	62%	41%	13%	3%
3.00	74%	50%	18%	3%

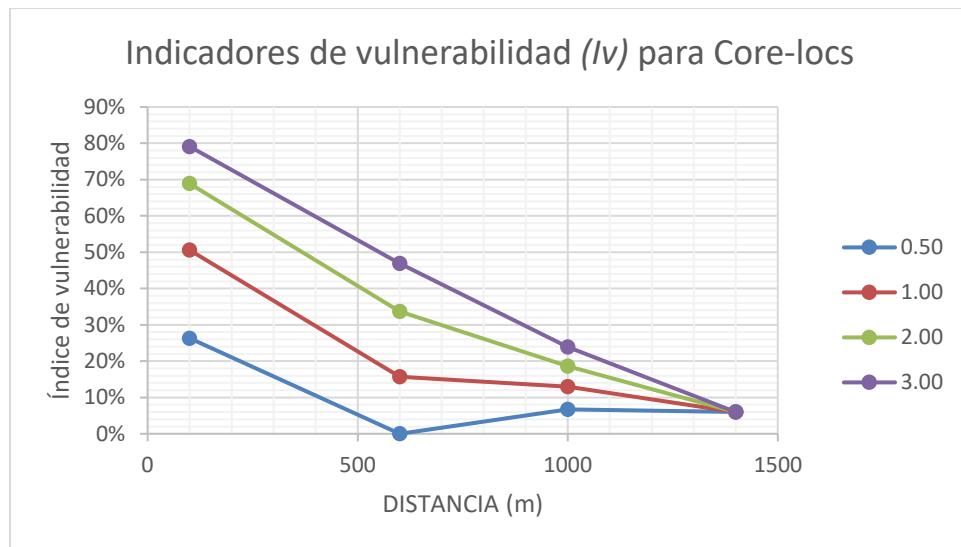


**Gráfica C.2 Indicadores de vulnerabilidad para cubos ranurados.**

Para Core-locs:

**Tabla C.4 Índice de vulnerabilidad para el escenario de Incremento del nivel del mar para los cuatro escenarios de incremento del nivel medio del mar.**

INDICADOR VULNERABILIDAD vs. ICC				
ICC (m)	100	600	1000	1400
0.50	26%	0%	7%	6%
1.00	51%	16%	13%	6%
2.00	69%	34%	19%	6%
3.00	79%	47%	24%	6%



**Gráfica C.3 Indicadores de vulnerabilidad para Core-locs.**

Lo anterior se interpreta en que, si se contempla que como medida preventiva pueda reforzarse un rompeolas, esto no es necesario hacerlo a lo largo de toda la estructura, sino sólo en las partes con mayor índice de vulnerabilidad como muestran los resultados presentados.

Cabe señalar la importancia de realizar la aplicación de esta metodología a otros casos de estudio y de elementos para mejorar la metodología propuesta y validar y hacer extensivos los resultados presentados en esta investigación que se realizaron como primera aproximación.



## Bibliografía

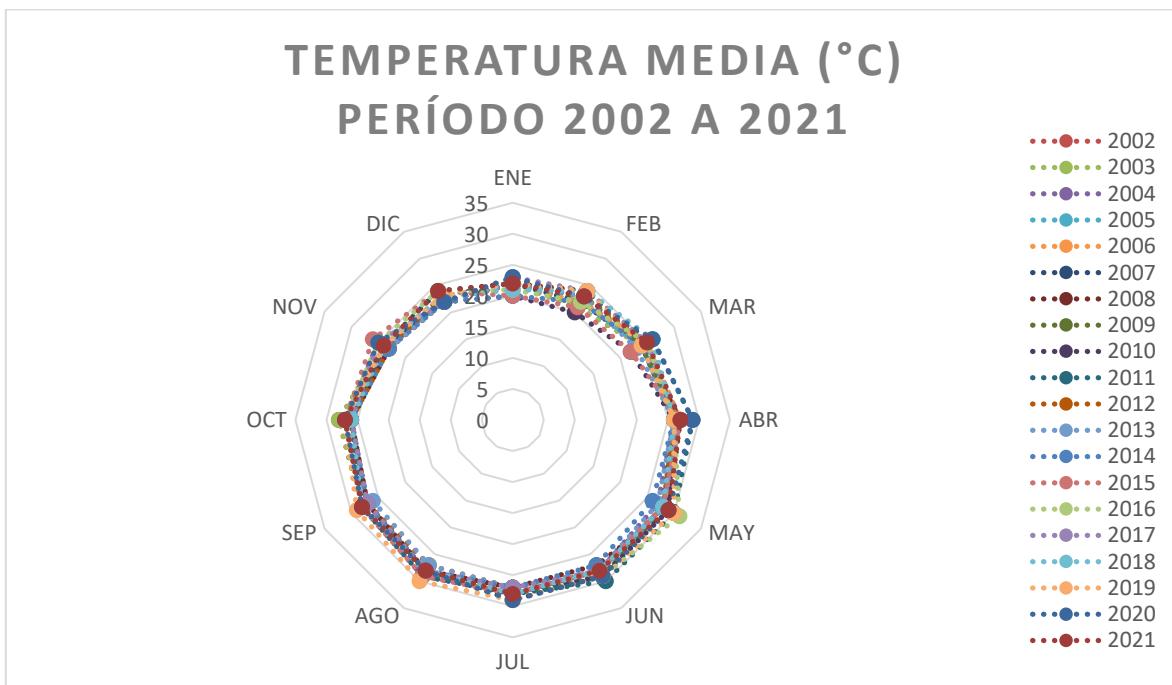
---

- Alexandra, T., Inigo, J. & Paula, C. (2016). *Managing costal erosion under climate change at regional scale*. US: Coastal Engineering.
- Allenbach, K. Garonna, I., Herold, C. Monioudi, I., Giuliani, G., Lehmann, A & Velegrakis, A. (2014). *Black sea beaches vulnerability to sea level rise*. USA: Environmental Science and Policy.
- Bruun, P. (1988). *The Bruun rule of erosion by sea-level rise: A discussion on large-scale two and three dimensional usages*. USA: Journal of Coastal Research.
- Comisión Económica para América Latina [CEPAL]. (2007). *Presentación Regional del Reporte, Cambio Climático 2007: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad por autores del Grupo de Trabajo II del IPCC de México, Costa Rica y Venezuela*. México: CEPAL.
- Conde, C. (2003). *Cambios y variabilidad climáticos, Dos estudios de casos en México*. [Tesis de Doctorado en Ciencias de la Tierra]. México: UNAM.
- Conde, C. y Palma, B. (2005) *Escenarios de riesgo para el territorio veracruzano ante un posible cambio climático*. México: Universidad Veracruzana.
- Dean, R. (1991). *Equilibrium beach profiles: characteristics and applications*. USA: Journal of Coastal Research.
- González Moreno, J. (2017). *Metodología de análisis geoespacial para estudios de hidráulica marítima-costera mediante la aplicación de Vehículos Aéreos No Tripulados y equipos topográficos de última generación*. [Publicación técnica No.527]. México: Instituto Mexicano del Transporte.
- Instituto Nacional de Ecología. (2012). *Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático*. México: INE/PNUD.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2007). *Climate change and its impacts in the near and long term under different scenarios*. [Synthesis report]. USA: WMO.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCCC]. (2007). *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. USA: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.

- Marcomini, S. (2008). *Erosión y manejo costero en Villa Gesell*. Argentina: Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
- Ocaña, K. (2016). *Metodología para la caracterización de zonas costeras*. [Tesis de doctorado]. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Patrick, D. (1998). *Sea-Level over the past 1000 years in the Pacific*. USA: Journal of Coastal Research.
- Tejeda, A. (2003). *Los cambios climáticos actuales*. [Gaceta 62]. México: Universidad Veracruzana.
- Tsanakas, K. (2017). *Sea level rise impact on the beach zone of Katerini region NW Aegean sea*, USA: 15th International Conference on Environmental Science and Technology.
- Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM]. (2001). *Potencial de la investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático en México*. México: Secretaría de Investigación y Desarrollo de la UNAM.
- United Nations Environment Programme. (2010). *Linking Ecosystems to Risk and Vulnerability Reduction. The Case of Jamaica. Results of the Pilot Assessment*. Suiza: Manual RIVAMP.
- Vázquez Botello, A. (2008). *Evaluación regional de la vulnerabilidad actual y futura de la zona costera mexicana y los deltas más impactados ante el incremento del nivel del mar debido al cambio climático y fenómenos hidrometeorológicos extremos*. México: Instituto Nacional de Ecología.

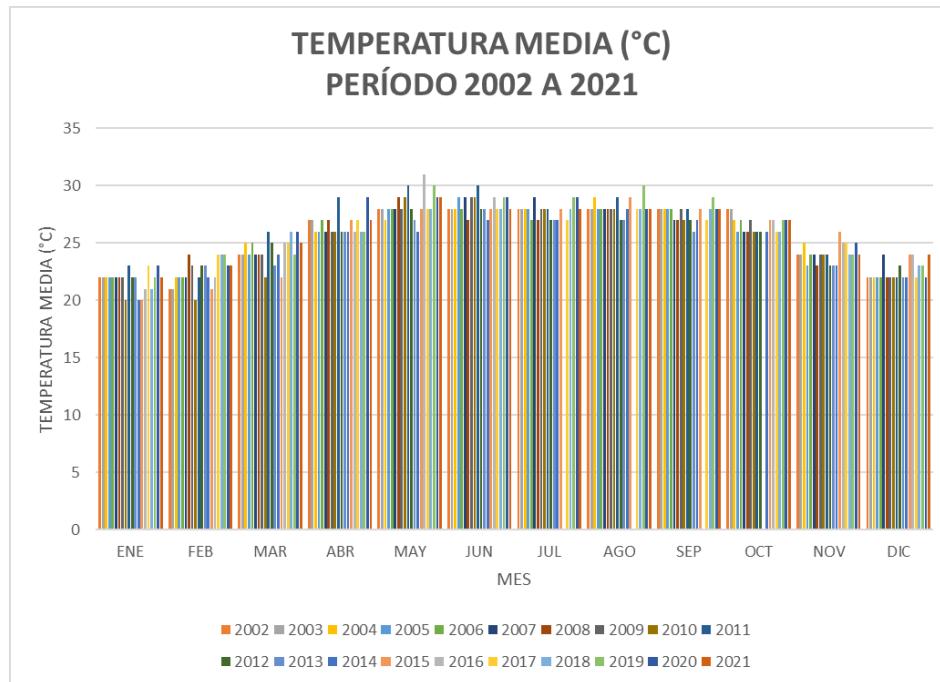
## Anexo 1.

A continuación, se presentan las gráficas que resumen los datos meteorológicos recopilados para el presente estudio, los cuales se muestran en tres diferentes formatos, ya que en cada uno de ellos se puede apreciar las diferencias por valor, por mes y las diferencias entre los valores mínimos y máximos por mes; lo anterior se hizo para poder detallar la variabilidad de los datos en el periodo de tiempo analizado de 2002 a 2021.



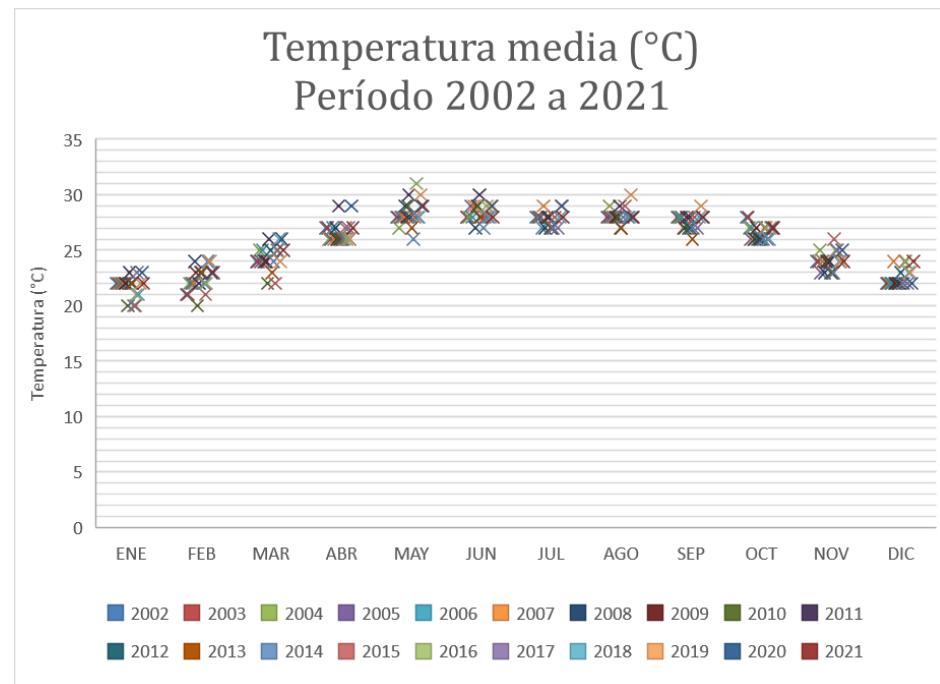
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.1. Comparación anual de Temperatura media para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



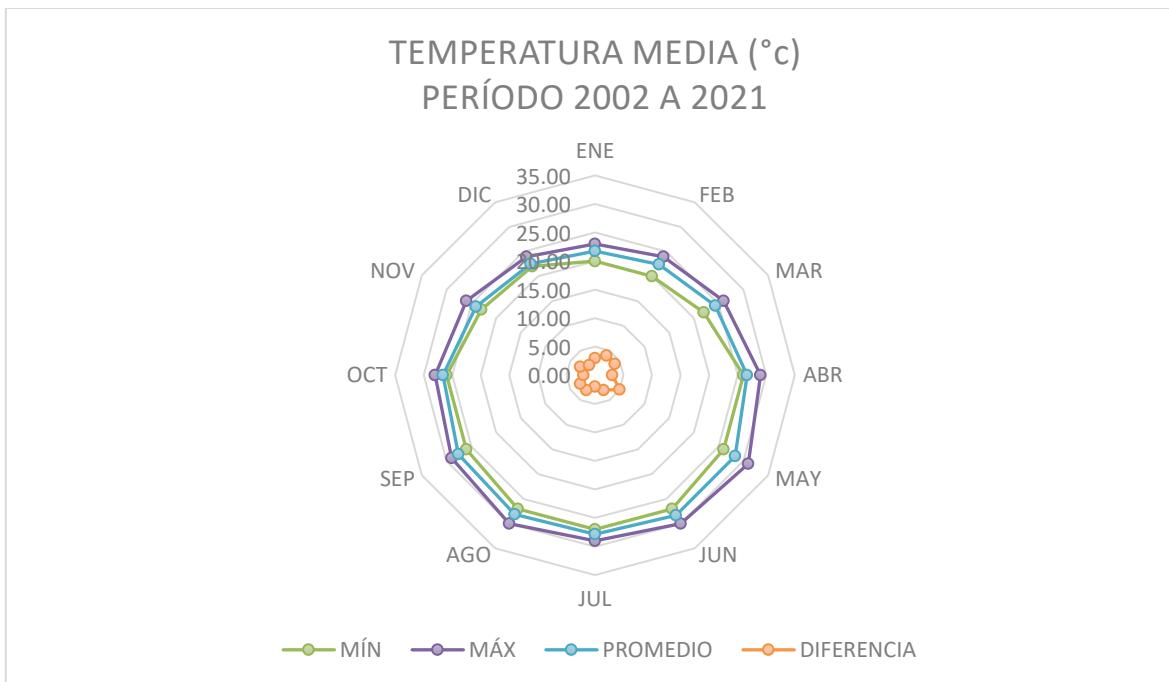
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.2. Histórico de Temperatura media para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



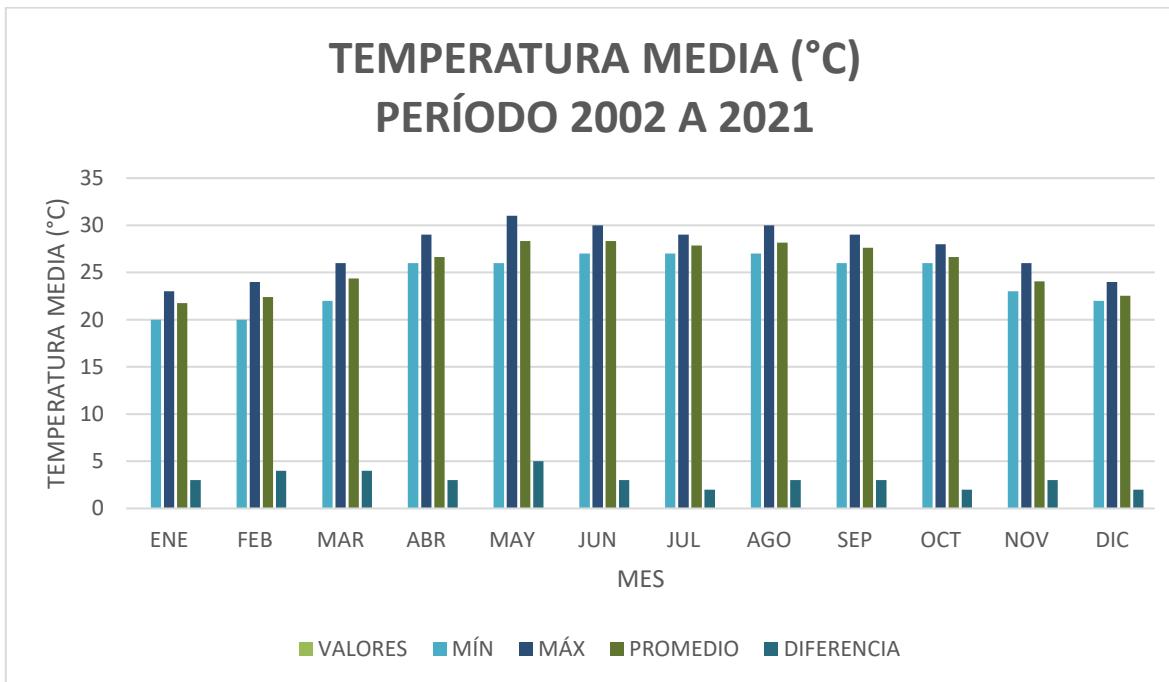
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.3. Temperatura media mensual para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



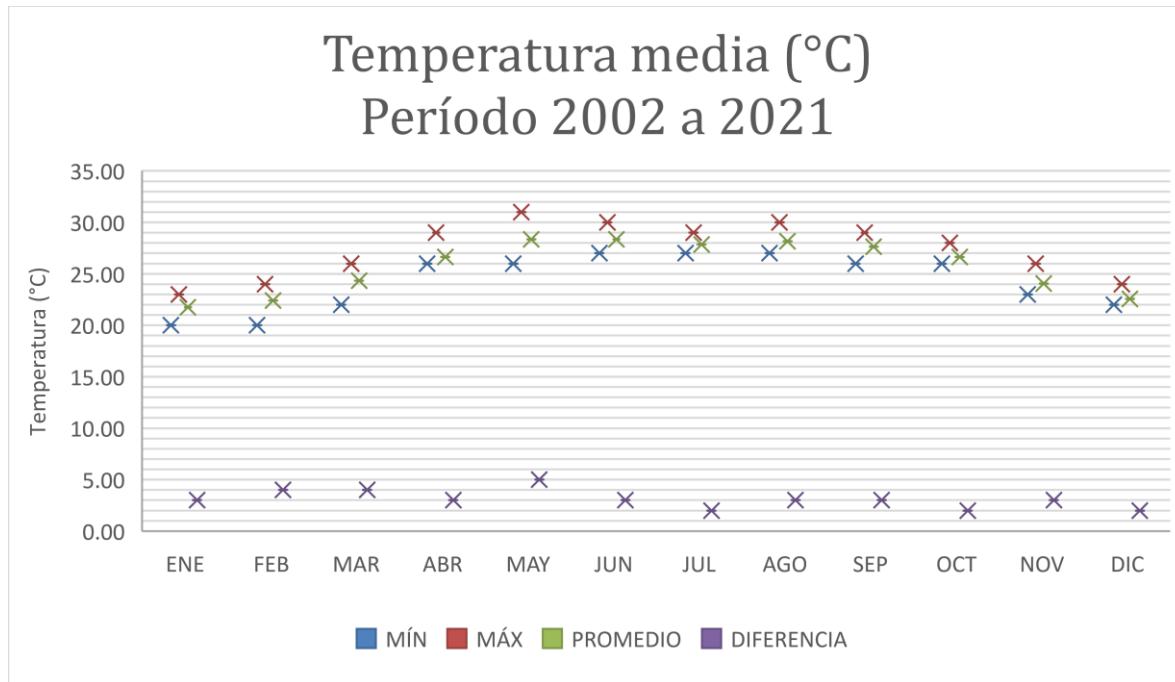
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.4. Diferencias anuales de Temperatura media para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



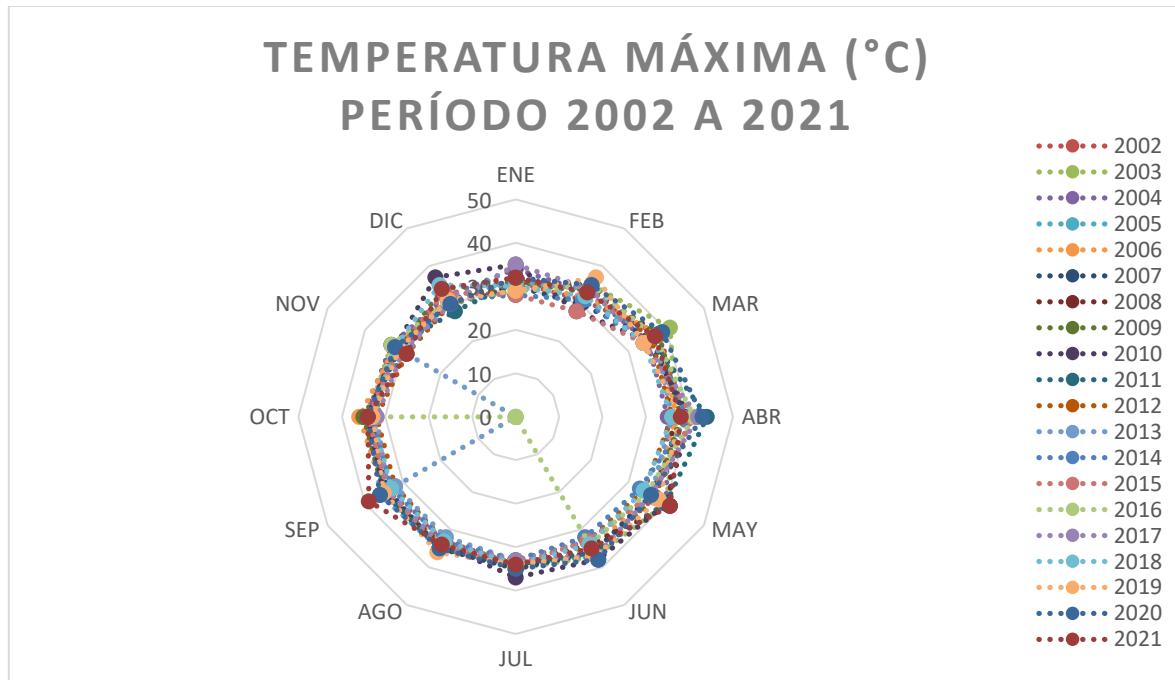
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.5 Diferencias mensuales de Temperatura media para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



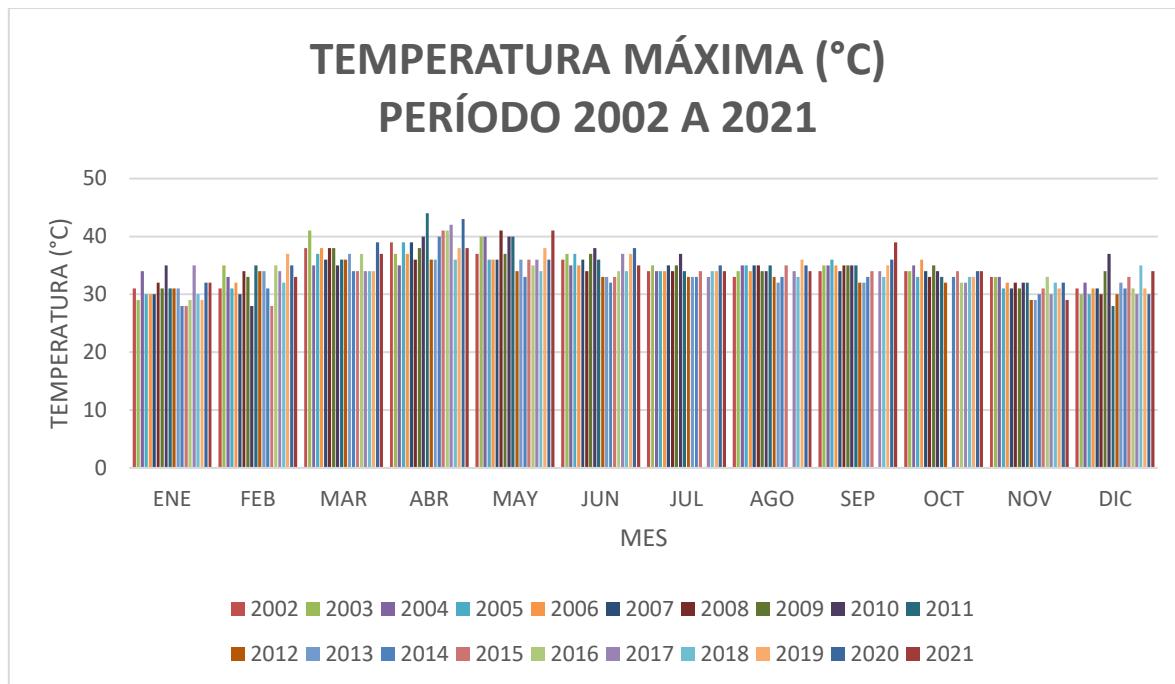
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.6 Relación de diferencias mensuales de Temperatura media para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



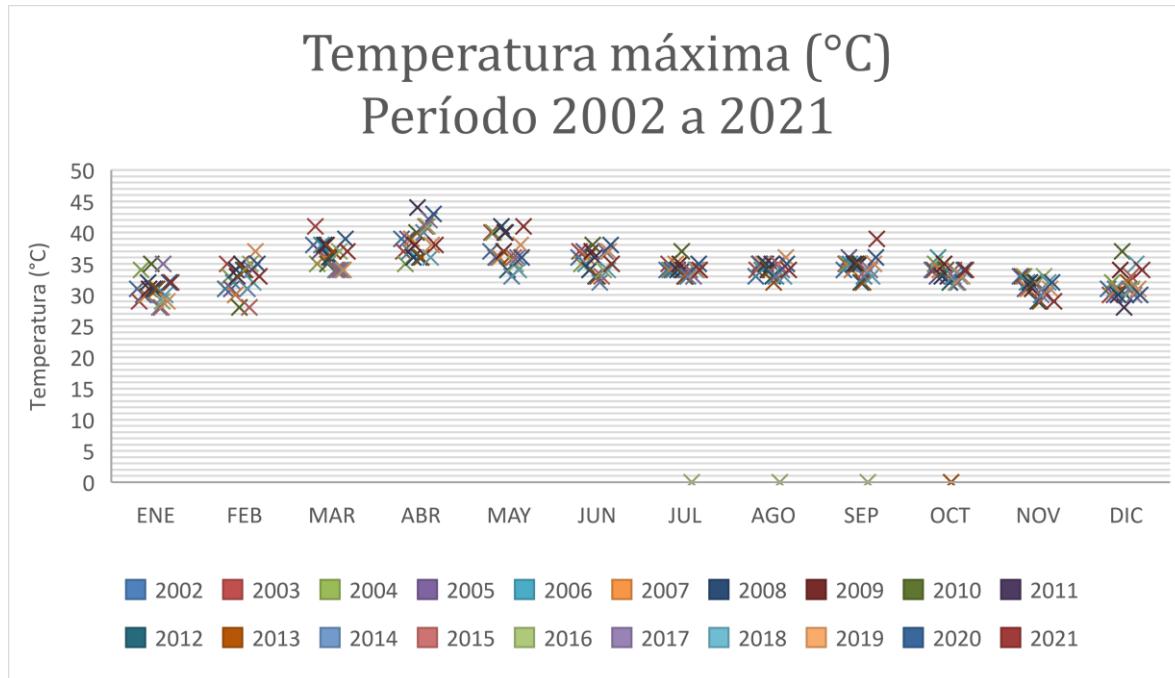
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.7 Comparación anual de Temperatura máxima para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



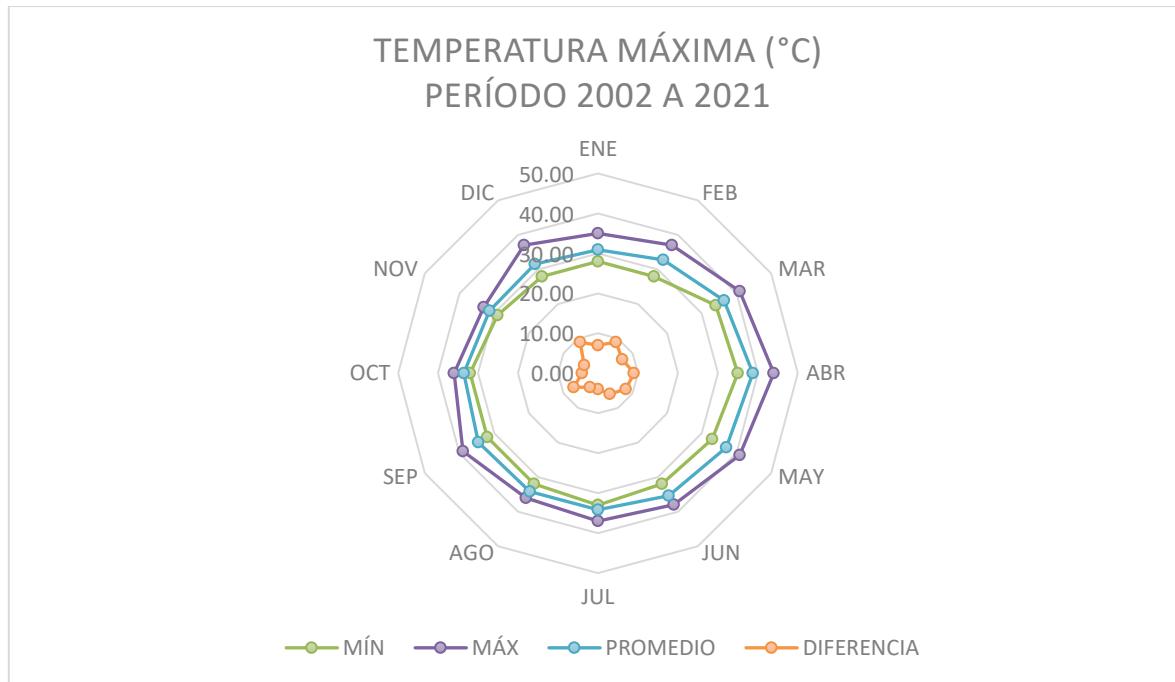
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.8 Histórico de Temperatura máxima para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



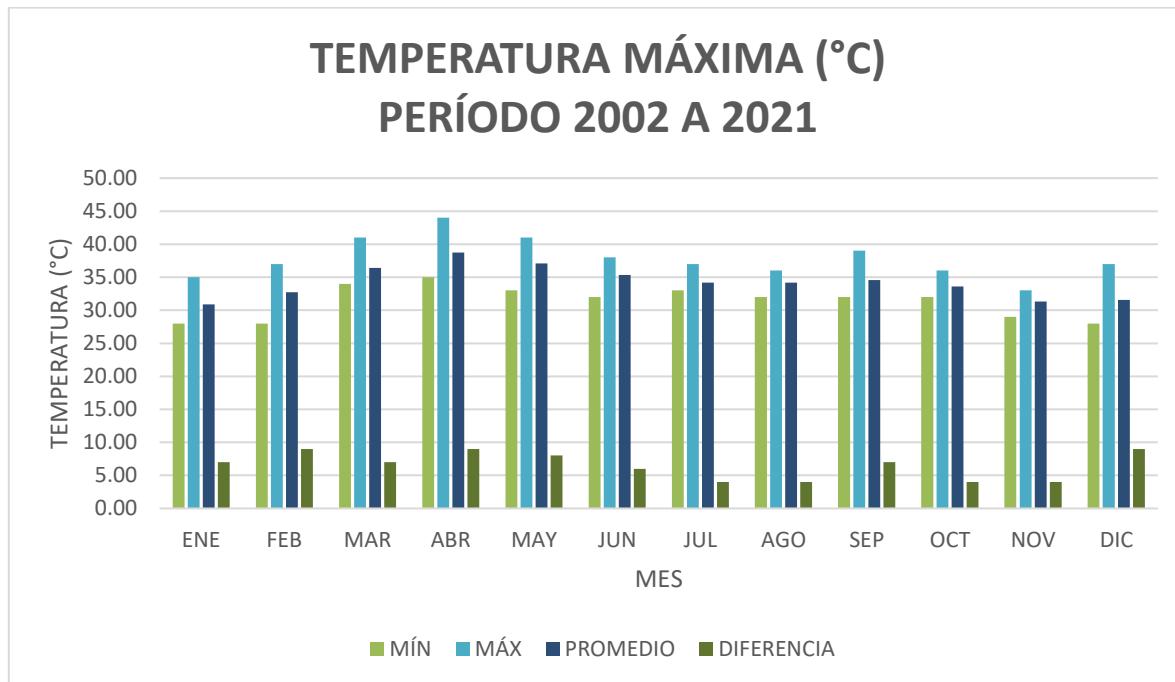
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.9 Temperatura máxima mensual para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



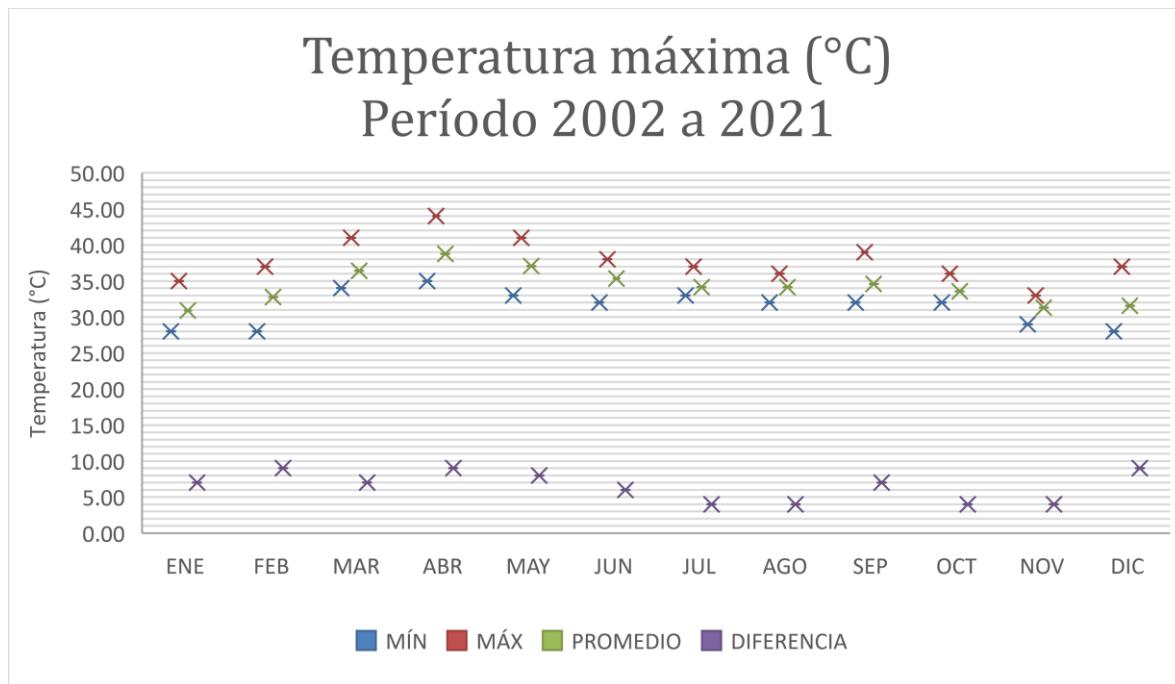
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.10 Diferencias anuales de Temperatura máxima para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



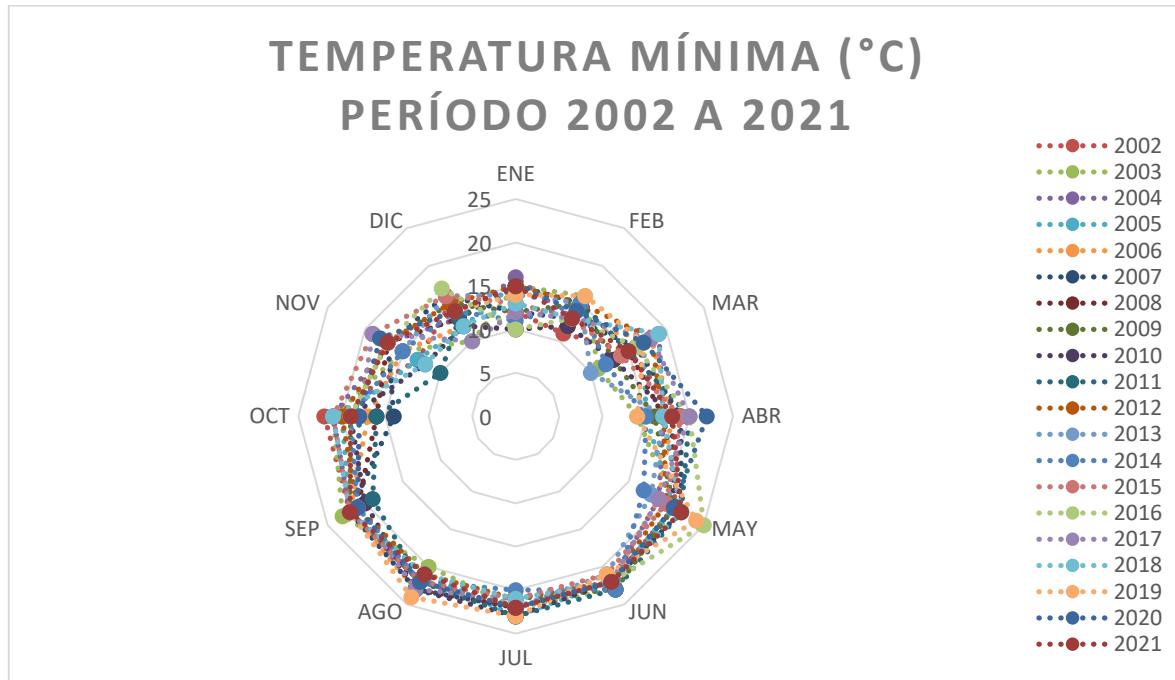
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.11 Diferencias mensuales de Temperatura máxima para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



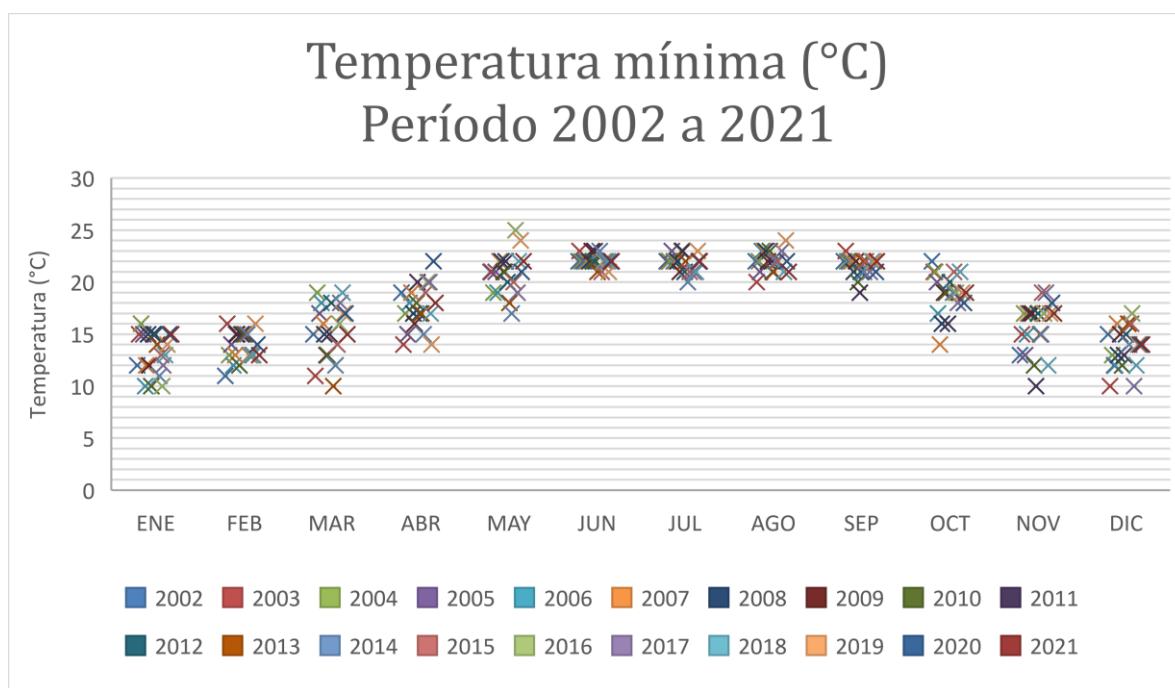
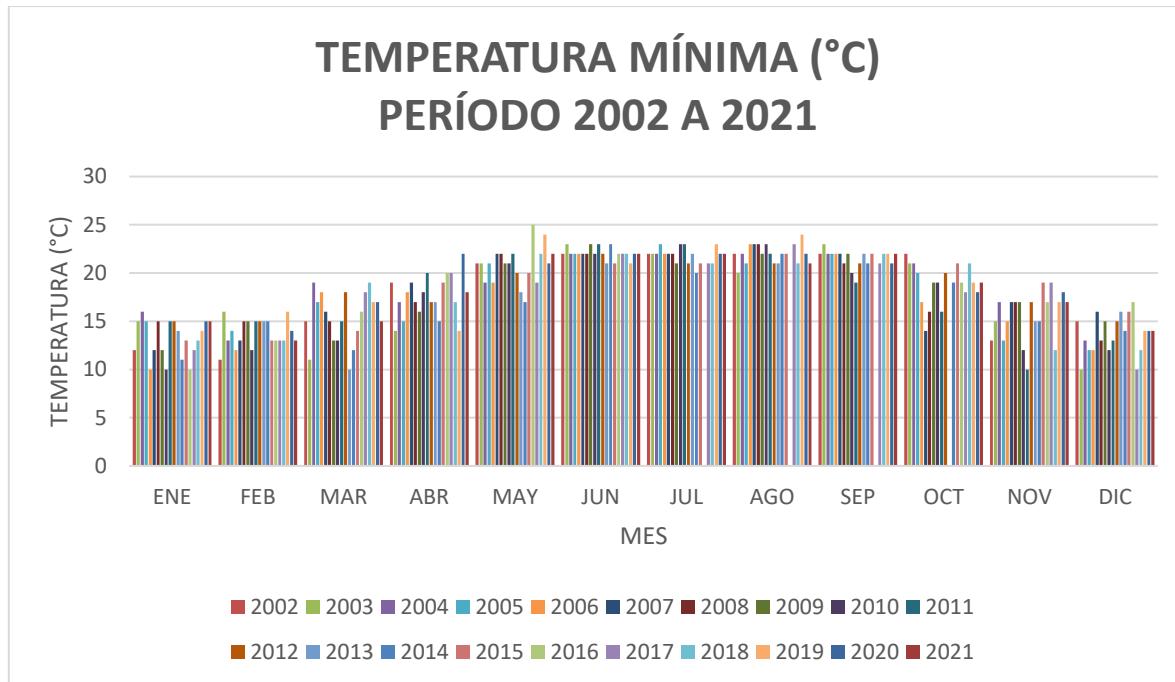
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

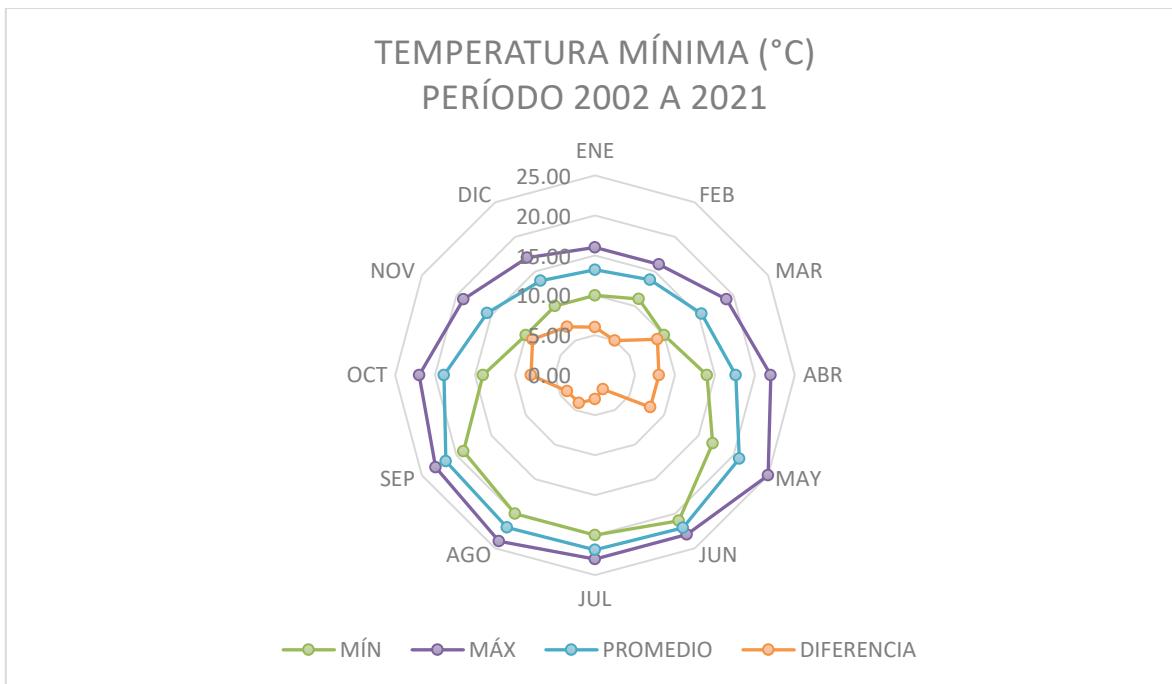
**Gráfica A.12 Relación de diferencias mensuales de Temperatura máxima para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

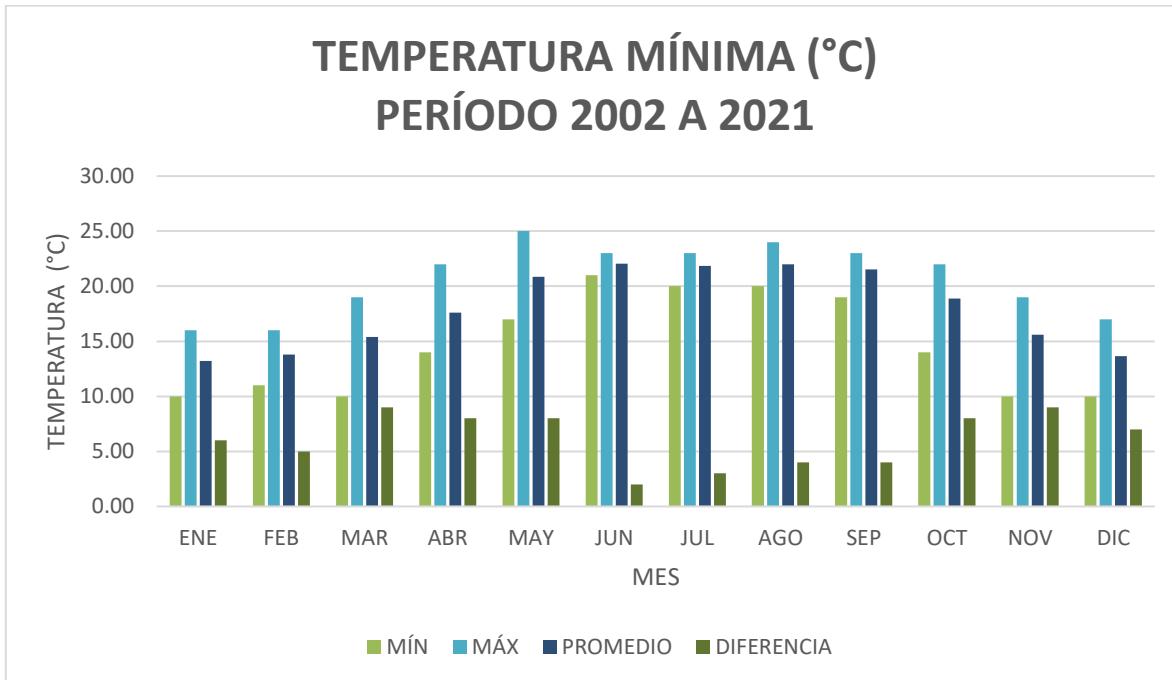
**Gráfica A.13 Comparación anual de Temperatura mínima para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**





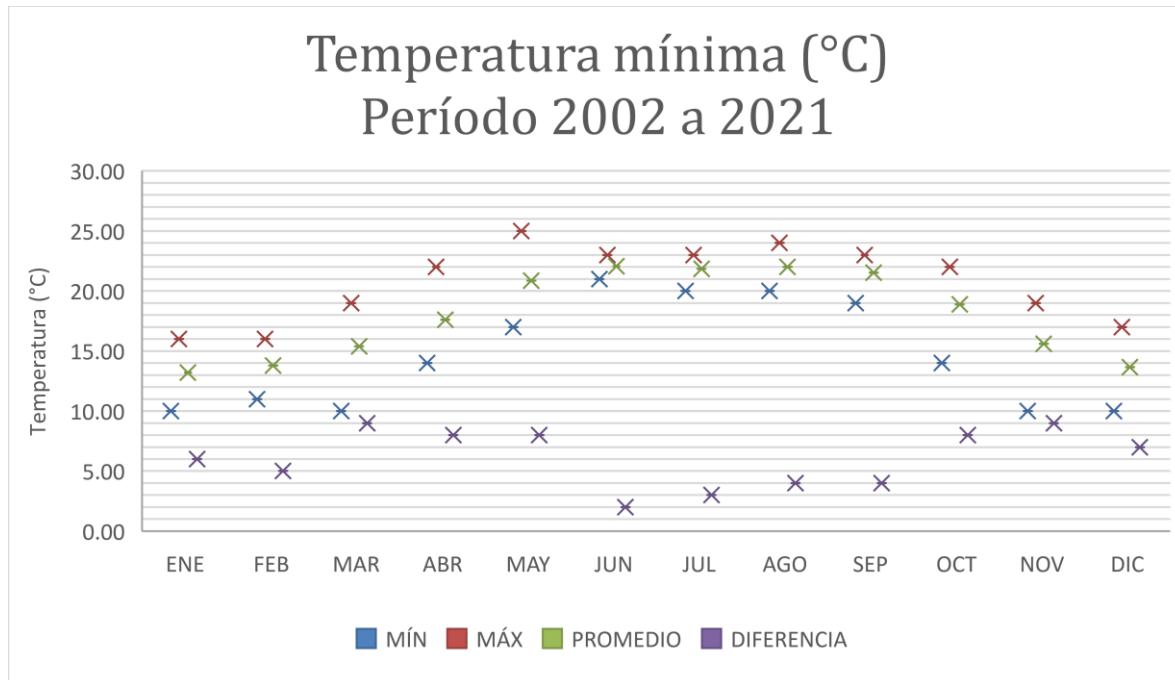
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.16 Diferencias anuales de Temperatura mínima para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



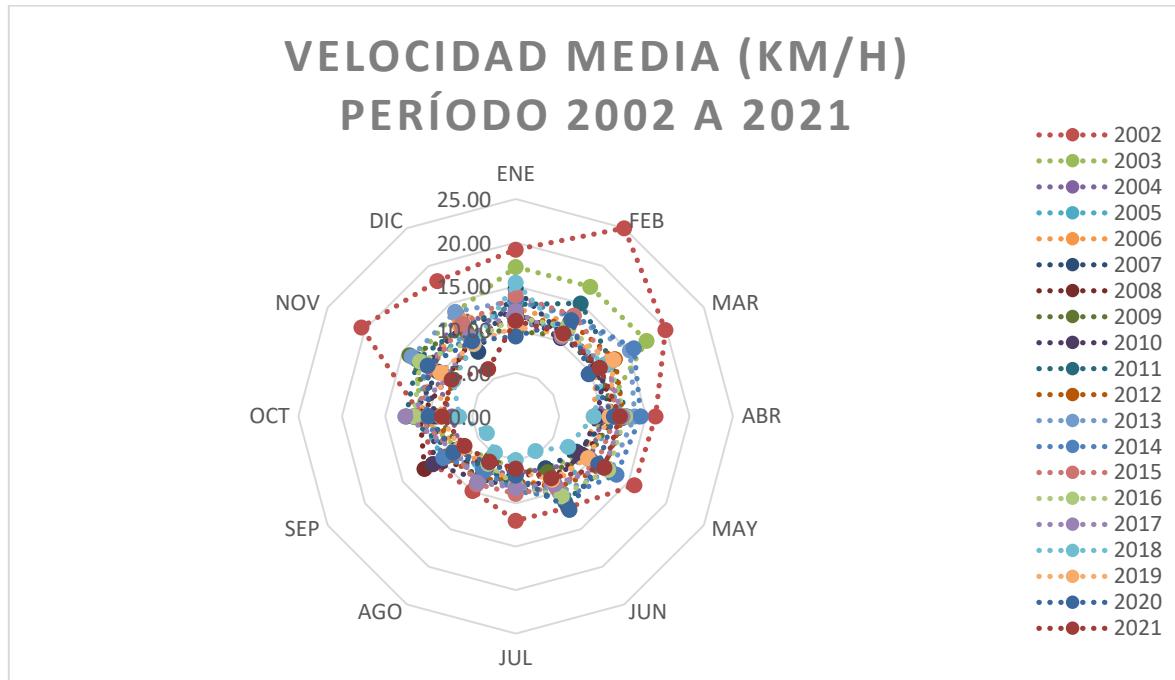
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.17 Diferencias mensuales de Temperatura mínima para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



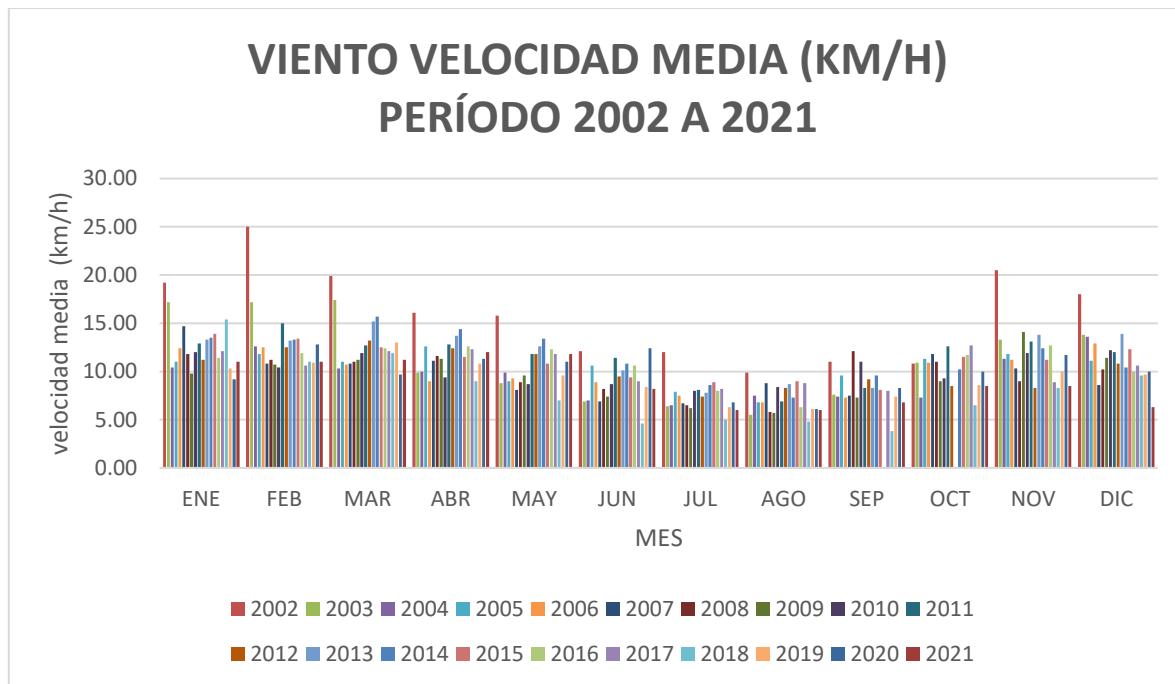
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.18 Relación de diferencias mensuales de Temperatura mínima para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



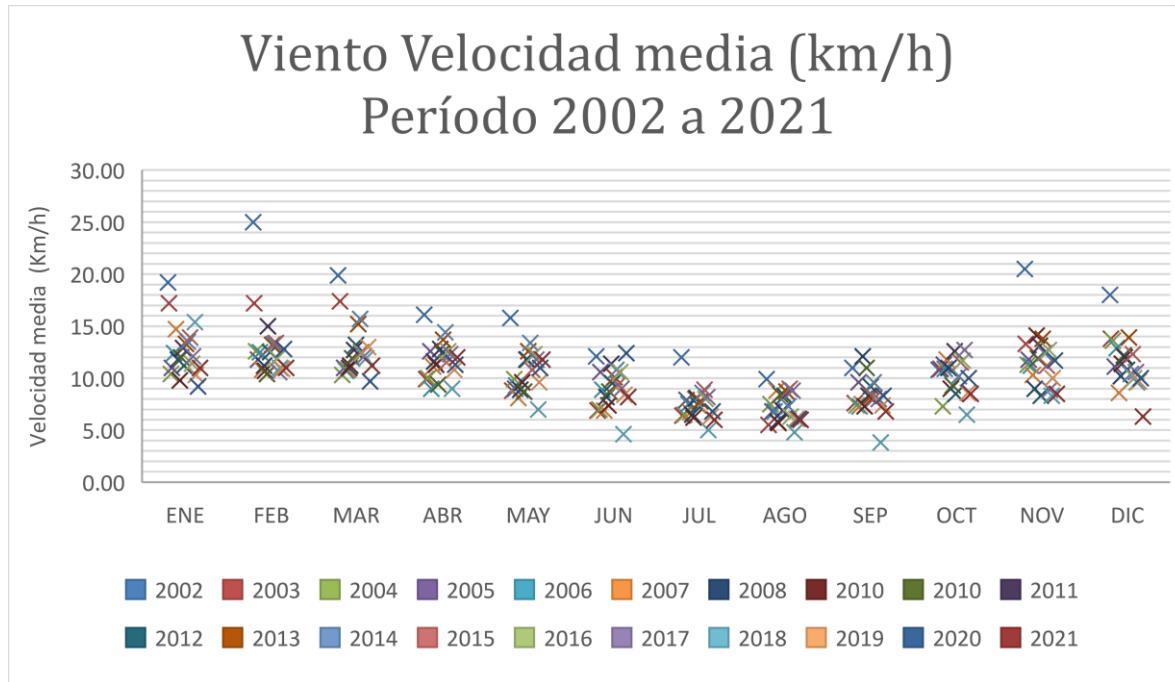
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.19 Comparación anual de Velocidad media del viento para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



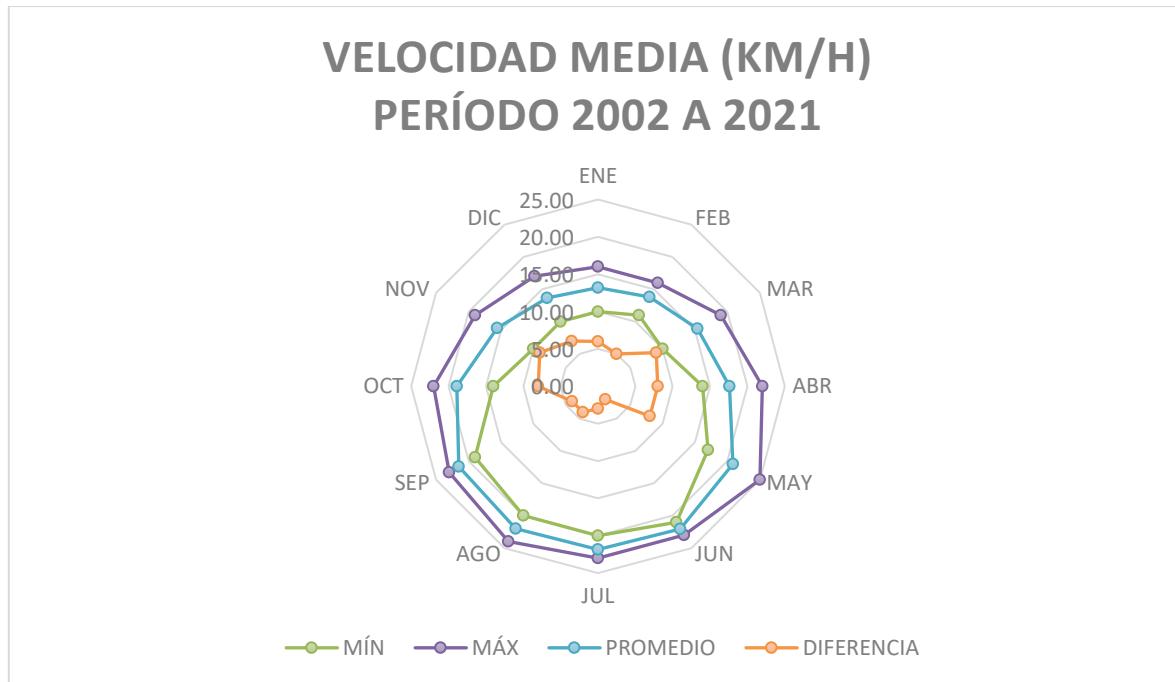
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.20 Histórico de Velocidad media del viento para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



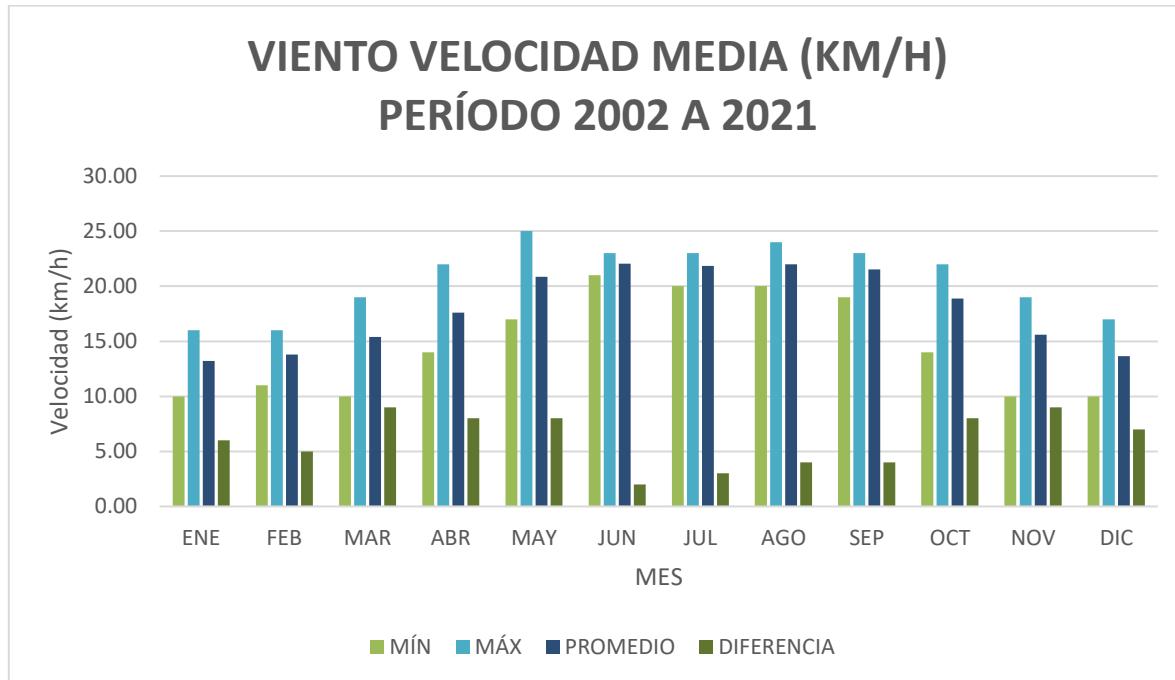
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.21 Velocidad media del viento mensual para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



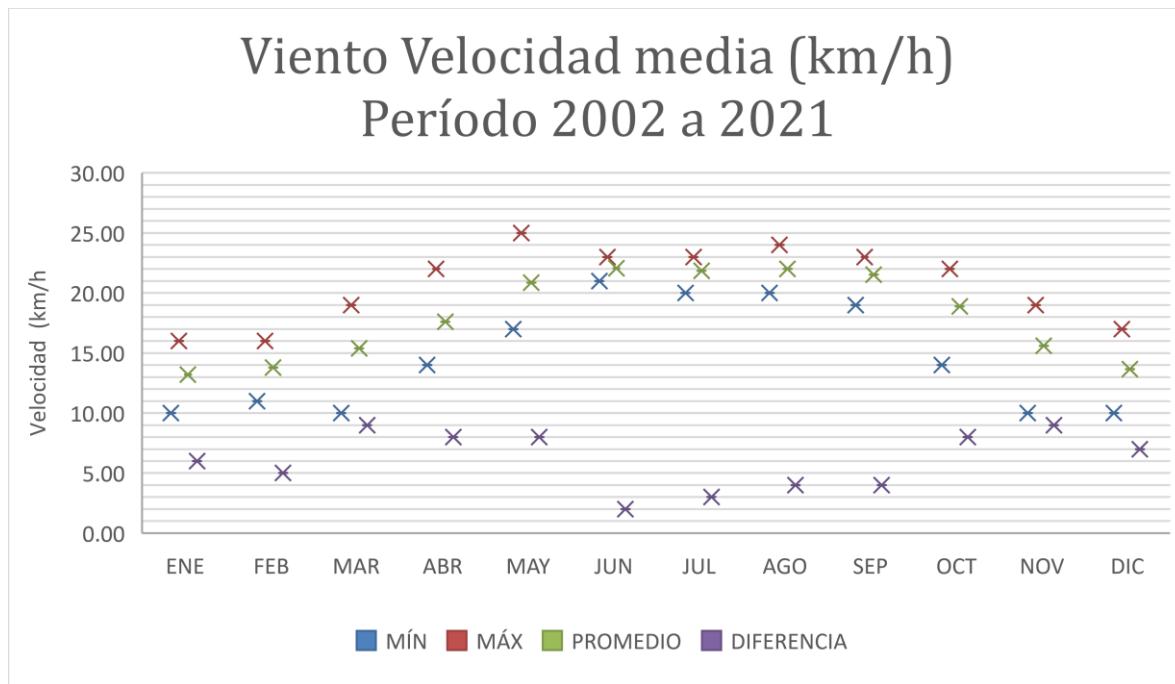
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.22 Diferencias anuales de Velocidad media del viento para el puerto de Veracruz,  
Ver. de 2002 a 2021.**



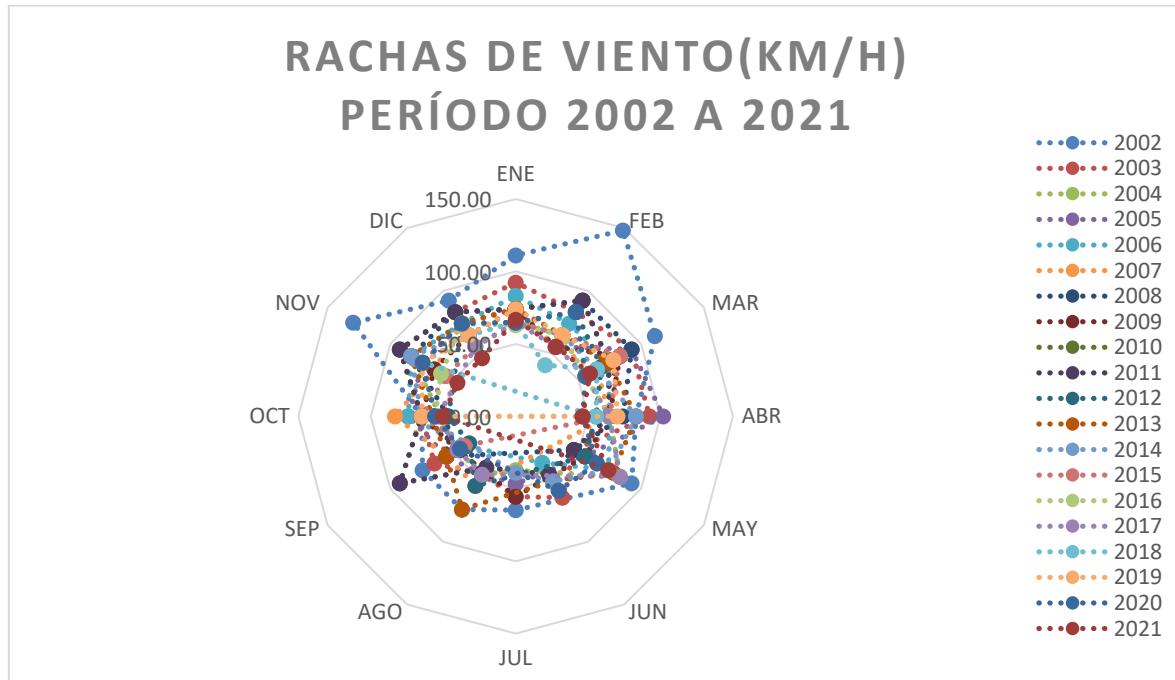
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.23 Diferencias mensuales de Velocidad media del viento para el puerto de  
Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



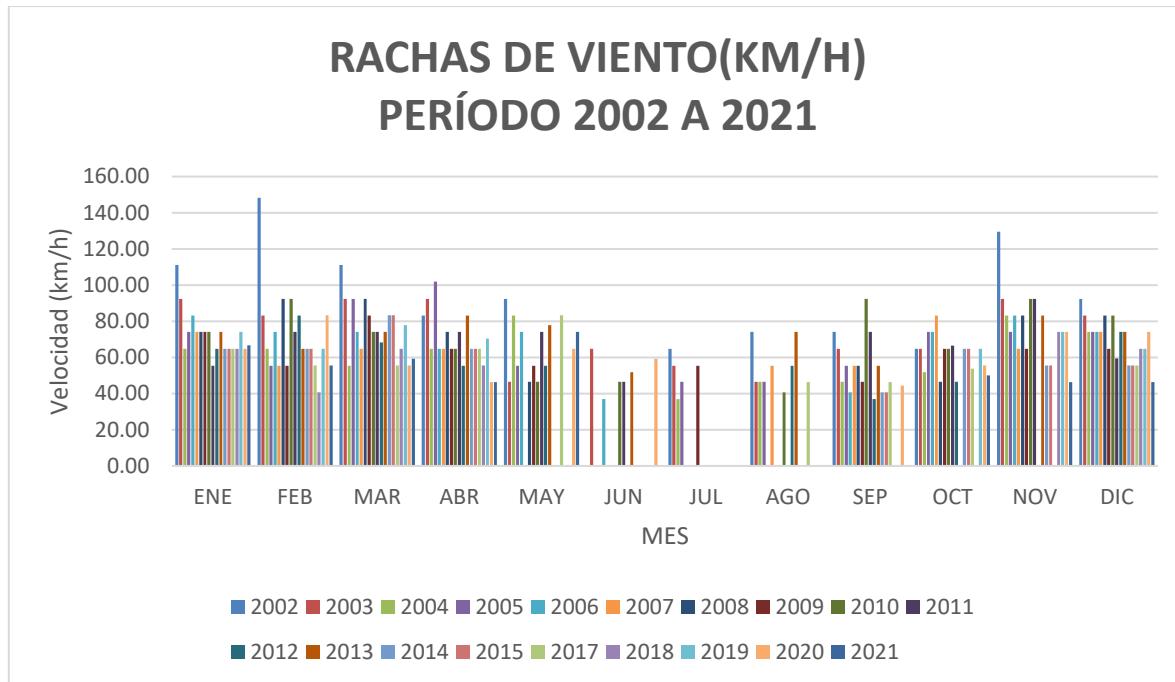
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.24 Relación de diferencias mensuales de Velocidad media del viento para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



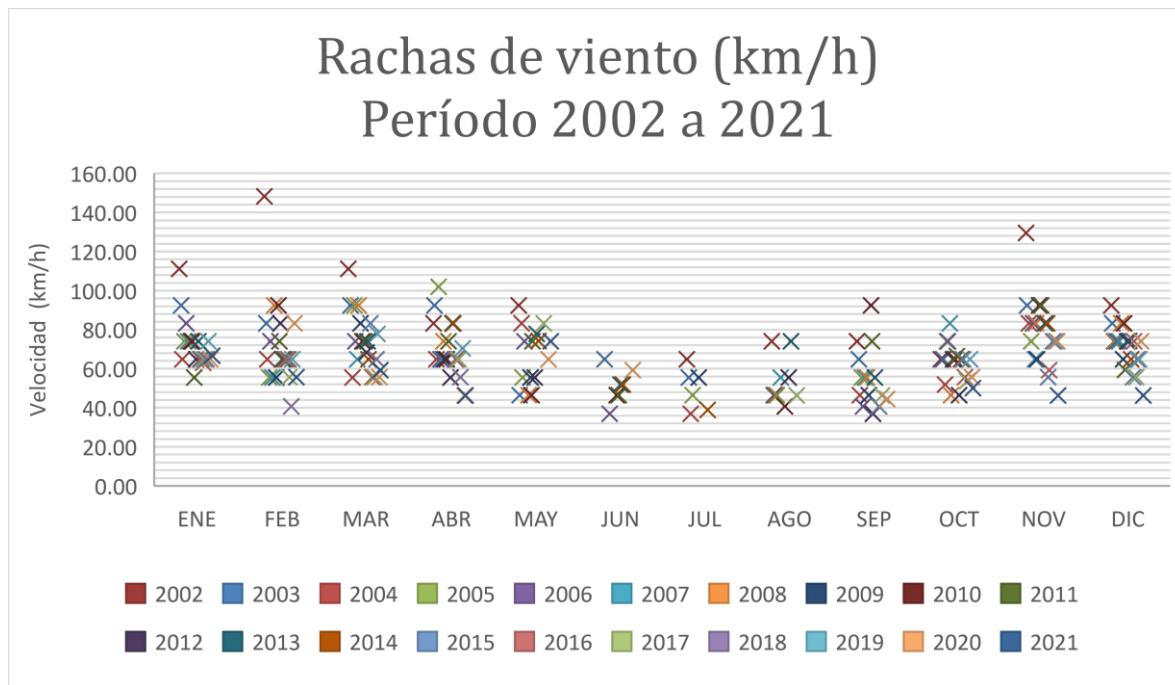
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.25 Comparación anual de Rachas de viento para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



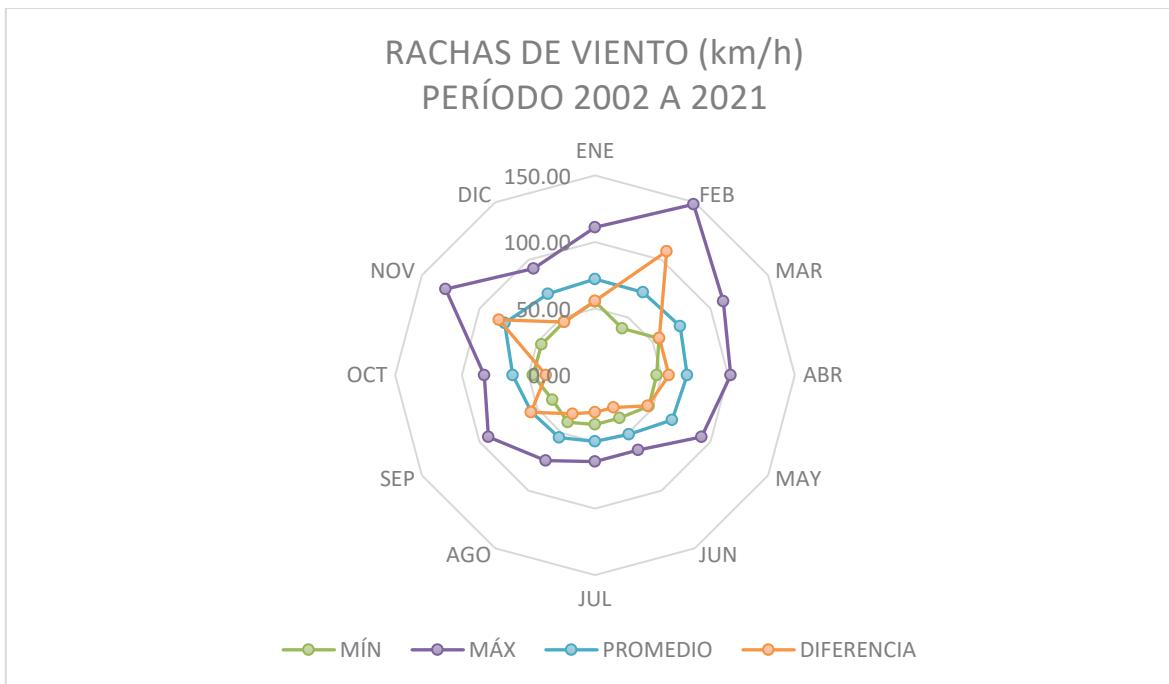
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.26 Histórico de Rachas de viento para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



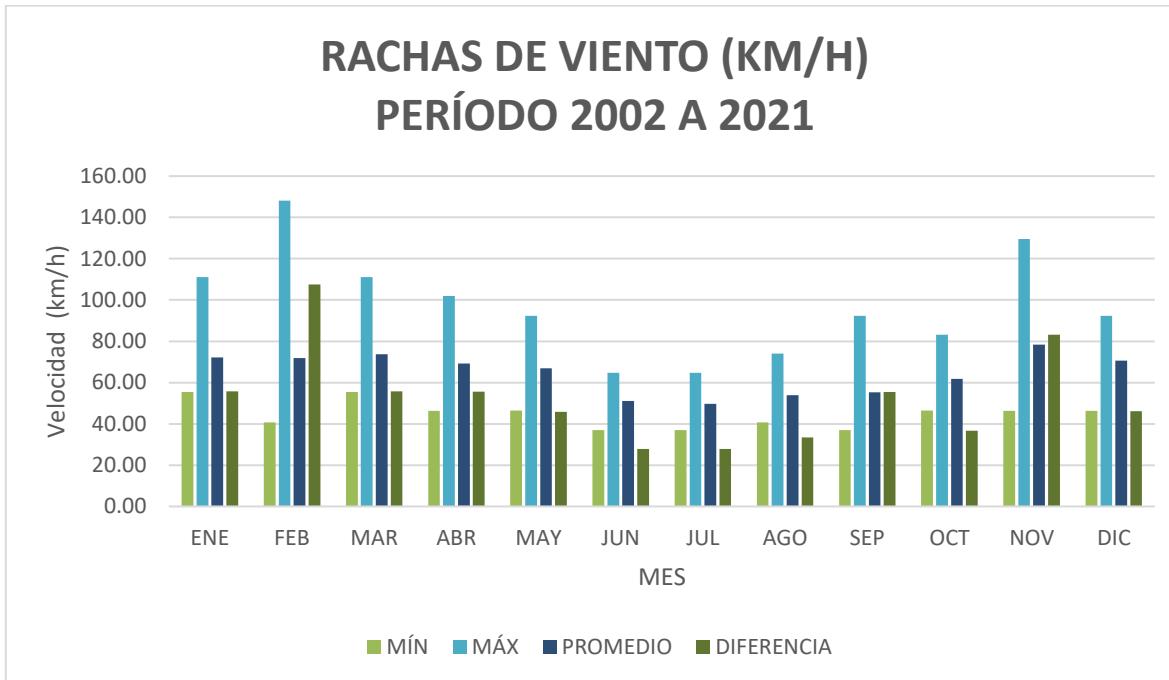
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.27 Rachas de viento mensual para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



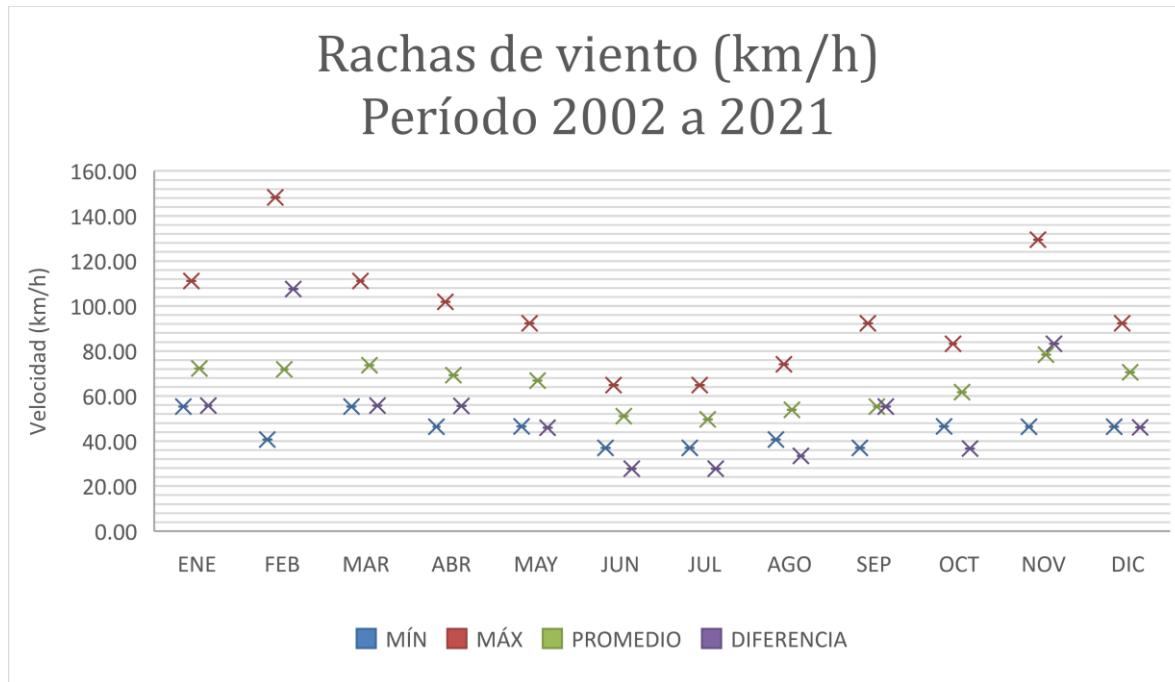
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.28 Diferencias anuales de Rachas de viento para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



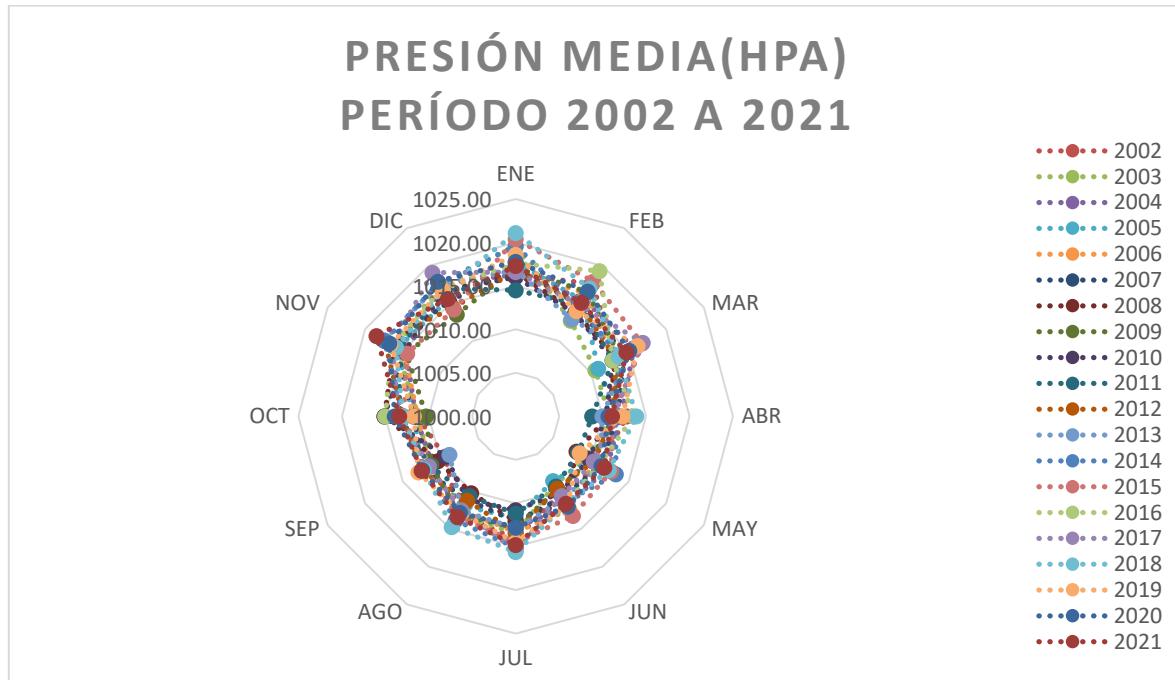
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.29 Diferencias mensuales de Rachas de viento para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



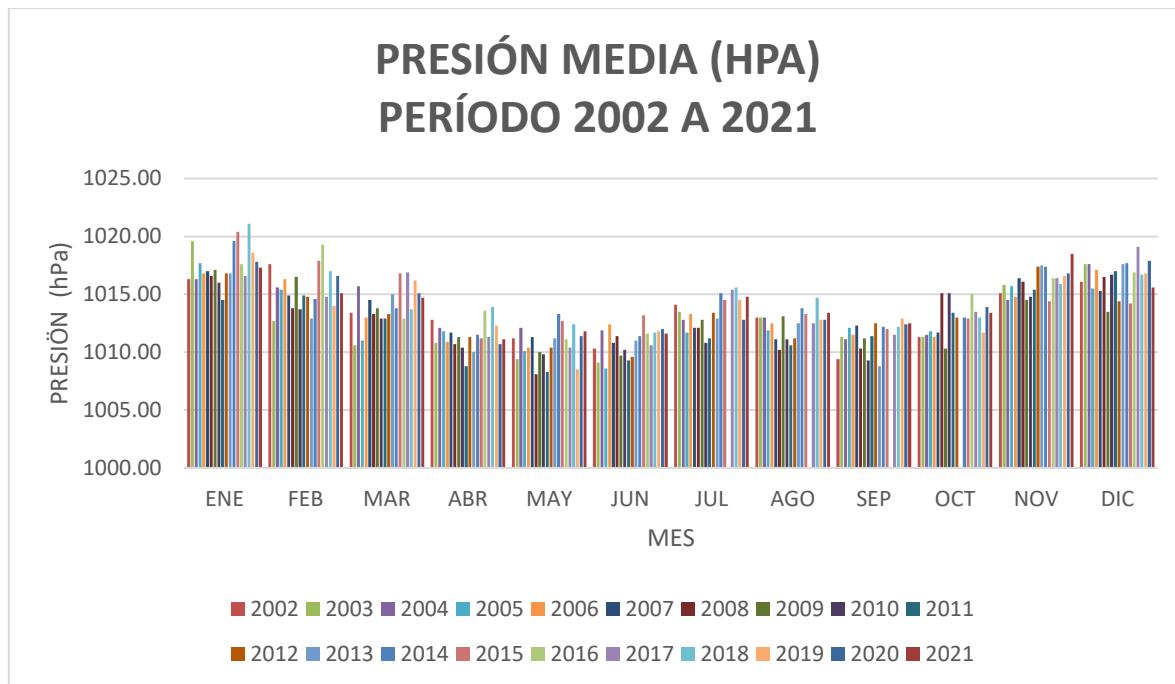
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.30 Relación de diferencias mensuales de Rachas de viento para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



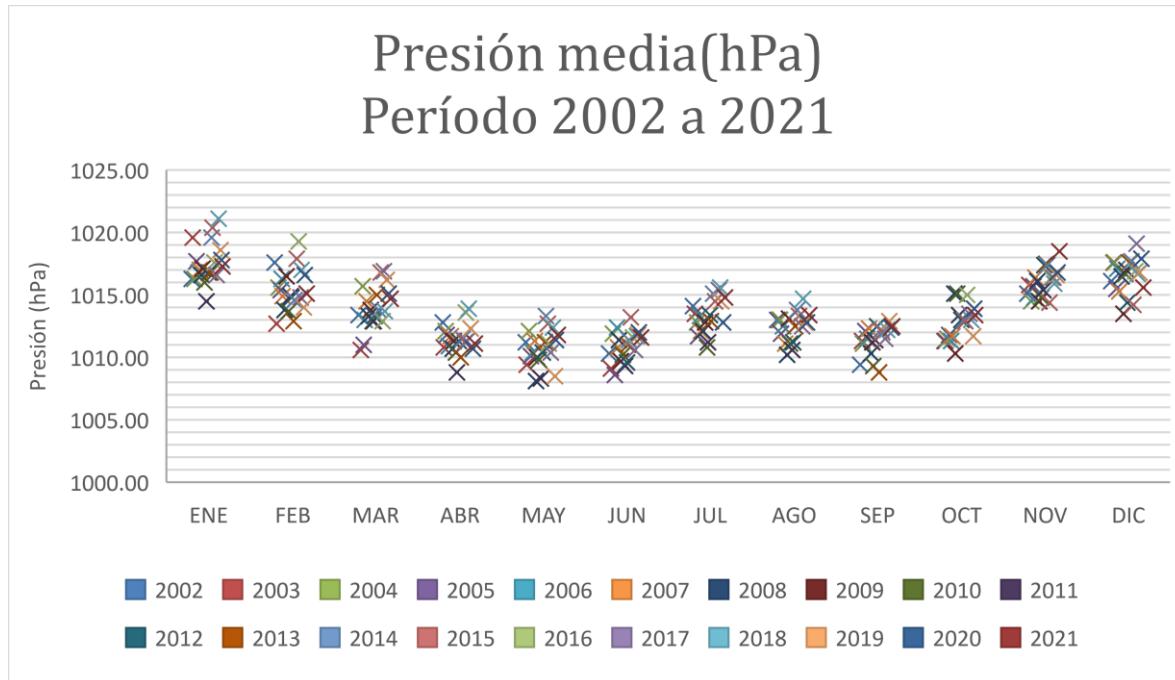
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.31 Comparación anual de Presión atmosférica para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



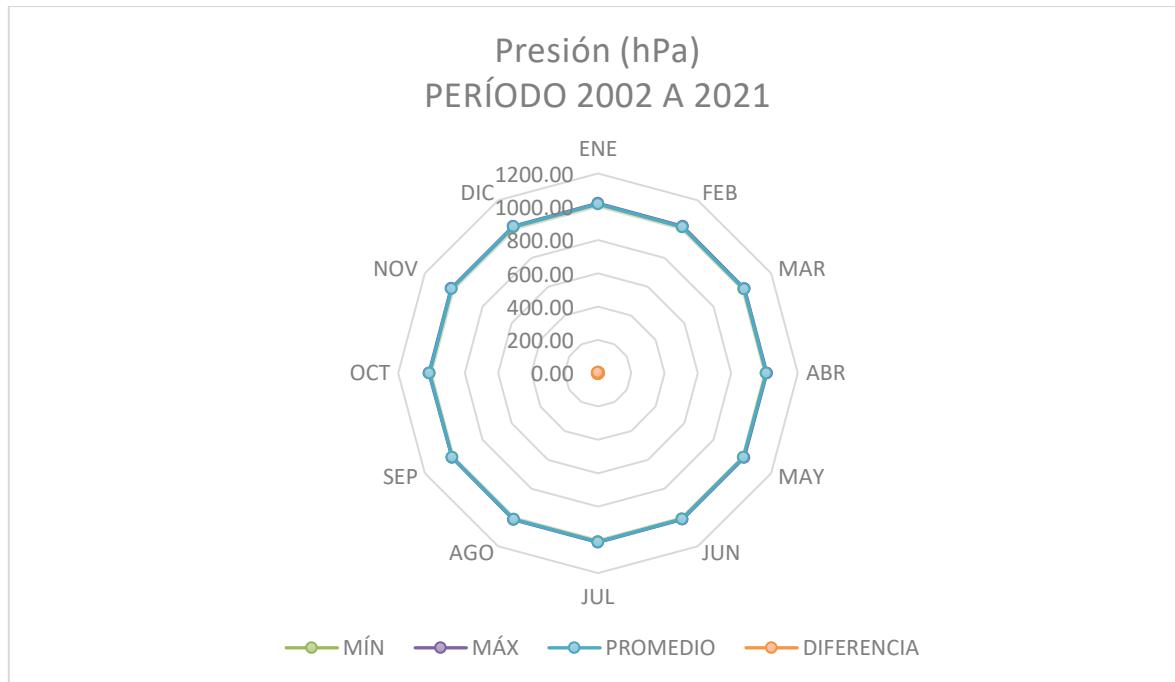
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.32 Histórico de Presión atmosférica para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



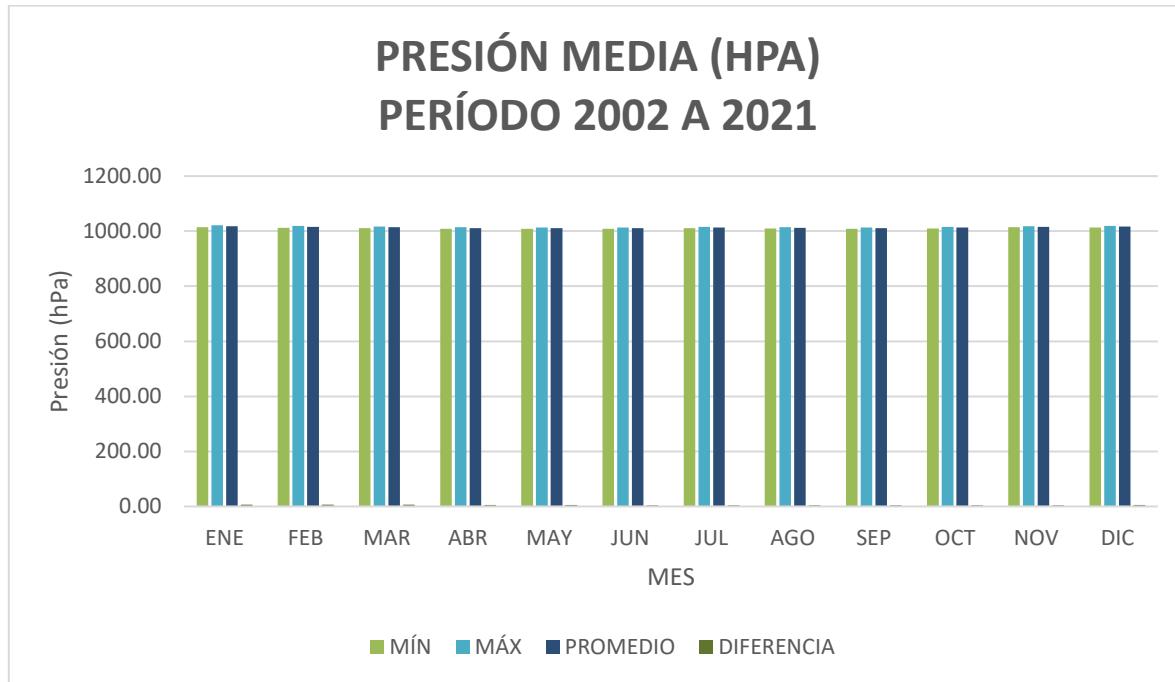
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.33 Presión atmosférica mensual para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



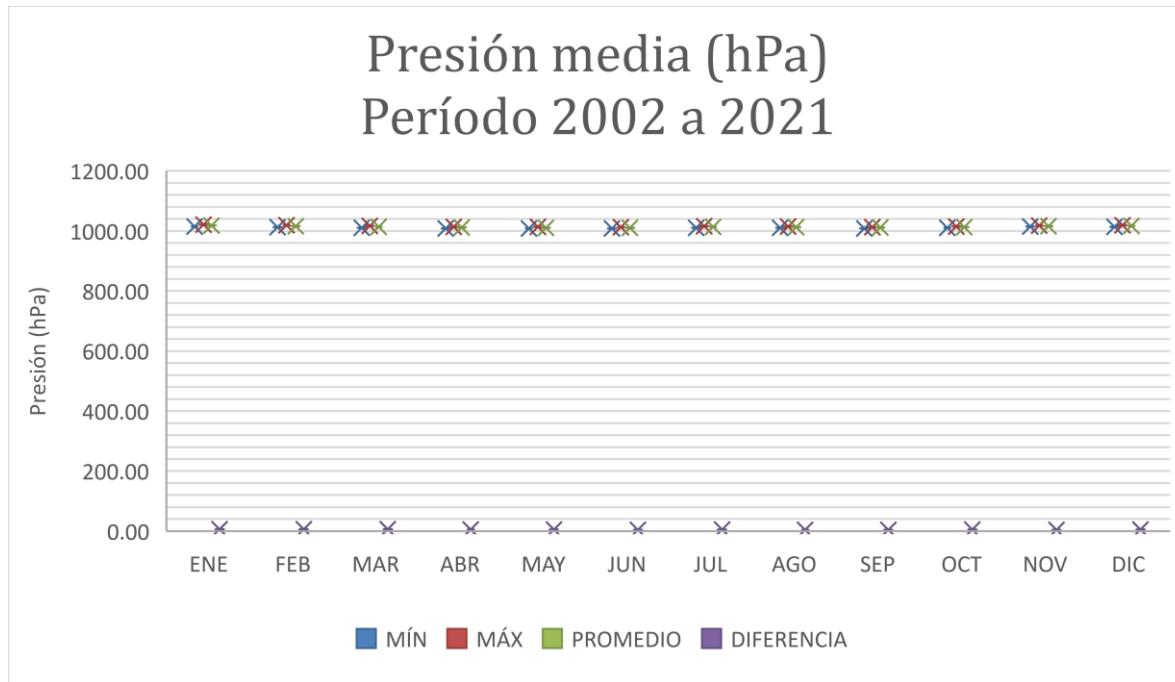
Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.34 Diferencias anuales de Presión atmosférica para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

**Gráfica A.35 Diferencias mensuales de Presión atmosférica para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.**



Fuente: Elaboración propia, con datos de <https://www.meteored.mx/veracruz/historico>

Gráfica A.36 Relación de diferencias mensuales de Presión atmosférica para el puerto de Veracruz, Ver. de 2002 a 2021.



# COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



**Km 12+000 Carretera Estatal 431 “El Colorado Galindo”**  
Parque Tecnológico San Fandila, Mpio. Pedro Escobedo,  
Querétaro, México. C.P. 76703  
Tel: +52 (442) 216 97 77 ext. 2610  
Fax: +52 (442) 216 9671

[publicaciones@imt.mx](mailto:publicaciones@imt.mx)

<http://www.imt.mx/>