



Ministerio de Defensa Nacional
Dirección General Marítima
Autoridad Marítima Colombiana
— Centro de Investigaciones Oceanográficas —
e Hidrográficas del Caribe

ISSN 2339-4129 (En línea)



No. **119**
ENERO
2 0 2 3

Mensual

Pronóstico
Climático del
Caribe Colombiano

www.dimar.mil.co

PRONÓSTICO CLIMÁTICO

CARIBE COLOMBIANO

N° 119 / ENERO 2023

Ministerio de Defensa Nacional

Dirección General Marítima

Subdirección de Desarrollo Marítimo

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH)

Dirección

Vicealmirante John Fabio Giraldo Gallo

Director General Marítimo

Capitán de Navío Pedro Javier Prada Rueda

Coordinador General Dimar

Capitán de Navío Edwin Antonio Parada Cabrera

Subdirector de Desarrollo Marítimo

Capitán de Fragata José Andrés Díaz Ruiz

Director del Centro de Investigación Oceanográfica e Hidrográfica del Caribe

Capitán de Corbeta Jonnatan Fabricio Gómez

Sierra

Coordinador del Grupo de Investigación Científica y Señalización

Suboficial Primero José David Iriarte Sánchez

Responsable del Área de Oceanografía Operacional

Suboficial Tercero Oscar Gómez Yucuma

Jefe Servicio Meteorológico Marino

Contenidos

Marinero Segundo David Herrera Moyano

Auxiliar Oceanografía

Marinero Segundo Sebastián Esteban Quiroz Parra

Auxiliar Oceanografía

Editorial

Área de Comunicaciones Estratégicas - Acoes

Edición y concepto gráfico

Área de Comunicaciones Estratégicas-Acoes

Área de Estadística y Estudios económicos - Grupo de Planeación

Fotografía

Banco de imágenes Dimar

Edición en línea: ISSN 2339-4129



EL PRONÓSTICO CLIMÁTICO DEL CARIBE COLOMBIANO es un producto informativo que se edita en formato digital, con registro ISSN para *e-book*. Se encuentra protegido por el *copyright* ©, y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta. Sus condiciones de uso y distribución están definidas por el licenciamiento *Creative Commons* (CC).
Enero de 2023. Cartagena., Colombia



CONTENIDO

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	6
1. CONDICIONES ACTUALES Y PRONÓSTICO ESTACIONAL DEL ENSO Y SU POSIBLE INFLUENCIA EN LAS CONDICIONES DE TIEMPO DEL CARIBE	8
2. PRONÓSTICO DE FENÓMENOS INTRA- ESTACIONALES Y ESTACIONALES	10
2.1. Oscilación Madden y Julián - OMJ	10
2.2. Frentes Fríos	10
3. PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ATMOSFÉRICAS PARA ENERO DE 2023	11
3.1. Configuración sinóptica climatológica de diciembre	11
3.2. Precipitación	13
3.3. Temperatura del aire	15
4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES OCEÁNICAS PARA EL MAR CARIBE COLOMBIANO	16
4.1. Altura de la ola y corrientes superficiales	16
4.2. Corrientes superficiales	17
4.3. Temperatura Superficial del Mar	18
4.4. Mareas	22
CONCLUSIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Anomalías de la TSM en las regiones El Niño durante última década de enero 2023	8
Tabla 2. Probabilidad de ocurrencia de condiciones ENSO hasta el trimestre ASO de 2023	10
Tabla 3. Pronóstico de Pleamar y Bajamar de enero de 2023 en los principales puertos marítimos	24



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial hasta enero de 2023	8
Figura 2. Pronóstico probabilístico de las condiciones ENSO hasta el trimestre ASO de 2023	9
Figura 3. Predicción semanal de la velocidad potencial en 200 hPa, hasta el 25 de enero de 2023	11
Figura 4. Líneas de corriente en 200, 500, 700, 850 y 1000 hPa y promedio de precipitaciones para el mes de enero bajo condiciones La Niña (1981-2010) extraídas del CFSR.....	Error! Marcador no definido.
Figura 5. Valores climatológicos de precipitación para el mes de enero (1990-2017) en los principales puertos del Caribe.....	13
Figura 6. Pronóstico de la anomalía diaria de precipitación para el mes de enero de 2023.....	14
Figura 7. Valores climatológicos de temperatura media, mínima y máxima para el mes de enero (1981-2017) en los principales puertos del Caribe	15
Figura 8. Valores climatológicos de dirección y altura de la ola en el mar Caribe para el mes de enero (1979-2018).....	16
Figura 9. Valores climatológicos de altura dinámica absoluta del mar para el mes de enero (1993-2020).....	17
Figura 10. Valores climatológicos de la velocidad y dirección de la corriente superficial predominante para enero (1993-2020).	18
Figura 11. Valores climatológicos de la TSM para el mes enero (1981-2019).	19
Figura 12. Pronóstico de las anomalías de TSM para el mes de enero de 2023	20
Figura 13. Pronóstico de marea de enero de 2023 para los principales puertos marítimos del Caribe colombiano.	24



SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ARC	Armada República de Colombia
CIOH	Centro de Investigación Oceanográfica e Hidrográfica del Caribe
DIMAR	Dirección General Marítima
SMMN	Servicio Meteorológico Marino Nacional




INTRODUCCIÓN

La Dirección General Marítima presenta el Pronóstico Climático Mensual a sus partes interesadas, el cual incluye la descripción de las condiciones océano - atmosféricas climatológicas y previstas en la región Caribe para el mes de enero de 2023.

Este informe consta de cuatro secciones y una más dedicada a las conclusiones. La primera y segunda, orientada al pronóstico de los fenómenos de variabilidad interanual, estacional e intraestacional que pueden incidir en las condiciones de tiempo y clima del período pronosticado, tal como lo son: el tránsito de sistemas frontales del hemisferio norte, la influencia de la Oscilación Madden & Julian (OMJ) y El Niño – Oscilación del Sur (ENSO). Los apartes tres y cuatro relacionan las condiciones meteorológicas y oceanográficas esperadas en función de las climatologías mensuales y anomalías pronosticadas de las variables de precipitación, temperaturas media, máxima y mínima del aire, temperatura superficial del mar, altura dinámica de la ola y corrientes superficiales, así mismo se incluye el pronóstico de marea para el mes de enero de 2023.

Para la elaboración del presente documento fueron utilizados datos e información proveniente del *Climate Prediction Center - National Centers for Environmental Services* (CPC-NCEP), el *International Research Institute for Climate and Society* (IRI), para el análisis de las anomalías de TSM en las regiones El Niño, así como de las proyecciones de condiciones ENSO en el corto y mediano plazo y el pronóstico de la OMJ. En la sección de predicción de las variables de precipitación y temperatura del aire, fueron usados los valores climatológicos del período 1990-2017, calculados a partir de datos suministrados por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Por su parte, la predicción de las anomalías de precipitación y temperatura superficial del mar (TSM),



fueron tomadas de los resultados de modelamiento numérico del *Seasonal Climate Forecast CFSv2* de la NOAA -NCEP.

Referente a los campos oceanográficos fueron utilizadas las climatologías de oleaje provenientes del Modelo *Wave Wach III* del *National Weather Service – National Oceanic and Atmospheric Administration* (NWS-NOAA). En el caso de la TSM fue utilizada información climatológica proveniente del *Hybrid Coordinate Ocean Model* (HYCOM) del *Naval Research Laboratory* -NRL, y las anomalías de la TSM pronosticadas para el mes de enero de 2023, del CFSv2 (NOAA – CPC). Finalmente, el pronóstico de mareas para los puertos del Caribe fue obtenido a partir del uso de la metodología implementada por el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe - CIOH (Latandret - Solana, 2021).

1.CONDICIONES ACTUALES Y PRONÓSTICO ESTACIONAL DEL ENSO Y SU POSIBLE INFLUENCIA EN LAS CONDICIONES DE TIEMPO DEL CARIBE.

De acuerdo con el *Climate Prediction Center - National Centers for Environmental Prediction, CPC - NCEP (2023)*, las anomalías negativas de la temperatura superficial del mar (TSM) en las regiones El Niño disminuyeron gran porcentaje hasta oscilar entre -0.1 y -0.9°C indicando la permanencia de la fase La Niña en el océano Pacífico ecuatorial (Figura 1 y Tabla 1).

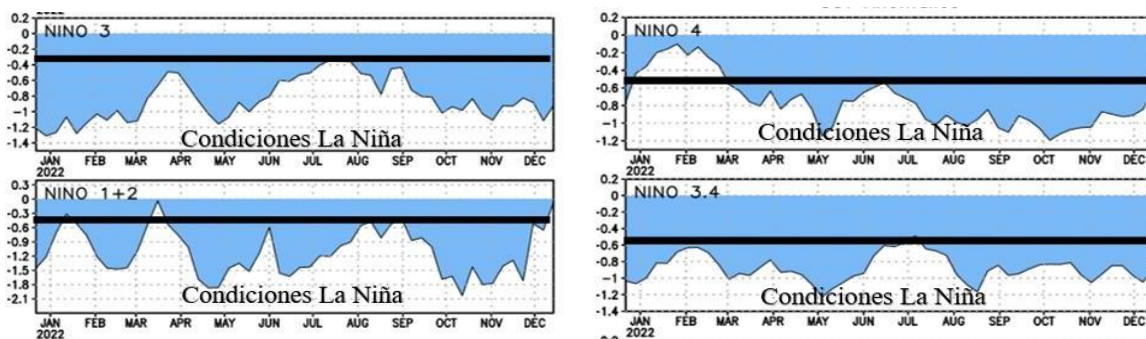


Figura 1. Evolución de las anomalías de la TSM en el Pacífico ecuatorial hasta enero de 2023.

Fuente: Modificado de CPC – NCEP, 2023.

Tabla 1. Anomalías de la TSM en las regiones El Niño durante última década de enero 2023.

Fuente: CPC-NCEP (2023).

REGIÓN EL NIÑO	ANOMALÍA DE LA TSM (°C)
El Niño 1+2	-0.1
El Niño 3	-0.9
El Niño 3.4	-0.9
El Niño 4	-0.6

De acuerdo con el más reciente informe *International Research Institute for Climate and Society* (IRI, 2023), los diferentes modelos climáticos indican que se mantendrán las condiciones Neutrales hasta el trimestre enero – marzo de 2023 (Figura 2 y Tabla 2). Así mismo, se prevé en consecuencia un debilitamiento progresivo de dichas condiciones, por lo que se prevé una menor influencia de dicho proceso macroclimático en las condiciones de tiempo y de mar de la región Caribe.

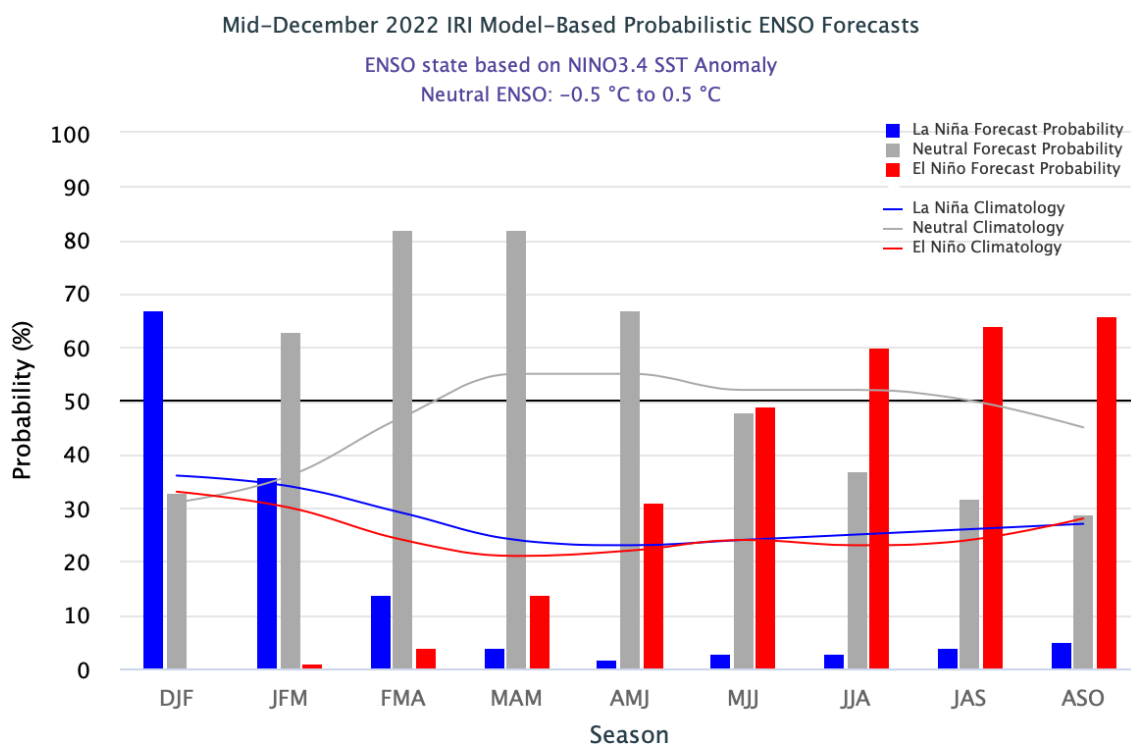


Figura 2. Pronóstico probabilístico de las condiciones ENSO hasta el trimestre ASO de 2023.

Fuente: IRI (2023).



Tabla 2. Probabilidad de ocurrencia de condiciones ENSO hasta el trimestre ASO de 2023.

Fuente: IRI (2023)

Estación	La Niña (%)	Neutral (%)	El Niño (%)
DJF	67	33	0
JFM	36	63	1
FMA	14	82	4
MAM	4	82	14
AMJ	2	67	31
MJJ	3	48	49
JJA	3	37	60
JAS	4	32	64
A.O.S.O.	5	29	66

2. PRONÓSTICO DE FENÓMENOS INTRA-ESTACIONALES Y ESTACIONALES

2.1. Oscilación Madden y Julián - OMJ

Según el más reciente informe del CPC - NCEP (2023), la oscilación Madden & Julián (OMJ) proyecta fases subsidentes y neutras sobre el Caribe colombiano, por lo que se espera dicha señal favorezca la consolidación de la temporada seca en la región durante el mes de enero (Figura 3).

2.2. Frentes Fríos

De acuerdo con la información estadística recopilada de los años 1996 al 2012, en promedio durante el mes de enero, se puede registrar el tránsito, en promedio, de 2 a 3 frentes fríos sobre la cuenca Colombia, eventos que serán cada vez más frecuentes hasta el mediados del mes de marzo (Royero et al., 2013), incidiendo en las condiciones tanto de tiempo como de mar, especialmente del área del archipiélago de San Andrés y Providencia.

Pronóstico de la velocidad potencial 200 hPa

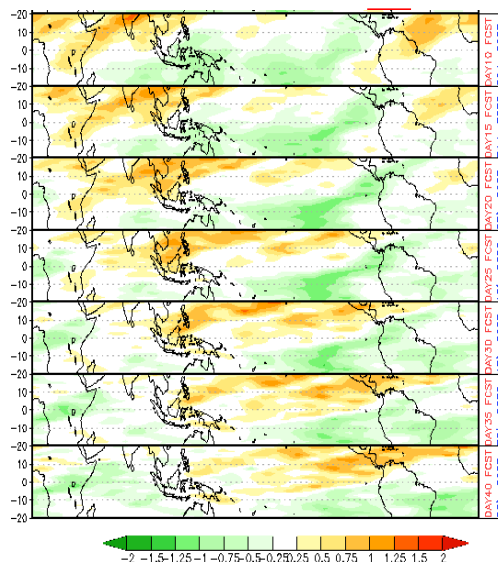


Figura 3. Predicción semanal de la velocidad potencial en 200 hPa, hasta el 25 de enero de 2023

Fuente: CPC-NCEP, (2023)

3. PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ATMOSFÉRICAS PARA ENERO DE 2023

3.1. Configuración sinóptica climatológica de diciembre

De acuerdo con el International Research Institute for Climate and Society - IRI (2020), en el mes de enero de 2023 se mantendrán las condiciones La Niña, en ese sentido y acorde con los valores climatológicos bajo este escenario del modelo de reanálisis CFSR (Climate Forecast System Reanalysis) (Ruíz & Melo, 2019), en niveles estándares de la atmósfera, se configuraría la dorsal de altura (200 hPa) cuyo eje se extiende desde el centro del canal de Yucatán hasta el extremo nororiental de Brasil, dicha configuración favorece la advección de humedad desde el interior del país y la concentra especialmente en el



suroriente del mar Caribe colombiano. Por su parte, entre 500 y 850 hPa, un sistema anticiclónico elongado en inmediaciones de las Antillas Mayores, induce fuertes vientos y aire seco sobre el norte de la cuenca Colombia. Así mismo, en 850 hPa se empieza a evidenciar la configuración de la Jet de Bajo Nivel del Caribe, con vientos predominantes del este en la región central y norte de la cuenca Colombia, en tanto que, al sur de esta, los vientos viran hasta predominar del noreste traspasando el Istmo de Panamá y desplazando a su vez hacia el sur del país, la Vaguada Monzónica / Zona de Convergencia Intertropical, estructura la cual pierde influencia sobre las condiciones de tiempo del Caribe colombiano durante este período (Figura 4).

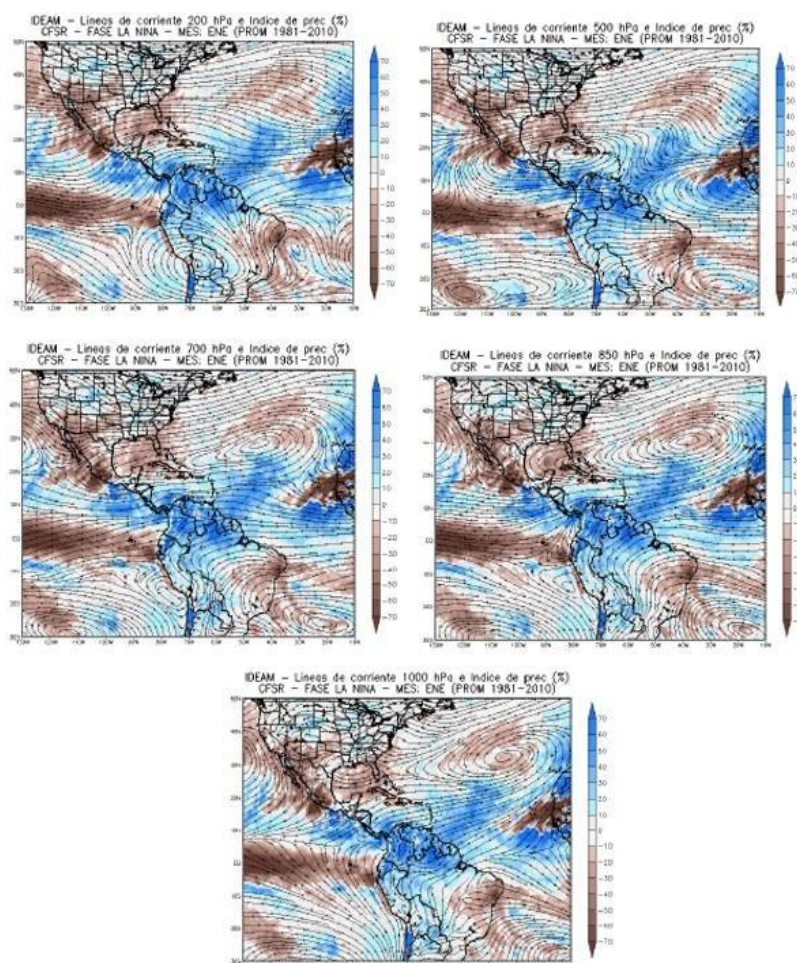


Figura 4. Líneas de corriente en 200, 500, 700, 850 y 1000 hPa y promedio de precipitaciones para el mes de enero bajo condiciones La Niña (1981-2010) extraídas del CFSR

Fuente: Ruíz & Melo, 2019.

3.2. Precipitación

Típicamente durante el mes de enero las lluvias son escasas en sectores de los litorales central y norte, en tanto se mantienen lluvias sobre el golfo de Urabá y el área insular. De acuerdo con los valores climatológicos (1990 - 2017) ¹, en Santa Marta se registran los valores mínimos de lluvia de la región con 0.1 mm, seguidos por Cartagena (0.5 mm), Barranquilla (1.3 mm), Riohacha (4.5 mm) y Puerto Bolívar (5.0 mm). Por su parte, en el archipiélago de San Andrés y Providencia y en al sur del litoral, sobre la población de Turbo, y centro en áreas de Coveñas los volúmenes de lluvia durante este período oscilan entre 15.7 y 91.2 mm (DIMAR - CIOH 2023) (Figura 5).

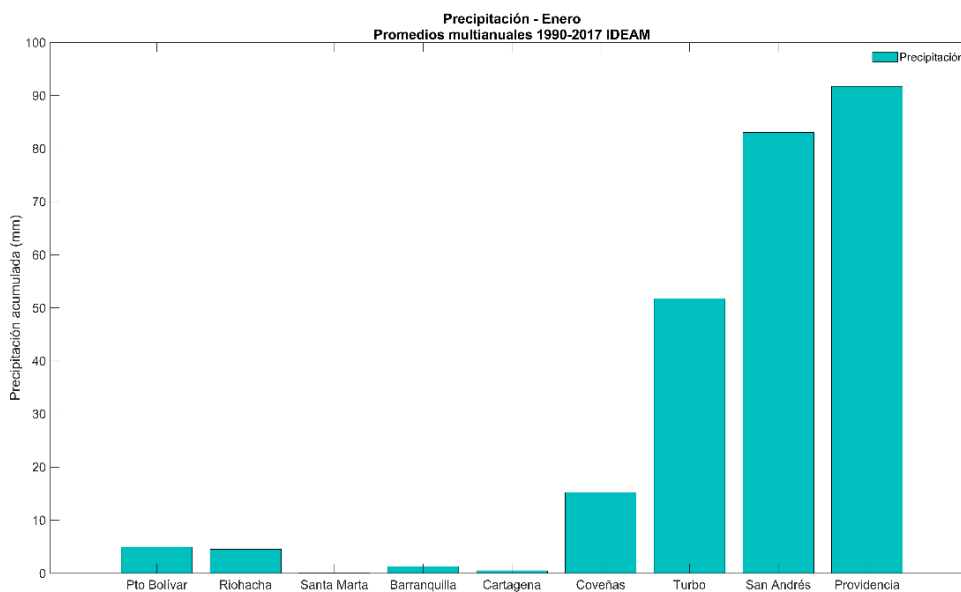


Figura 5. Valores climatológicos de precipitación para el mes de enero (1990-2017) en los principales puertos del Caribe.

Fuente: DIMAR - CIOH (2023)

¹ Climatología calculada a partir de series de datos suministradas por el IDEAM.



No obstante, lo anterior y de acuerdo con el modelo *Climate Forecast System vs2* (NOAA-NCEP, 2023), durante el mes de enero se prevén volúmenes de lluvia menores en relación con los valores climatológicos, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y las islas Cayo, y sectores marítimos del centro de la cuenca Colombia y Litoral Central. Por su parte, sobre el litoral centro e insular, se advierten volúmenes de lluvia ligeramente respecto de los valores típicos del mes (Figura 6).

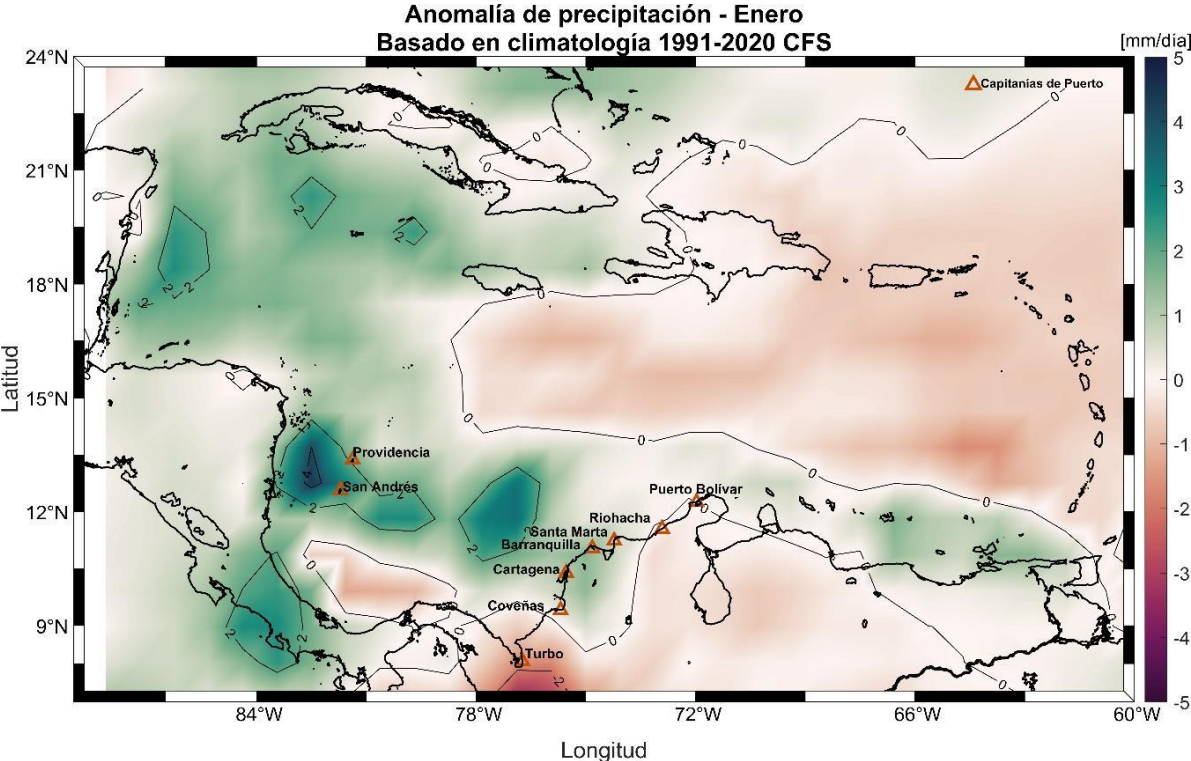


Figura 6. Pronóstico de la anomalía diaria de precipitación para el mes de enero de 2023.

Fuente: Modelo CFSv2 (NOAA -NCEP, 2023).

3.3. Temperatura del aire

Acorde con los valores climatológicos 1990-2017², durante el mes de enero la temperatura media del aire en el Caribe es en promedio de 27.7°C. Por su parte las temperaturas máximas oscilan entre 33.1 y 34.1°C a lo largo del litoral, en tanto en el centro en las áreas de Santa Marta y Coveñas. En cuanto a las temperaturas medias, estas presentan una mayor varianza en la región en los puertos de, Turbo, Cartagena, Barranquilla, Riohacha y Puerto Bolívar, reportando valores promedio de 30.9 y 32.4°C. Por otro lado, el Archipiélago de San Andrés y Providencia registran promedios mínimos entre 28.8 y 29.9°C. (Figura 7).

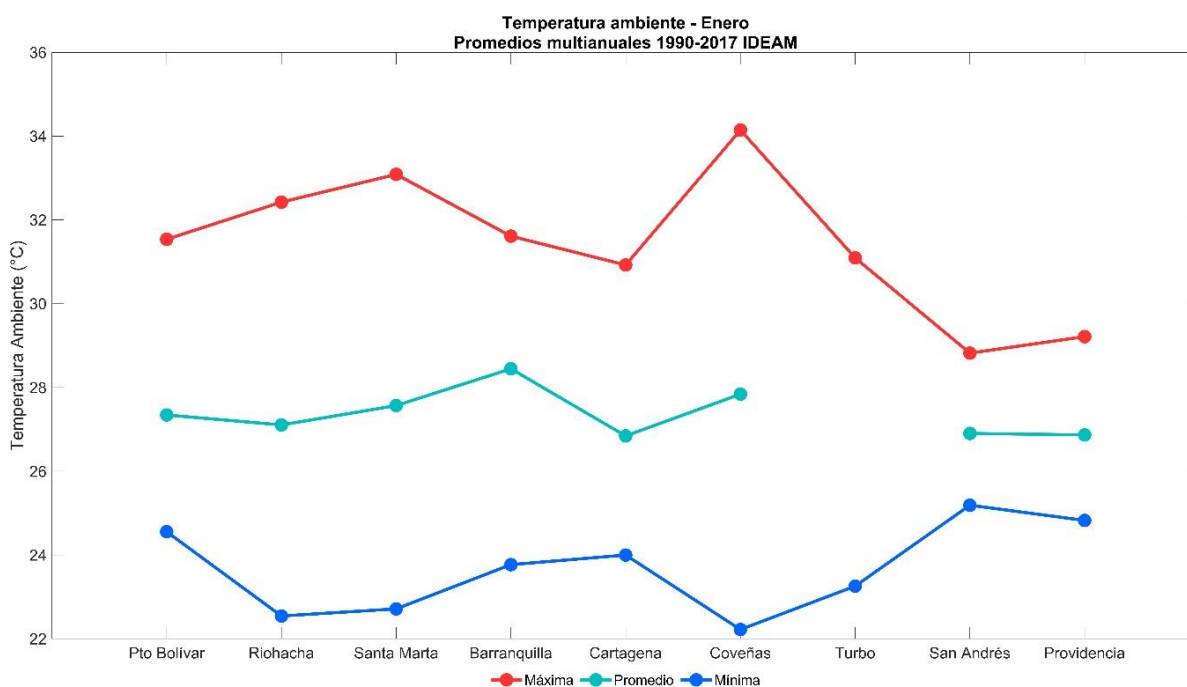


Figura 7. Valores climatológicos de temperatura media, mínima y máxima para el mes de enero (1981-2017) en los principales puertos del Caribe.

Fuente: DIMAR - CIOH (2023)

² Climatología calculada a partir de series de datos suministradas por el IDEAM.

4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES OCEÁNICAS PARA EL MAR CARIBE COLOMBIANO.

4.1 Altura de la ola y corrientes superficiales

De acuerdo con los valores climatológicos del modelo de oleaje WAVEWACH III calculados para el período 1979-2018 (NWS-NOAA, 2009), típicamente durante el mes de enero, se evidencia un incremento gradual de la altura media del oleaje con respecto al mes anterior, con dirección predominante del este el en norte de la cuenca Colombia y alturas de 2 m, y de componente noreste en el centro y sur de esta, con alturas que oscilan entre los 2.5 y 3.0 m en el área central. Las áreas costeras del litoral Caribe Colombiano por su parte registran típicamente olas inferiores a 1.7 m (Figura 8).

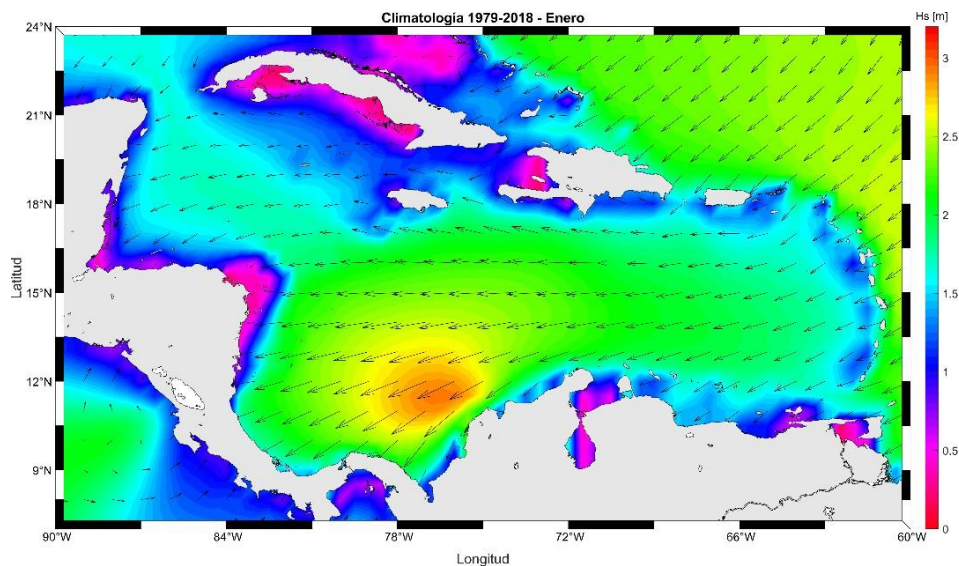


Figura 8. Valores climatológicos de dirección y altura de la ola en el mar Caribe para el mes de enero (1979-2018)

Fuente: WW III (NWS - NOAA, 2009)

De acuerdo con los valores climatológicos Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS, 2020) calculados para el periodo (1993-2020). Para el mes de enero, la altura dinámica absoluta del mar, oscila entre 0.3 y 0.6 m en gran parte de la cuenca Colombia. Sobre la zona norte del Caribe puede alcanzar durante este mes alturas de hasta 0.8 m (Figura 9).

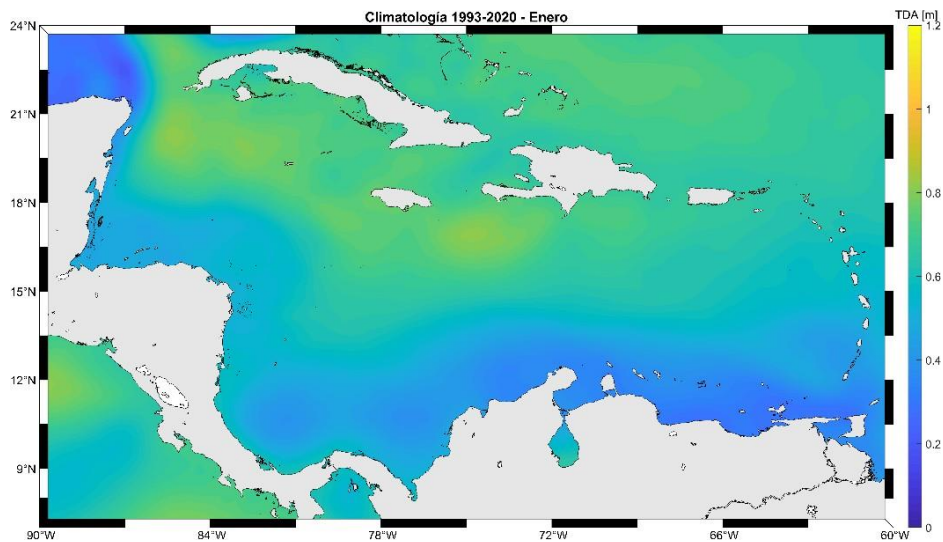


Figura 9. Valores climatológicos de altura dinámica absoluta del mar para el mes de enero (1993-2020).
Fuente: Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS, 2020).

4.2 Corrientes superficiales

Acorde con valores climatológicos (1993-2020) proveniente del modelo hidrodinámico HYCOM 2.2 (*Naval Research Laboratory -NRL, 2009*), durante el mes de enero, en el norte y centro del mar Caribe predomina un flujo superficial del este con velocidades entre 0.4 y 0.7 m/s.

Por su parte la zona suroccidental de la cuenca Colombia, está dominada por el giro ciclónico de Panamá – Colombia, una corriente elongada de sentido antihorario frente a la costa de Centroamérica y suroccidente de la cuenca Colombia, con velocidades promedio de 0.2 y 0.5 m/s, en tanto en la zona suroriental de la cuenca, las corrientes superficiales del mar son débiles (velocidades inferiores a 0.2 m/s) intentando describir una circulación ciclónica (Figura 10).

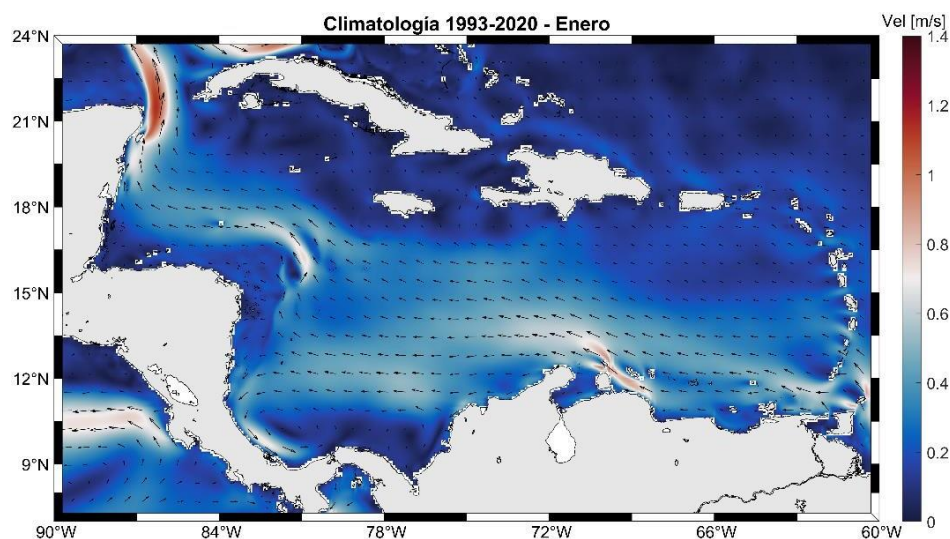


Figura 10. Valores climatológicos de la velocidad y dirección de la corriente superficial predominante para enero (1993-2020).

Fuente: NRL, 2020

4.3 Temperatura Superficial del Mar

Basado en los valores climatológicos de la TSM del período 1981 al 2019 (Good *et al.*, 2020), durante el mes de enero, las aguas del mar Caribe son frías en general, con TSM entre 26 y 28°C, una piscina de aguas más frías rodea la península de La Guajira y las áreas costeras del Magdalena y el Atlántico con valores que oscilan entre 25 y 26°C. Desde

las costas del Golfo de Urabá hasta Cartagena, en contraste, se registran aguas más cálidas con TSM entre 28 y 29°C (Figura 11).

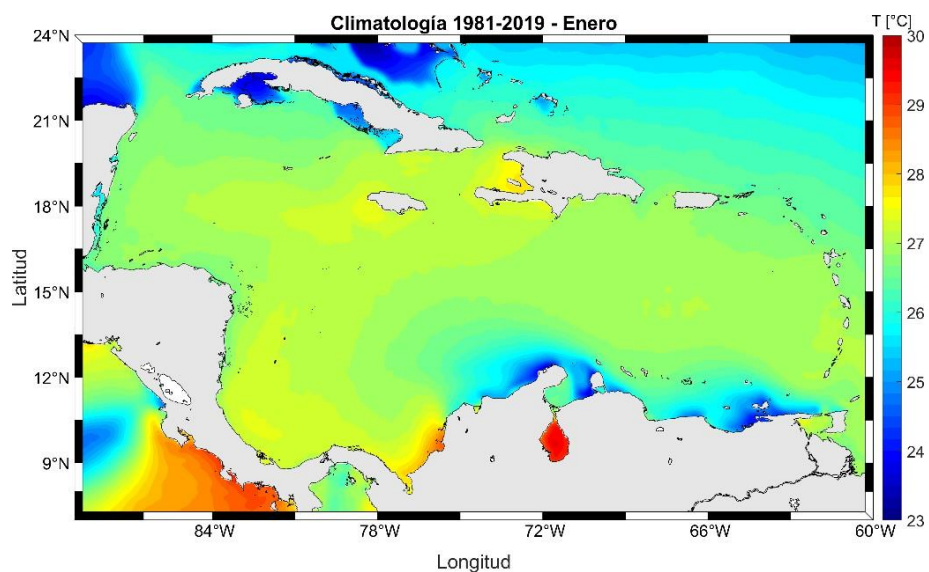


Figura 11. Valores climatológicos de la TSM para el mes enero (1981-2019).
Fuente: Good et al., 2020.

No obstante, lo anterior de acuerdo con los valores climatológicos las Anomalías de la TSM para el periodo enero de 2023 del *Seasonal Climate Forecast - CFSv2* (NOAA - CPC, 2021), la cuenca Colombia presentaría anomalías de la TSM de +0.7 °C (Figura 12).

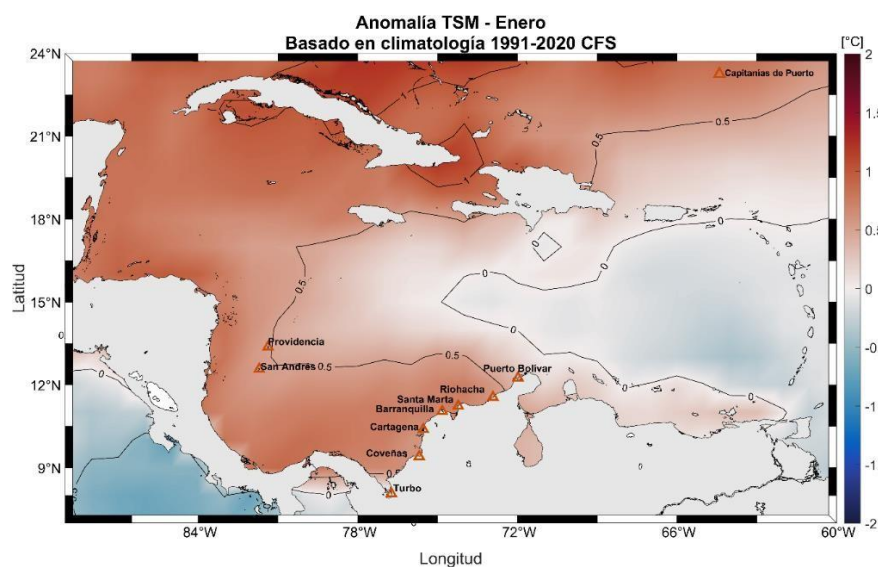


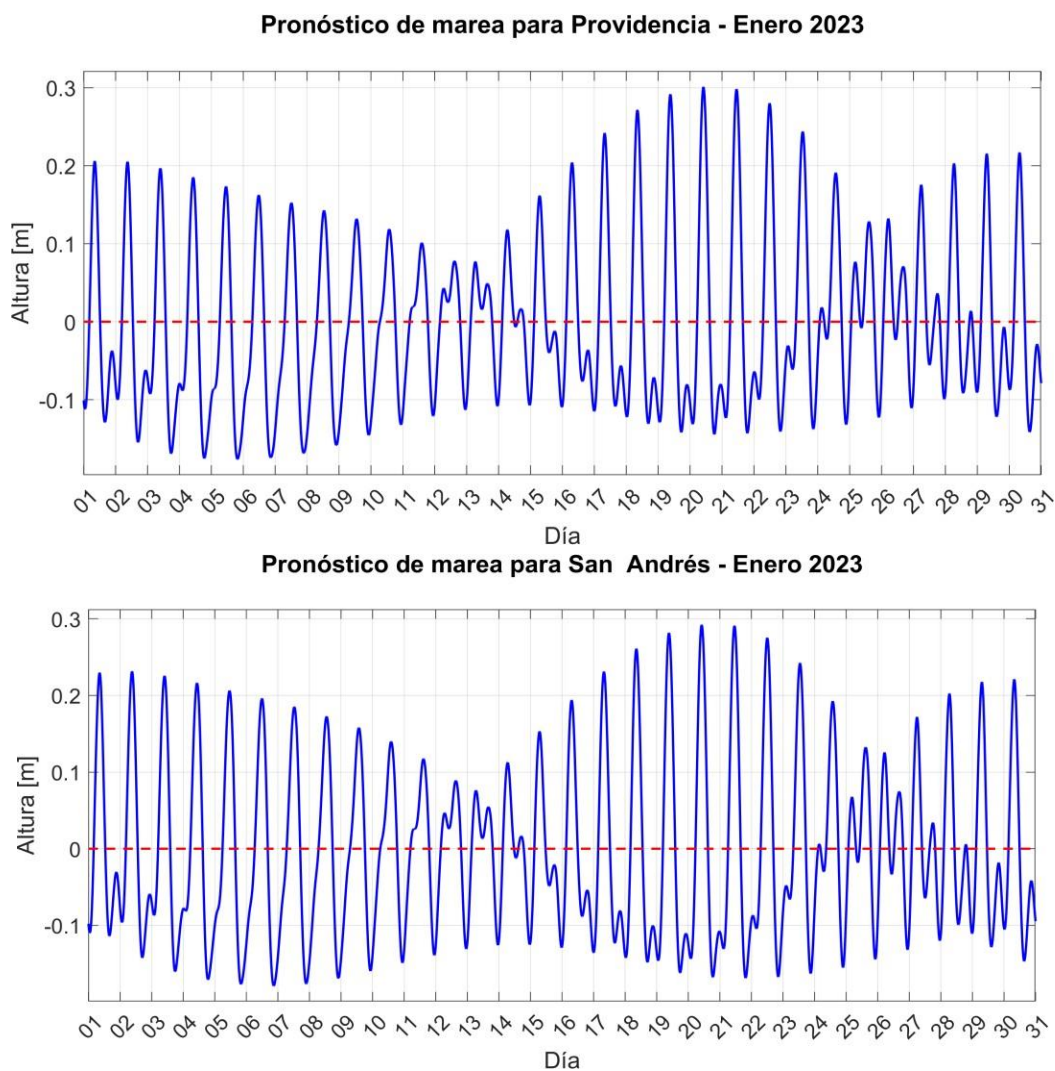


Figura 12. Pronóstico de las anomalías de TSM para el mes de enero de 2023.

Fuente: NOAA-CPC, 2021.

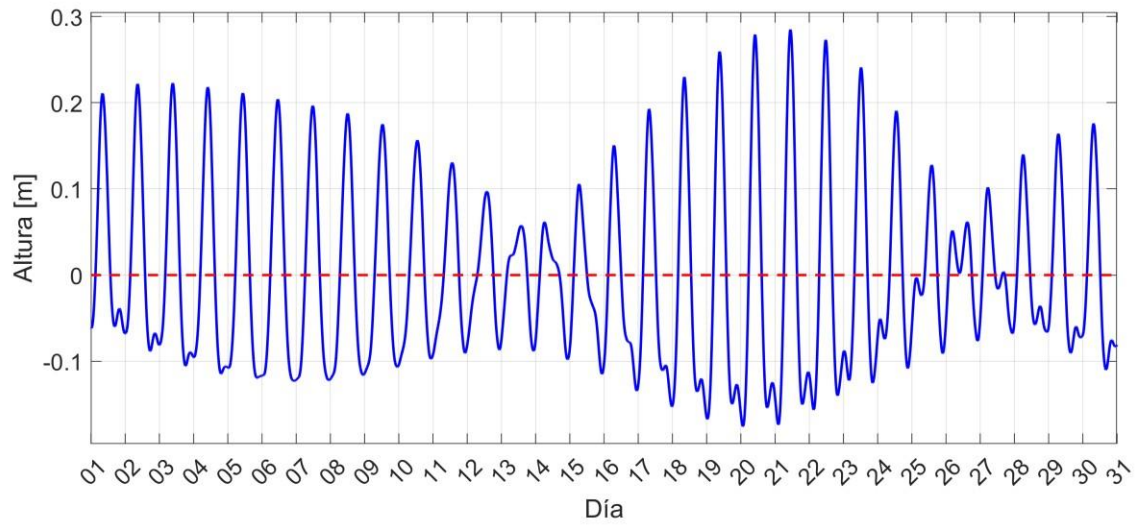
4.1 Mareas

La Figura 13 y tabla IV presentan la marea prevista para el mes de enero de 2023 para los puertos de Providencia, San Andrés, Puerto Bolívar, Riohacha, Santa Marta, Puerto Velero, Cartagena, Coveñas y Turbo, a partir de la metodología desarrollada en el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe-CIOH (Latandret Solana, 2021).

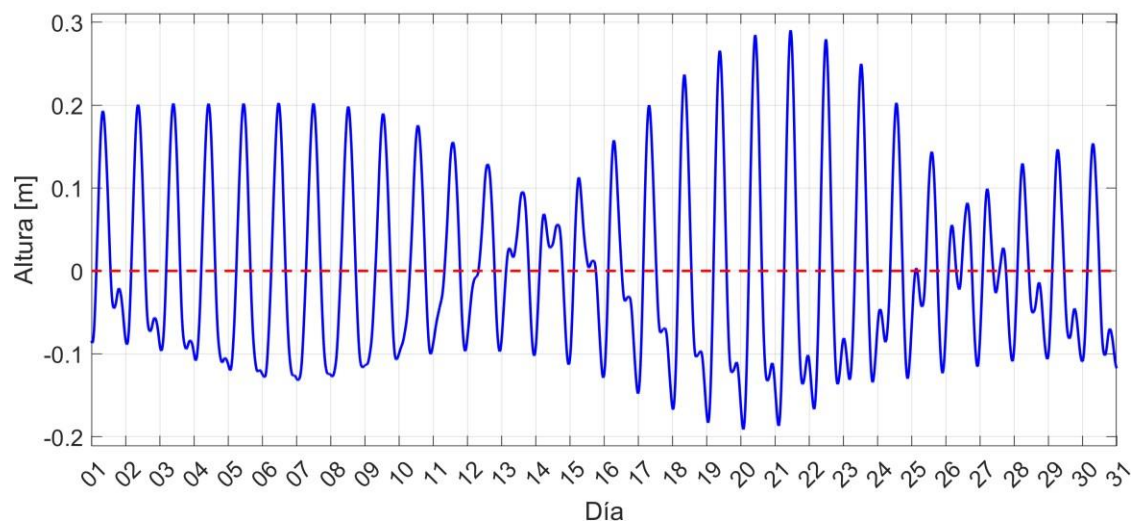




Pronóstico de marea para Puerto Bolivar - Enero 2023

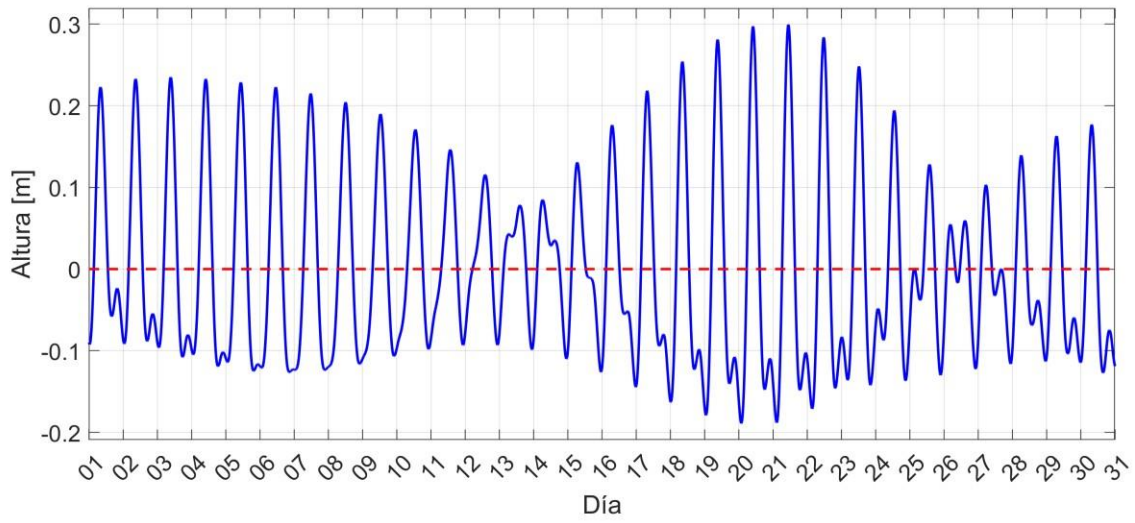


Pronóstico de marea para Riohacha - Enero 2023

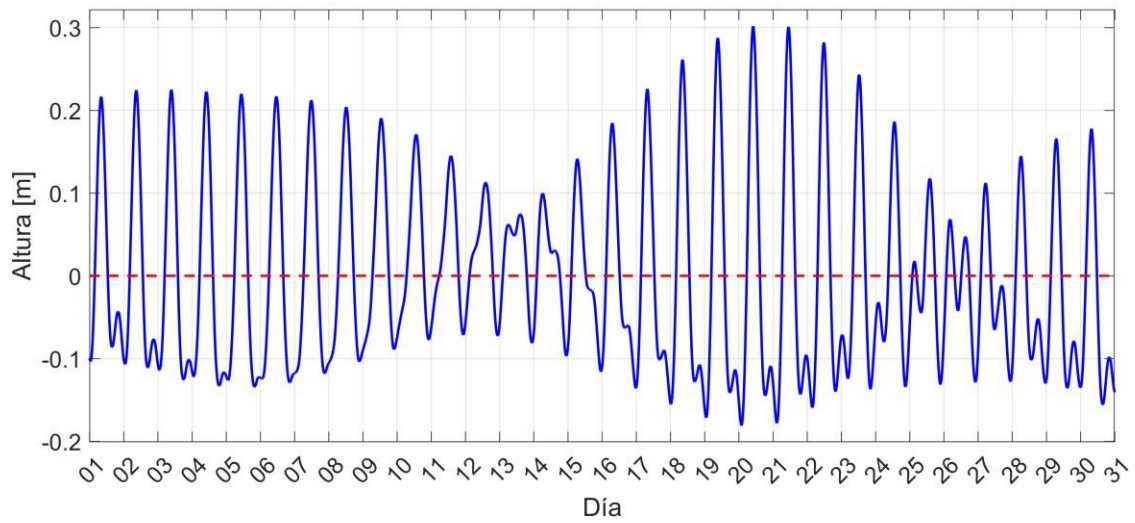




Pronóstico de marea para Santa Marta - Enero 2023

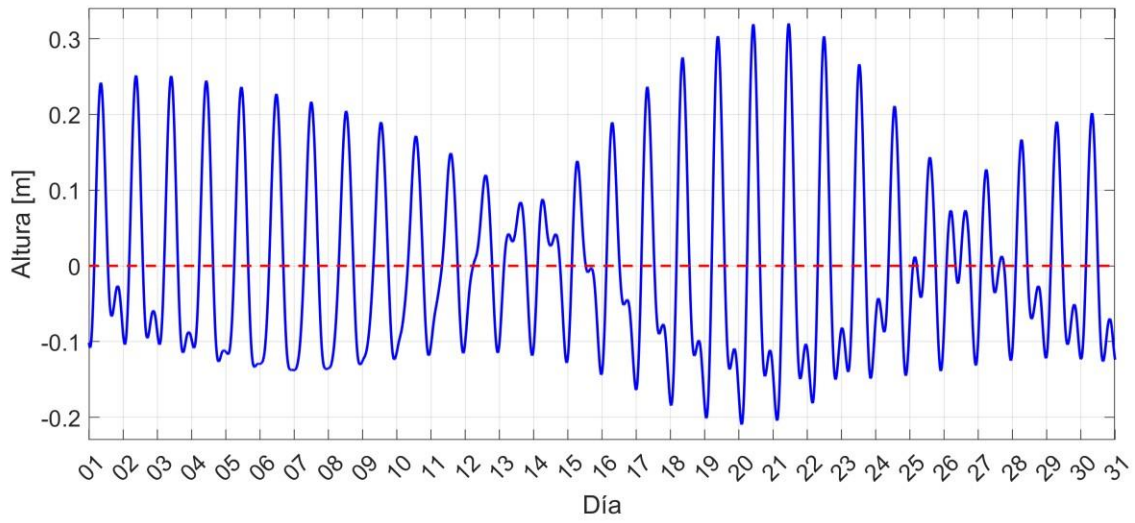


Pronóstico de marea para Puerto Velero - Enero 2023

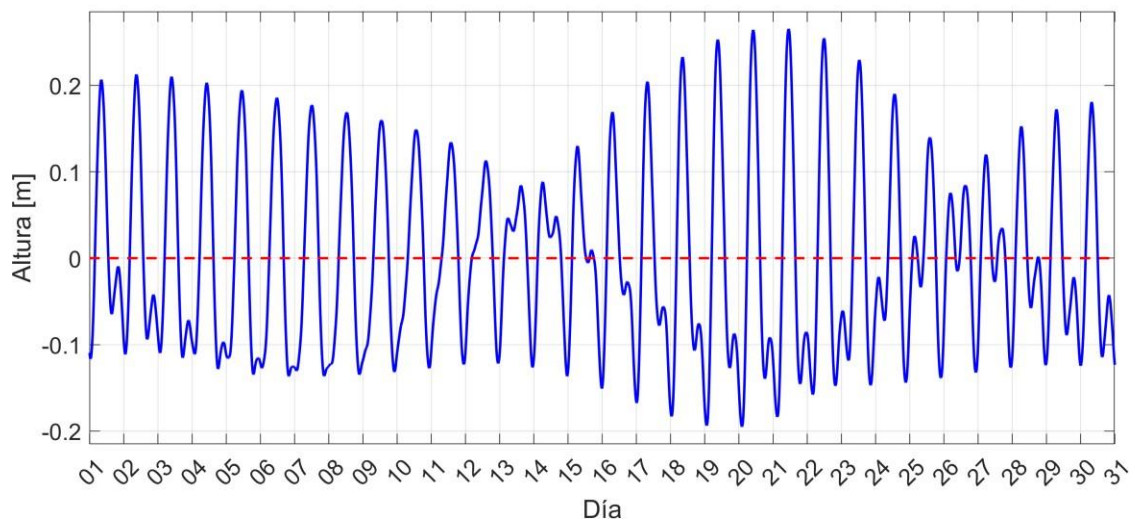




Pronóstico de marea para Cartagena - Enero 2023



Pronóstico de marea para Coveñas - Enero 2023





Pronóstico de marea para Turbo - Enero 2023

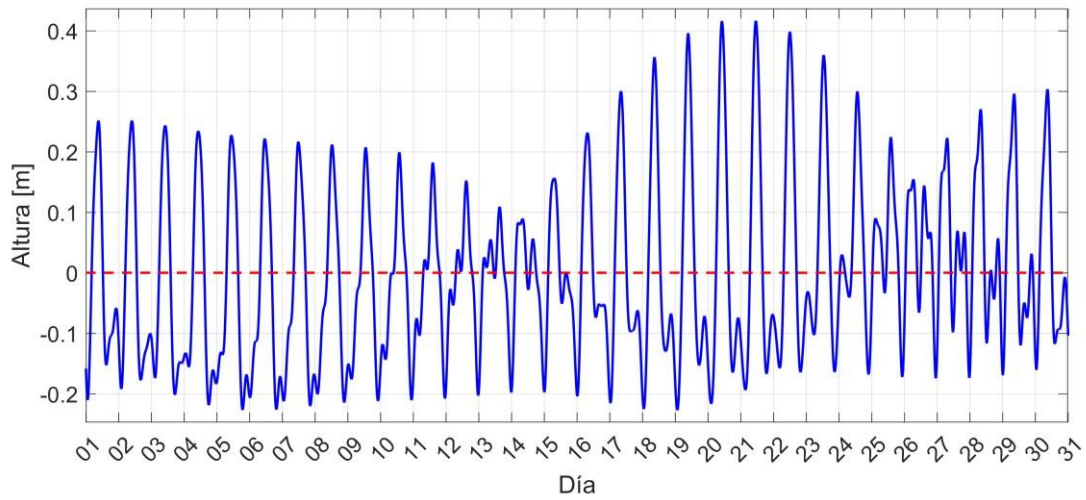


Figura 13. Pronóstico de marea de enero de 2023 para los principales puertos marítimos del Caribe colombiano.

Fuente: Latandret-Solana, 2021

Tabla 3. Pronóstico de Pleamar y Bajamar de enero de 2023 en los principales puertos marítimos.

Fuente: Latandret-Solana, 2021

PUERTO	PLEAMAR			BAJAMAR		
	Altura máxima (m)	Fecha dd/mm/aa	Hora	Altura Mínima (m)	Fecha dd/mm/aa	Hora
Providencia	0.301	20/01/2023	10:00	-0.176	05/01/2023	19:35
San Andrés	0.292	20/01/2023	10:08	-0.179	06/01/2023	20:47
Puerto Bolívar	0.285	21/01/2023	10:46	-0.176	20/01/2023	01:24
Riohacha	0.290	21/01/2023	10:54	-0.191	20/01/2023	01:41
Santa Marta	0.299	21/01/2023	10:43	-0.189	20/01/2023	01:41
Puerto Velero	0.302	20/01/2023	09:59	-0.181	20/01/2023	01:47
Cartagena	0.320	21/01/2023	10:57	-0.209	20/01/2023	01:59
Coveñas	0.265	21/01/2023	10:54	-0.195	20/01/2023	02:10
Turbo	0.417	21/01/2023	11:02	-0.227	19/01/2023	01:30

CONCLUSIONES

De acuerdo con el *Climate Prediction Center - National Centers for Environmental Prediction*, CPC – NCEP, la fase fría (La Niña) de El Niño - Oscilación del Sur - ENSO se mantendrá hasta finales del invierno del hemisferio norte, en ese sentido, por lo que son posibles algunos volúmenes ligeros de lluvia principalmente en inmediaciones de los litorales centro y sur. Así mismo se espera la temporada seca inicie su consolidación en el litoral norte mientras disminuyen progresivamente las lluvias hacia el sur del área continental.


En cuanto a las estructuras atmosféricas que dominan la climatología del mes de enero en el Caribe colombiano, la actividad de los vientos alisios del norte – noreste los cuales inciden particularmente en el campo de oleaje el cual disminuye progresivamente respecto al mes anterior con olas que oscilan en mar abierto entre 2.0 y 2.8 m. Así mismo los sistemas frontales del hemisferio norte tienden a descender más en latitud por lo que el archipiélago de San Andrés y Providencia se ve influenciado eventualmente por dichos sistemas durante este mes. Finalmente, procesos locales de convección y advección de humedad pueden resultar en lluvias dispersas de la región.



6.

BIBLIOGRAFÍA

- CPC-NCEP. (28 de diciembre de 2022). ENSO: Recent evolution, current status and predictions. Recuperado el 30 de noviembre de 2022, de <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml>
- CPC-NCEP a (28 de noviembre 2022 Predictions. Recuperado el 1 de diciembre de 2022, de <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/mjo.shtml>
- DIMAR – CIOH. (2022). Derrotero de las Costas y Áreas Insulares del Caribe Colombiano. Dirección General Marítima – Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe – Servicio Hidrográfico Nacional. Editorial Dimar. Bogotá Colombia. En edición.
- Dominguez, C.; Done, J.M.; & Bruyere, C.L. (2020) Easterly wave contributions to seasonal rainfall over the Tropical Americas in observations and a regional climate model. *Climate Dynamics*, 54(1), 191-209.
- Good, S.; Fiedler, E.; Mao, C.; Martin, M.J.; Maycock, A.; Reid, R.; Roberts-Jones, J.; Searle, T.; Waters, J.; While, J.; Worsfold, M. (2020) The Current Configuration of the OSTIA System for Operational Production of Foundation Sea Surface Temperature and Ice Concentration Analyses. *Remote Sens.* 2020, 12, 720, doi:10.3390/rs12040720
- IRI ENSO Forecast (18 de noviembre de 2022). Recuperado el 30 de noviembre de 2022, de https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-cpc_plume
- Latandret -Solana, S. (2021). Estudio de la marea y su pronóstico en la cuenca Colombia - mar Caribe. Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla - Centro de Investigaciones Hidrográficas y Oceanográficas del Caribe. Documento Interno.
- National Weather Service, NWS - National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA. (2009). WAVEWATCH III.
- Naval Research Laboratory -NRL. (2009). Software Design Description for the HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) Version 2.2. Ocean Dynamics and Prediction Branch Oceanography Division.
- Ortiz -Royero, J.C.; L.J. Otero, J.C. Restrepo, J. Ruiz, and M. Cadena. (2013). Cold fronts in the Colombian Caribbean Sea and their relationship to extreme wave events. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 2797–2804, 2013 www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/13/2797/2013/ doi:10.5194/nhess-13-2797-2013
- Ramsay, H. (2017). The



Global Climatology of Tropical Cyclones. Natural Hazards Scienc. Tropical Storms. Online Publication. May 2017. DOI: 0.1093/acrefore/9780199389407.013.79

Ruiz, F. y J. Melo. (2019). Patrones sinópticos bajo las tres fases del ENOS visto a través del reanálisis CFSR y su respuesta en la precipitación para Colombia. Nota Técnica IDEAM/METEO 002-2019. Subdirección de Meteorología. Grupo de Modelamiento Numérico de Tiempo y Clima. Bogotá, diciembre de 2019. Recuperado el 13 de septiembre de 2020, de http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/new_modelo/DOCUMENTOS/2019/NT_IDEAM-002-2019.pdf