



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

ISSN 2339-4129 (En línea)



No. **128**

OCTUBRE

2 0 2 3

Mensual

Pronóstico **Climático** del **Caribe** Colombiano

**PRONÓSTICO CLIMÁTICO
CARIBE COLOMBIANO
N° 128 / OCTUBRE 2023**

Ministerio de Defensa Nacional

**Dirección General Marítima
Subdirección de Desarrollo Marítimo**
Centro de Investigaciones Oceanográficas e
Hidrográficas del Caribe (CIOH)

Dirección

Vicealmirante José John Fabio Giraldo Gallo
Director General Marítimo

Capitán de Navío Pedro Javier Prada Rueda
Coordinador General Dimar

**Capitán de Navío German Augusto Escobar
Olaya**
Subdirector de Desarrollo Marítimo (E)

Capitán de Fragata José Andrés Díaz Ruiz
Director del Centro de Investigación Oceanográfica
e Hidrográfica del Caribe

**Capitán de Corbeta Gómez Sierra Jonnathan
Fabrizio**
Coordinador del Grupo de Investigación Científica
y Señalización

Capitán de Corbeta Maritza Moreno Calderón
Jefe de Sección de Oceanografía y Meteorología
Operacional

S2MOF Oscar Gómez Yucuma
Jefe Servicio Meteorológico Marino

Contenidos

MA2MMO Sebastián Esteban Quiroz Parra
Auxiliar Oceanografía

CPS José David Garavito Mahecha
Meteorólogo Servicio Meteorológico Marino – CIOH

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).
octubre de 2023. Cartagena., Colombia



CONTENIDO

	PÁG.
CONTENIDO	2
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
Siglas y acrónimos	5
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	11
2.1 Oscilación Madden y Julián - OMJ	11
2.2 Zona de Confluencia Intertropical - ZCIT	12
2.3 Ondas Tropicales	13
2.4 Temporada Ciclónica 2023	13
3. PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ATMOSFÉRICAS PARA OCTUBRE DE 2023	
15	15
3.1 Configuración sinóptica climatológica de octubre	15
3.2 Precipitación	18
3.3 Temperatura del aire	21
4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES OCEÁNICAS PARA EL MAR CARIBE COLOMBIANO.	22
4.1 Altura significativa de la ola y corrientes superficiales	22
4.2 Corrientes superficiales	23
4.3 Temperatura Superficial del Mar	25
4.4 Pronóstico Mareas de Caribe Colombiano	27
Cartilla Mareográfica de Colombia	27
5. CONCLUSIONES	28
6. BIBLIOGRAFÍA	31



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ATSM en las regiones El Niño durante la primera semana de octubre 2023. Fuente: CPC-NCEP (2023).	9
Tabla 2. Probabilidad de ocurrencia de condiciones ENSO hasta el trimestre MJJ de 2024	11
Tabla 3. Cartilla Mareográfica de Colombia para la región Caribe año 2023	21



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regiones El Niño en el océano Pacífico ecuatorial. Fuente: CPC – NCEP, 2023	8
Figura 2. Evolución de las ATSM en el Pacífico ecuatorial hasta octubre de 2023. Fuente: Modificado de CPC –NCEP, 2023.	9
Figura 3. Pronóstico probabilístico de las condiciones ENSO hasta el trimestre MJJ de 2024.....	10
Figura 4. Predicción semanal de la velocidad potencial en 200 hPa, entre el 01 de octubre y el 11 de noviembre de 2023. Fuente: CPC-NCEP, (2023).....	12
Figura 5. Líneas de corriente e índice de precipitación para el mes de octubre (1981-2010) bajo condiciones El Niño en 200, 500, 700, 850 y 1000 hPa, extraídas del CFSR. Fuente: Ruíz & Melo, 2019	17
Figura 6. Valores climatológicos de precipitación para el mes de octubre (1990-2017) en los principales puertosdel Caribe. Fuente: DIMAR – CIOH (2023).....	18
Figura 7. Pronóstico de la anomalía diaria de precipitación para el mes de octubre de 2023. Fuente: Modelo CFSv2 (NOAA -NCEP, 2023).	20
Figura 8. Valores climatológicos de temperatura media, mínima y máxima para el mes de octubre (1990-2017) en los principales puertos del Caribe. Fuente: DIMAR - CIOH (2023)	21
Figura 9. Valores climatológicos de dirección y altura de la ola en el mar Caribe para el mes de octubre (1979-2018). Fuente: WW III (NWS - NOAA, 2009).....	22
Figura 10. Valores climatológicos de altura dinámica absoluta del mar para el mes de octubre (1993-2020).....	23
Figura 11. Valores climatológicos de la velocidad y dirección de la corriente superficial predominante para octubre (1993-2020). Fuente: NRL, 2020	24
Figura 12. Valores climatológicos de la TSM para el mes octubre (1981-2019). Fuente: Good et al., 2020	25
Figura 13. Pronóstico de las anomalías de TSM para el mes de octubre de 2023. Fuente: NOAA-CPC, 2021. 26	



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 octubre 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 octubre 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, para el periodo de referencia 1991-2020.

Para las anomalías de precipitación y TSM, se empleó la última norma climatológica 1991-2020 con valores medios de estos 30 años, de acuerdo con lo recomendado por la Comisión de Climatología de la Organización Meteorológica Mundial.

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 (ATSM) pronosticadas para el mes de octubre de 2023, del CFSv2 (NOAA-CPC). Finalmente, el pronóstico de mareas para el Caribe colombiano se evidencia en una cartilla mareográfica de Colombia a la cual se accede mediante un link que nos permite visualizar el pronóstico de mareas para los puertos del Caribe obtenido en conjunto con el Ideam, como producto del trabajo realizado el año pasado. (Dimar - Ideam 2023).

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

De acuerdo con el último informe emitido por el *Climate Prediction Center - National Centers for Environmental Prediction, CPC-NCEP (2023)*, se ha evidenciado que la TSM en el océano Pacífico ecuatorial oriental y central continua por encima del promedio climatológico. Correspondientemente, las anomalías atmosféricas sobre el océano Pacífico ecuatorial son consistentes con condiciones ENSO El Niño. Por lo cual, el CPC mantiene en un estado de “Aviso *El Niño*”. En este estado de monitoreo, se estima que hay una probabilidad mayor al 95% que las condiciones El Niño, continúen gradualmente y persistan durante del invierno boreal entre enero y marzo de 2024.

Desde marzo hasta mediados de septiembre de 2023 se ha evidenciado que las Anomalíasde la TSM (ATSM) positivas se han expandido gradualmente desde el oriente hasta el occidente del océano Pacífico ecuatorial. Esta propagación paulatina se ha presentado desde el océano Pacífico ecuatorial oriental registrando los mayores valores de las ATSM positivas en las regiones El Niño 1+2 con 2.6 °C y El Niño 3 con 1.9 °C. El océano Pacífico ecuatorial occidental en las regiones El Niño 3.4 y El Niño 4 registran valores de las ATSM positivas de 1.5 y 1.2 °C, respectivamente (Figuras 1 y 2; Tabla 1). Sin embargo, recientemente las ATSM positivas se han debilitado en sectores del océano Pacífico centro-oriente y oriental.

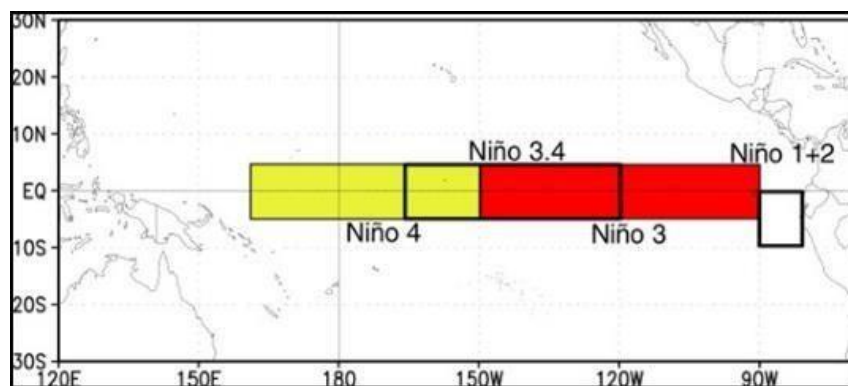


Figura 1. Regiones El Niño en el océano Pacífico ecuatorial. Fuente: CPC – NCEP, 2023.

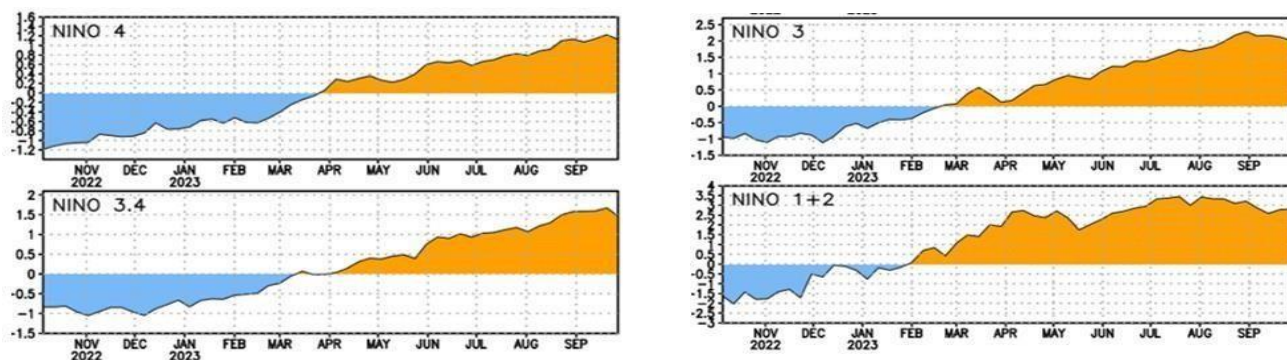


Figura 2. Evolución de las ATSM en el Pacífico ecuatorial hasta octubre de 2023. Fuente: Modificado de CPC – NCEP, 2023.

Tabla 1. ATSM en las regiones El Niño durante la primera semana de octubre 2023. Fuente: CPC-NCEP (2023).

REGIÓN EL NIÑO	ANOMALÍAS DE LA TSM (°C)
El Niño 1+2	2.6
El Niño 3	1.9
El Niño 3.4	1.5
El Niño 4	1.2

Correspondientemente, de acuerdo con el más reciente informe del International Research Institute for Climate and Society (IRI, 2023), los diferentes modelos probabilísticos de predicción climática indican que las condiciones ENSO en su fase positiva El Niño se fortalecerán y persistirán entre el otoño hasta la primavera boreal (Figura 3). Por tanto, durante el segundo semestre del año los efectos de El Niño, seguirán influyendo en las condiciones del tiempo y clima en cada una de las variables meteomarinas sobre aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano. Específicamente, entre los trimestres Septiembre-Octubre-Noviembre (SON) de 2023 y Noviembre-Diciembre(2023)-Enero(2024) (NDJ) se estima un 100 % de probabilidad para que se presente el fenómeno de El Niño debido a que las condiciones océano – atmosféricas son favorables sobre el océano Pacífico ecuatorial (Tabla 2). Lo anterior, en contraste con una escasa probabilidad entre el 1 y 4 % de que se registren condiciones Neutrales del fenómeno ENSO sobre el océano Pacífico ecuatorial entre los trimestres Diciembre(2023)-Enero-Febrero(2024) (DJF) y Enero-Febrero-Marzo (JFM) de 2024, respectivamente.

El fenómeno ENSO manifestándose actualmente sobre el océano Pacífico ecuatorial, influirá en el comportamiento de las lluvias en la región del Caribe colombiano, probablemente atenuando la intensidad y frecuencia de las precipitaciones en litoral y el área insular de la cuenca del Caribe colombiano.

Así mismo, se estima con un 53 % de probabilidad que estas condiciones oceánicas y atmosféricas favorables para presentarse el fenómeno de El Niño y su influencia en las condiciones de tiempo y mar en la cuenca del Caribe colombiano, seguramente persistirán en el océano Pacífico ecuatorial hasta el trimestre Abril-Mayo-Junio (AMJ) del próximo año 2024.

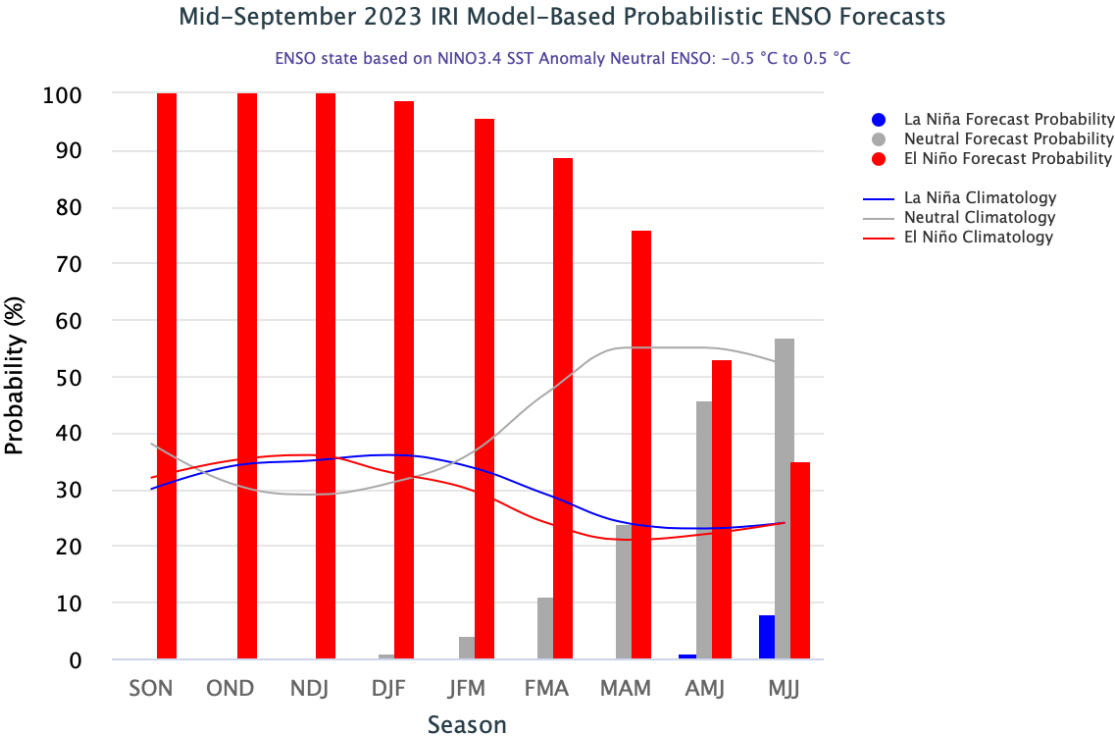


Figura 3. Pronóstico probabilístico de las condiciones ENSO hasta el trimestre MJJ de 2024.

Fuente: IRI (2023).

Tabla 2. Probabilidad de ocurrencia de condiciones ENSO hasta el trimestre MJJ de 2024.

Fuente: IRI (2023)

Estación	La Niña (%)	Neutral (%)	El Niño (%)
SON	0	0	100
OND	0	0	100
NDJ	0	0	100
DJF	0	1	99
JFM	0	4	96
FMA	0	11	89
MAM	0	24	76
AMJ	1	46	53
MJJ	8	57	35

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) entre el 05 y 25 de octubre, se estima el ingreso de una fase convectiva de la OMJ. Estas condiciones atmosféricas, influirán sobre aguas marítimas y costeras del área insular y el litoral Caribe colombiano en el incremento de la nubosidad, la humedad y por tanto del volumen de las precipitaciones. Esta dinámica atmosférica, es característica durante la temporada de mayores precipitaciones en la región, en la que se presentarán lluvias entre dispersas y generalizadas de variada intensidad, incluso con probables tormentas eléctricas entre aisladas y dispersas en la cuenca del Caribe colombiano. Correspondientemente, el acoplamiento y la interacción de la OMJ con sistemas atmosféricos regionales y condiciones meteomarinas modularan el gradiente de presión, la intensidad del viento y la altura significativa del oleaje durante el octubre de 2023 (Figura 4).



2.2 Zona de Confluencia Intertropical - ZCIT

Durante octubre, la Zona de Confluencia Intertropical – ZCIT y la vaguada monzónica se posicionan entre los 04 y 12 °N de latitud norte (Ruíz & Melo, 2019), interactuando activamente con el sistema de baja presión del Darién y las ondas tropicales del este que transitan habitualmente por la cuenca del Caribe colombiano. Esta dinámica atmosférica, influirá en el comportamiento de la precipitación sobre la cuenca del Caribe colombiano. Consolidando así, la característica temporada de mayores precipitaciones en la región, en el que octubre es uno de los meses con los mayores registros de lluvias durante la temporada.

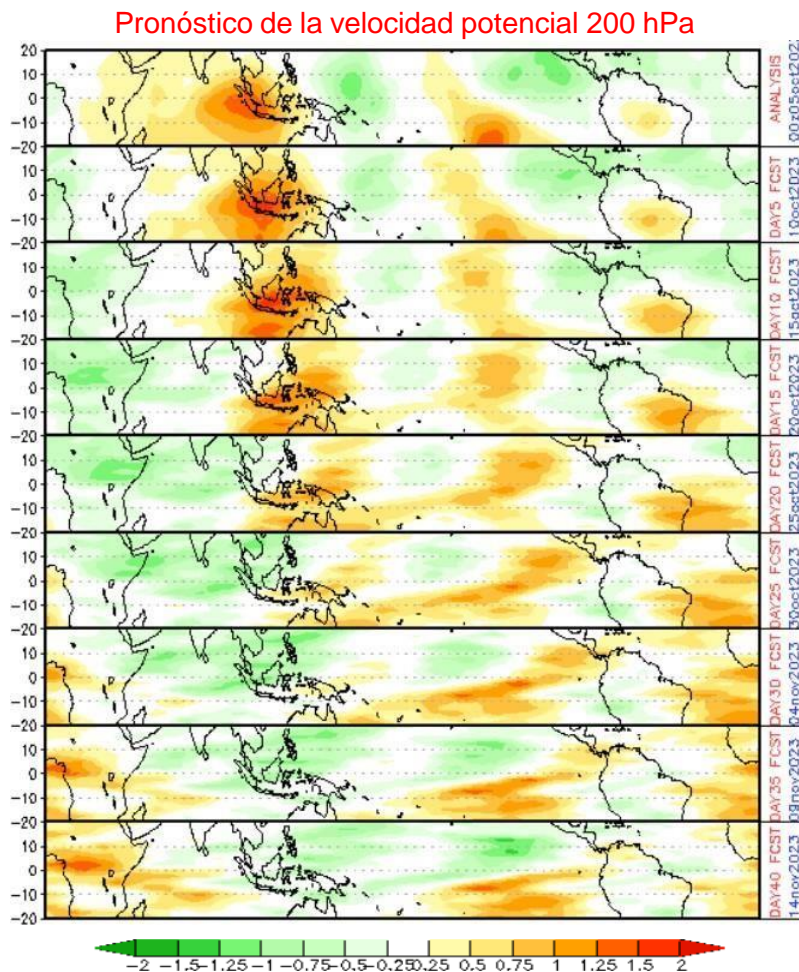


Figura 4. Predicción semanal de la velocidad potencial en 200 hPa, entre el 05 de octubre hasta el 14 de noviembre de 2023. Fuente: CPC-NCEP, (2023)



2.3 Ondas Tropicales

Típicamente, entre mayo y noviembre se registra sobre el océano Atlántico ecuatorial el tránsito de perturbaciones atmosféricas provenientes del oeste del continente africano. Estas perturbaciones de las condiciones atmosféricas son denominadas Ondas Tropicales del Este, las cuales se originan sobre el oeste de África y viajan a través del océano Atlántico ecuatorial incidiendo en su tránsito sobre el régimen climático y el incremento de las precipitaciones en la región (Domínguez et al., 2020). De acuerdo con lo anterior, durante octubre el incremento del comportamiento de las precipitaciones en cuanto frecuencia e intensidad estará ampliamente influido por este fenómeno estacional. Estas lluvias asociadas a las Ondas Tropicales del Este, generalmente registran cortos períodos de duración e influyen sobre la cuenca del Caribe colombiano, incluyendo el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

2.4 Temporada Ciclónica 2023

La Universidad Estatal de Colorado emitió el jueves 03 de agosto el cuarto pronóstico para la temporada de huracanes del océano Atlántico 2023 (Klotzbach et al., 2022). Este informe mantiene el pronóstico y la probabilidad de ocurrencia de los eventos adversos durante la temporada ciclónica 2023 en la cuenca del océano Atlántico. Por tanto, la Universidad Estatal de Colorado estima que mencionada temporada ciclónica del 2023 tendrá un comportamiento superior al comportamiento promedio del periodo de referencia 1991-2020.



De acuerdo con lo anterior, se prevé en promedio dieciocho (18) tormentas tropicales. De las cuales, se espera que nueve (9) sistemas ciclónicos alcancen la categoría de huracán y cuatro (4) de estos se conviertan en huracanes de categoría mayor (Tabla 3), es decir categoría tres-cinco (3-5) de acuerdo con la clasificación de intensidad de los huracanes Saffir - Simpson.

Por otro lado, se resalta que oficialmente la temporada ciclónica en el océano Atlántico, el mar Caribe y el golfo de México se extiende anualmente desde el 01 de junio hasta el 30 de noviembre. Lo anterior no quiere decir que fuera de este periodo de tiempo no se registren eventos ciclónicos en la región.

Correspondientemente, la probabilidad de que uno o más eventos afecten el litoral y las áreas insulares del Caribe Colombiano dependerán de la génesis y evolución propia de cada fenómeno, sus características, la dinámica en sus estadios evolutivos y la configuración océano-atmosférica del momento determinado.

Tabla 3. Número y categoría de eventos ciclónicos estimados en el cuarto pronóstico emitido durante la temporada ciclónica de 2023. Fuente: Klotzbach et. al., (2023)

Parámetro	Pronóstico 2023	Promedio 1991-2020
Tormentas con nombre	18	14.4
Días con tormentas	90	69.4
Huracanes	9	7.2
Días con huracanes	35	27
Huracán mayor (entre categoría 3 y 5)	4	3.2
Días con huracanes mayores	9	7.4



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

3.1 Configuración sinóptica climatológica de octubre

De acuerdo con el modelo de reanálisis Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) para el periodo de referencia 1981-2010 (Ruíz & Melo, 2019), la configuración sinóptica en los niveles altos de la atmósfera (200 hPa), evidencia una dorsal dominando la circulación atmosférica en el hemisferio norte occidental. Esta dorsal que se extiende desde la península de California hasta inmediaciones del área insular del mar Caribe colombiano genera divergencia del aire sobre el archipiélago de San Andrés y Providencia y el litoral Caribe colombiano. Estas condiciones atmosféricas, generan principalmente divergencia de vientos, advección y transporte de humedad desde el mar Caribe noroccidental hacia la cuenca del Caribe colombiano y el interior del territorio nacional.

Por su parte, entre los niveles de 500 y 700 hPa, se configura sobre el océano Atlántico norte un anticiclón el cual se elonga hacia el Atlántico occidental generando una amplia dorsal que modula la circulación atmosférica sobre el hemisferio norte. Esta circulación atmosférica genera un flujo de las líneas de corriente más organizado. Generando los característicos vientos zonales predominantes de componente este y sureste. Lo anterior, en concordancia con la convergencia del viento sobre el área insular y el litoral del Caribe colombiano, debido al gradiente de presión en estos niveles.

Similarmente, sobre los 850 hPa la configuración de los vientos en este nivel se debe a un anticiclón posicionado sobre el océano Atlántico norte el cual se elonga hacia el oeste generando un flujo atmosférico zonal que genera convergencia de vientos sobre la cuenca Caribe Colombia.



Finalmente, en superficie sobre los 1000 hPa los característicos vientos alisios del hemisferio sur propios del recurvamiento definido por la vaguada monzónica se desconfiguran y pierden intensidad inhibiendo principalmente los procesos convectivos y la precipitación dentro de la cuenca del Caribe colombiano. Donde el anticiclón posicionado sobre el océano Atlántico norte, se fortalece y se elonga hacia el oeste generando un flujo atmosférico zonal que genera convergencia y recurvamiento de los vientos alisios del hemisferio norte sobre la cuenca Caribe Colombia, en la que predominan vientos de componente este y noreste durante el mes de octubre.

Por tanto, durante octubre en la cuenca del Caribe colombiano, el comportamiento de la precipitación persistirá, manteniendo mayores volúmenes de lluvias. Sin embargo, de acuerdo con lo relacionado anteriormente sobre el acoplamiento océano – atmósfera y las condiciones ENSO prevaecientes en el océano Pacífico ecuatorial durante el invierno boreal, estas condiciones atenuarán significativamente la intensidad y frecuencia de las precipitaciones sobre el litoral Caribe, como también en aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano.

Simultáneamente, durante octubre persisten y se incrementan las perturbaciones atmosféricas sobre el campo de vientos, presentándose un flujo del este en los niveles de 850 y 700 hPa e incremento de la precipitación y su intensidad en la cuenca del Caribe colombiano (Figura 5).

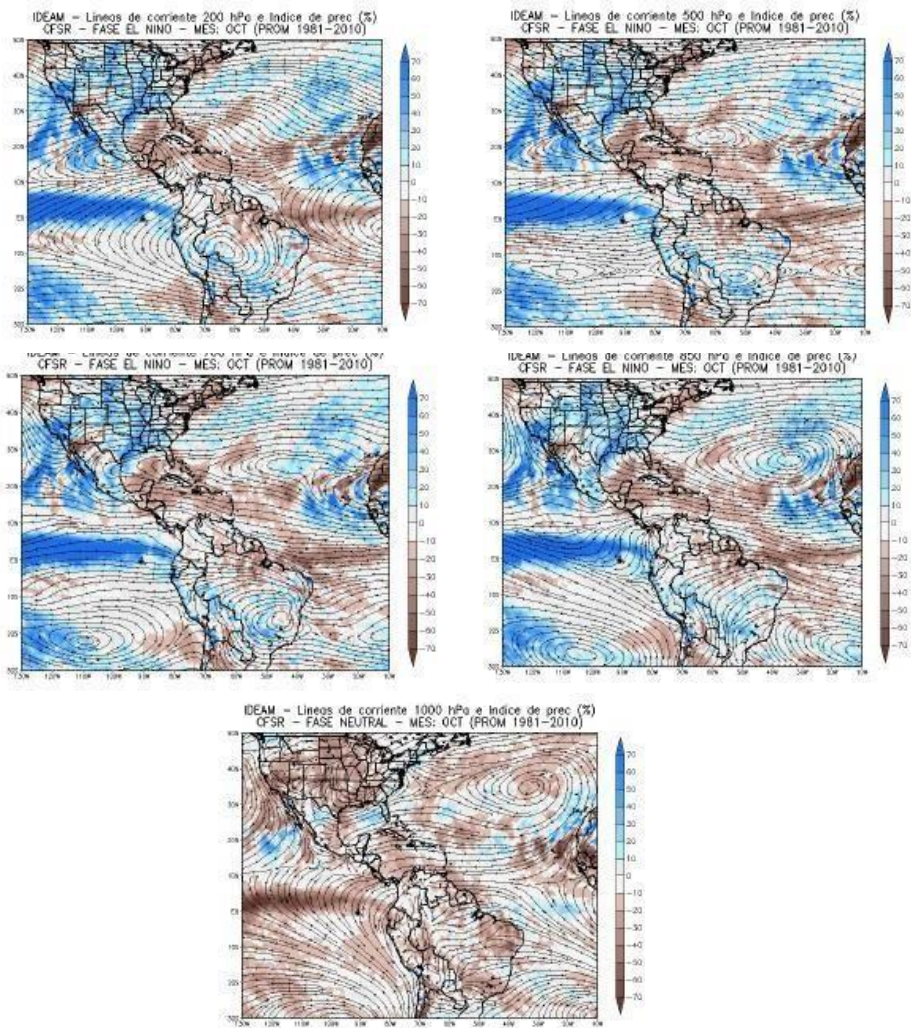


Figura 5. Líneas de corriente e índice de precipitación para el mes de octubre (1981-2010) bajo condiciones El Niño en 200, 500, 700, 850 y 1000 hPa, extraídas del CFSR. Fuente: Ruíz & Melo, 2019.



3.2 Precipitación

Típicamente, durante octubre los volúmenes de precipitación incrementan significativamente con respecto al mes anterior sobre el litoral Caribe colombiano y en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. De acuerdo con los valores climatológicos (1990-2017) ¹, sobre el litoral Caribe norte en Puerto Bolívar se registran los menores valores promedios de precipitación de la cuenca del Caribe colombiano con 59.4 mm. Estos valores, son seguidos por los registros de precipitación en los puertos de Coveñas con 127.1 mm, Santa Marta con 131.2 mm, Riohacha con 139.2 mm, Turbo con 153.0 mm y Barranquilla con 162.4 mm, los cuales presentan volúmenes medios de precipitación sobre el litoral Caribe norte, centro y sur. Por su parte, Cartagena es uno de los puertos que registra los mayores volúmenes de precipitación con 236.4 mm junto con los puertos del área insular. Específicamente, en octubre volúmenes mayores se registran en el Archipiélago de San Andrés y Providencia con 321.9 mm y 335.2 mm respectivamente (DIMAR – CIOH, 2023, figura 6).

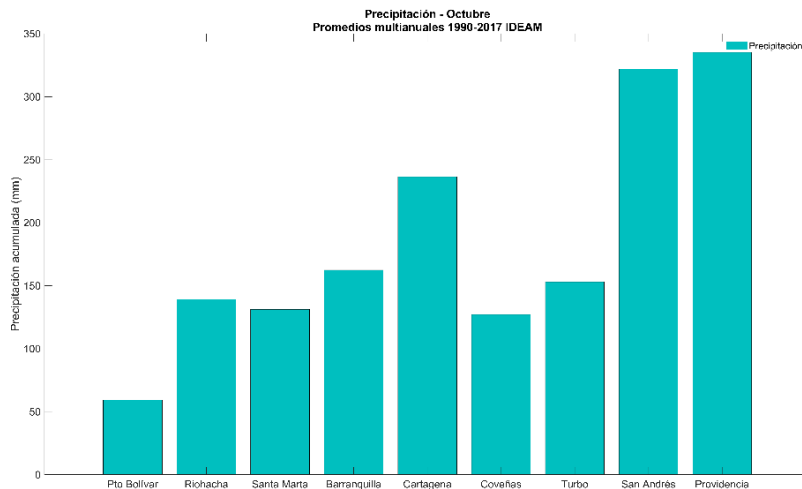



Figura 6. Valores climatológicos de precipitación para el mes de octubre (1990-2017) en los principales puertos del Caribe. Fuente: DIMAR – CIOH (2023).



Las anomalías de precipitación (figura 7), fueron generadas con datos del periodo de referencia 1991-2020, provenientes del *Climate Forecast System vs2* (CFSv2, NOAA-NCEP, 2023). De acuerdo con el modelo CFSv2, durante octubre de 2023 se estima que las anomalías negativas de precipitación incrementen significativamente con respecto al mes anterior.

Por tanto, en gran parte de la cuenca del Caribe colombiano, especialmente en aguas marítimas y costeras del litoral Caribe norte y centro, como también sobre el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, las anomalías negativas de precipitación serán más intensas y tendrán mayor cobertura espacial. Estos valores de las anomalías negativas de precipitación oscilarán entre -0.1 y -4.3 mm/día. Es decir, se prevé volúmenes de precipitación inferiores con relación a los valores climatológicos (déficits de lluvias) en los sectores descritos anteriormente en la cuenca del Caribe colombiano.

Sin embargo, en aguas costeras y marítimas al sur-suroriente del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y del litoral Caribe colombiano sur, se prevé que las anomalías positivas de precipitación persistan, incluso incrementen con respecto al mes anterior, siendo más intensas con valores que oscilarían entre 0.1 y 2.1 mm/día. Es decir, se estiman mayores volúmenes de precipitación (algunos excesos de lluvias) con respecto a los valores típicos registrados durante el mes de octubre (climatología del periodo de referencia 1991-2020), siendo similares, incluso mayores con respecto al mes anterior (Figura 7).

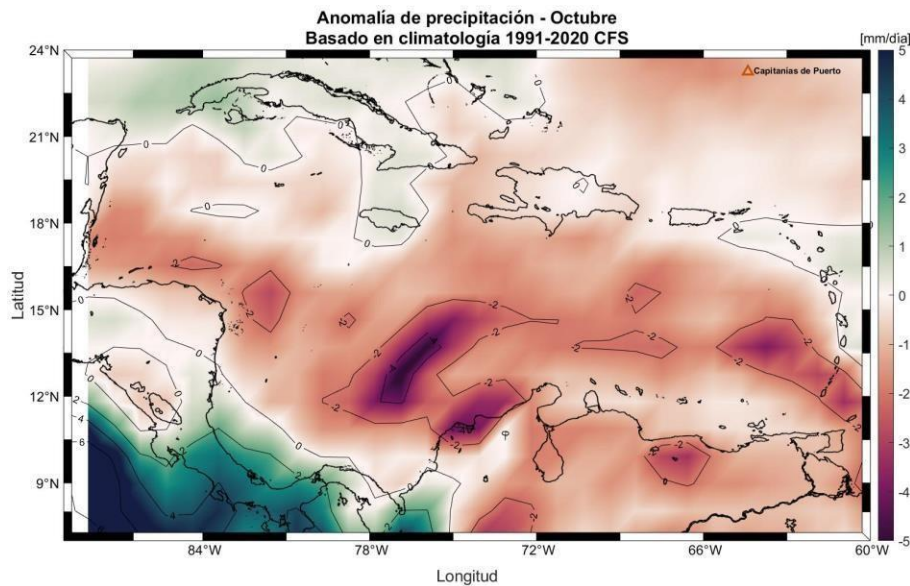


Figura 7. Pronóstico de la anomalía diaria de precipitación para el mes de octubre de 2023. Fuente: Modelo CFSv2 (NOAA -NCEP, 2023).

Lo anterior, es coherente con los modelos probabilísticos y determinísticos subestacionales GEFS y CFS publicados recientemente por el CIOH. Las salidas gráficas de estos modelos, fueron emitidas a partir de la primera semana de octubre de 2023 las cuales tienen un horizonte de tiempo de siete (7) días para ser válidas durante el transcurso de este periodo de tiempo. Teniendo en cuenta la salida gráfica de los modelos probabilísticos y determinísticos, se evidencia que a medida que avanza el paso en el tiempo se incrementan las anomalías negativas de precipitación, especialmente sobre el litoral Caribe norte y centro. Lo anterior indica que existe una alta probabilidad de presentarse precipitaciones por debajo de los valores normales para la época (déficits de lluvias) en la cuenca del Caribe colombiano norte y centro, especialmente durante las semanas dos (2), tres (3) y cuatro (4) de las salidas gráficas (CIOH, 2023. Figura 8).

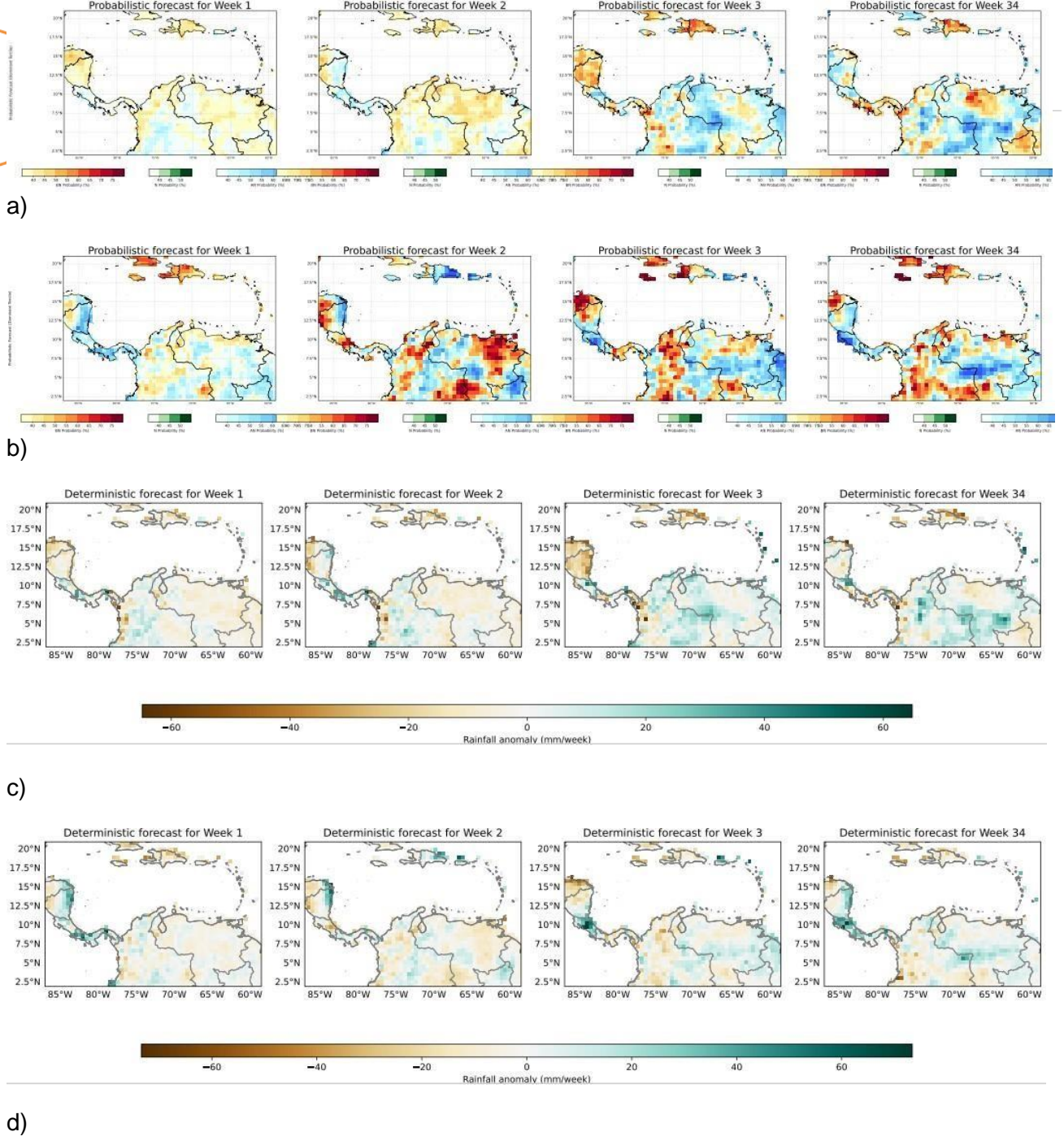


Figura 8. Pronósticos probabilísticos y determinísticos subestacionales de los modelos GEFS y CFS. a) ProbFcstCFSv2_SubX-CHIRPS-PCR; b) ProbFcstGEFSv12-CHIRPS-PCR; c) Deterministic-CFSv2_SubX-CHIRPS-PCR y d) Deterministic-GEFSv12-CHIRPS-PCR. Fuente: CIOH, 2023.

3.3 Temperatura del aire

De acuerdo con los valores climatológicos 1990-2017², durante octubre los mayores valores de la temperatura del aire máxima en la cuenca Colombia se registran sobre el litoral Caribe colombiano norte en los principales puertos de Puerto Bolívar con 33.0 °C, Riohacha con 32.8 °C, Barranquilla con 32.8 °C y Santa Marta 32.4 °C. Por su parte, la temperatura del aire promedio es de 28.2°C. Valores promedio cercanos a la normal climatológica 1990-2017, se presentan en los puertos de Riohacha con 28.1 °C, Santa Marta con 28.1 °C y Cartagena con 28.3 °C. Mientras que, los menores valores de la temperatura mínima del aire se registran en las estaciones meteorológicas de Coveñas con 22.7 °C y Turbo con 23.5 °C, sobre el litoral Caribe centro y sur (Figura 9).

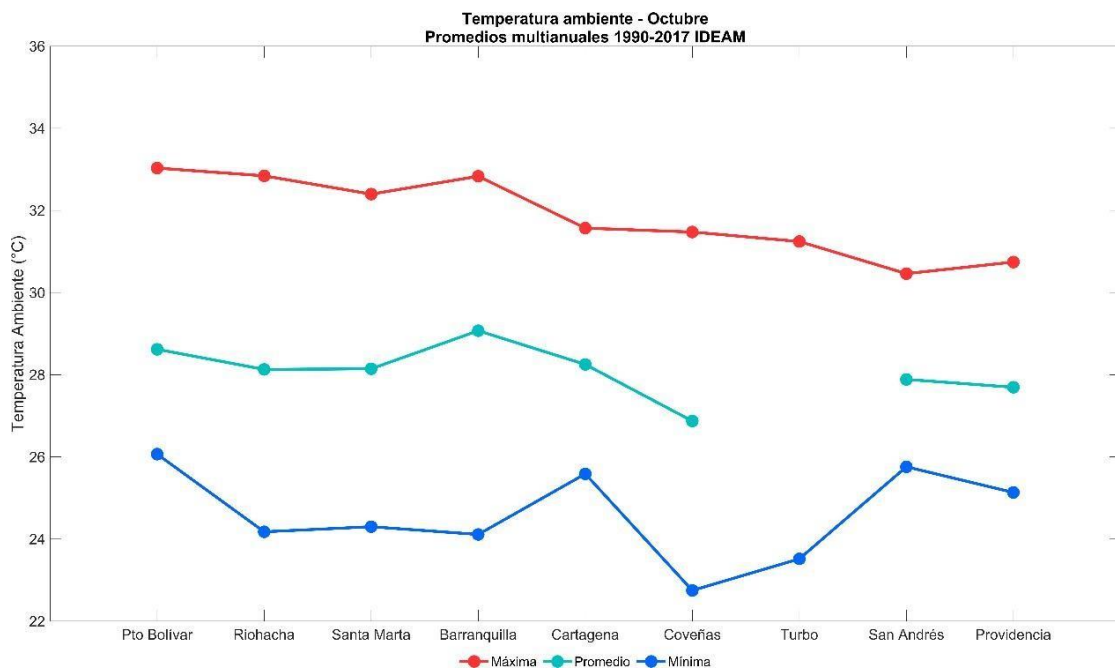


Figura 9. Valores climatológicos de temperatura media, mínima y máxima para el mes de octubre (1990-2017) en los principales puertos del Caribe. Fuente: DIMAR - CIOH (2023)

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 significativa 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 octubre, se evidencia una disminución considerable de la altura significativa del oleaje con respecto al mes anterior. Esta atenuación se presenta sobre aguas marítimas y costeras de la cuenca Colombia, siendo más acentuada en el litoral Caribe norte y centro. En general, la dirección predominante del oleaje es del este y noreste sobre el litoral Caribe norte y centro, como también en el área insular de la cuenca Colombia con una altura significativa de la ola entre 1.0 y 1.6 m sobre el litoral y aguas marítimas, respectivamente. Mientras que, sobre el litoral Caribe colombiano sur la componente principal del oleaje es del noreste con una altura significativa que oscila entre 0.1 y 1.1 m sobre el litoral y aguas marítimas. (Figura 10).

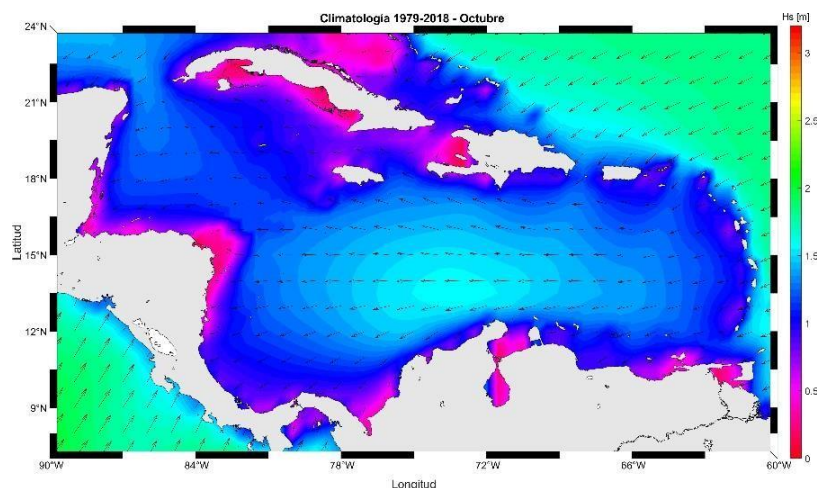


Figura 10. Valores climatológicos de dirección y altura de la ola en el mar Caribe para el mes de octubre (1979-2018). Fuente: WW III (NWS - NOAA, 2009)

Teniendo en cuenta los valores climatológicos Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS, 2020) calculados para el periodo (1993-2020), durante octubre la altura dinámica absoluta del mar presenta un leve incremento sobre aguas marítimas y costeras con respecto al mes anterior, especialmente sobre el área insular y el centro de la cuenca Colombia. Mientras que, sobre aguas marítimas y costeras del litoral Caribe colombiano la altura dinámica absoluta del mar presenta valores similares con respecto al mes anterior. En octubre los valores de la altura dinámica absoluta del mar oscilan entre 0.5 y 0.6 m en gran parte de las aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano. Específicamente, sobre aguas marítimas y costeras al nororiente de la cuenca Colombia y en el litoral Caribe sur, sobre el golfo de Urabá la altura dinámica absoluta del mar puede alcanzar valores mayores hasta de 0.9 m durante octubre (Figura 11).

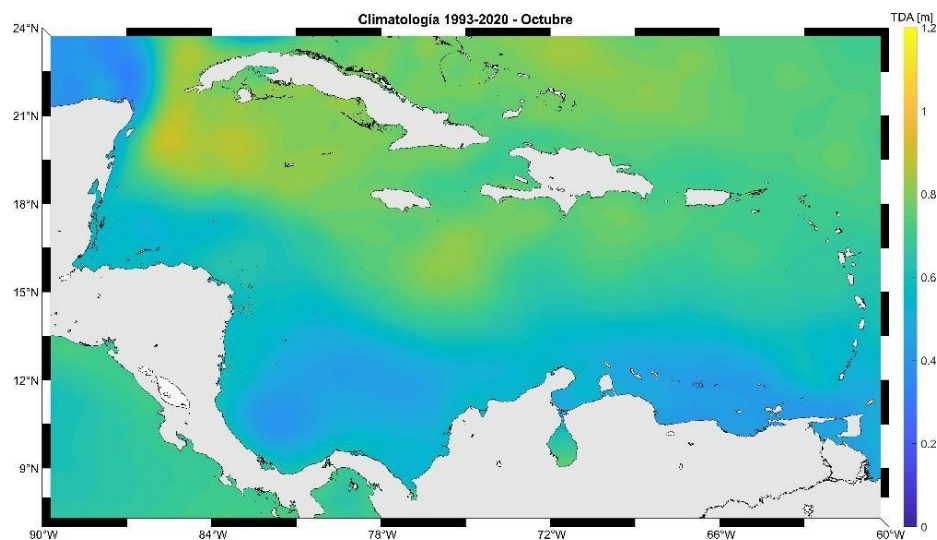


Figura 11. Valores climatológicos de altura dinámica absoluta del mar para el mes de octubre (1993-2020). Fuente: Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS, 2020).

4.2 Corrientes superficiales



De acuerdo con valores climatológicos (1993-2020) proveniente del modelo hidrodinámico HYCOM 2.2 (*Naval Research Laboratory -NRL, 2020*), en octubre la velocidad de la corriente superficial atenúa ligeramente con respecto al mes anterior. Específicamente, sobre aguas marítimas y costeras del área insular y el litoral Caribe colombiano centro y sur. Mientras que, en aguas costeras del litoral Caribe norte la velocidad de la corriente superficial incrementa levemente. La dirección predominante de la corriente superficial es de componente oeste, la cual registra velocidades que oscilan entre 0.1 y 0.6 m/s. En general, las aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano (excepto en el litoral Caribe norte), están fuertemente influidas por el giro ciclónico de Panamá – Colombia, donde se presenta una corriente elongada en sentido antihorario más organizada frente a la costa de Centroamérica, como también al sur y suroccidente de la cuenca del Caribe colombiano, con velocidades promedio entre 0.1 y 0.5 m/s. Por su parte, sobre el litoral Caribe colombiano sur, la corriente superficial del mar procura describir una circulación anticiclónica con una velocidad entre 0.1 y 0.4 m/s (Figura 12).

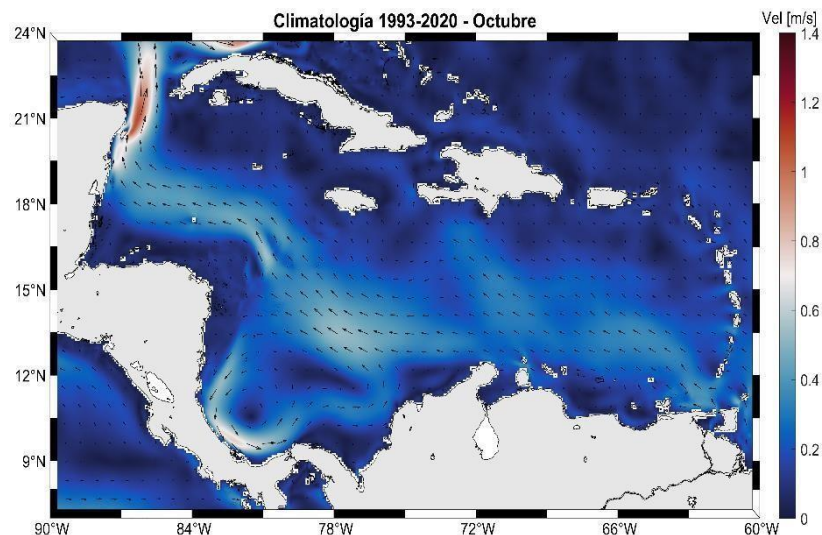


Figura 12. Valores climatológicos de la velocidad y dirección de la corriente superficial predominante para octubre (1993-2020). Fuente: NRL, 2020

4.3 Temperatura Superficial del Mar

Basado en los valores climatológicos de la TSM para el período de referencia (1981-2019, Good *et al.*, 2020), durante octubre la TSM en aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano incrementa ligeramente con respecto al mes anterior. En octubre la TSM registra valores climatológicos que oscilan entre 27.5 y 29.5 °C. Una piscina de aguas cálidas en la cuenca del Caribe colombiano con valores entre 28.9 y 29.5 °C, se extiende en aguas marítimas y costeras circundantes del área insular y desde el litoral Caribe colombiano centro y sur sobre el Golfo de Urabá hasta las aguas marítimas y costeras del litoral Caribe colombiano centro en sectores próximos al puerto de Barranquilla. Mientras que, una lengua de aguas menos cálidas se extiende desde la península de La Guajira hasta aguas marítimas del área insular a través del litoral Caribe colombiano norte y centro. Por su parte, la característica surgencia de La Guajira, atenúa ligeramente su intensidad y cobertura espacial con respecto al mes anterior, la cual emerge y circunda aguas marítimas y costeras sobre la península de La Guajira con valores cercanos de la TSM a 27.5 °C (Figura 13).

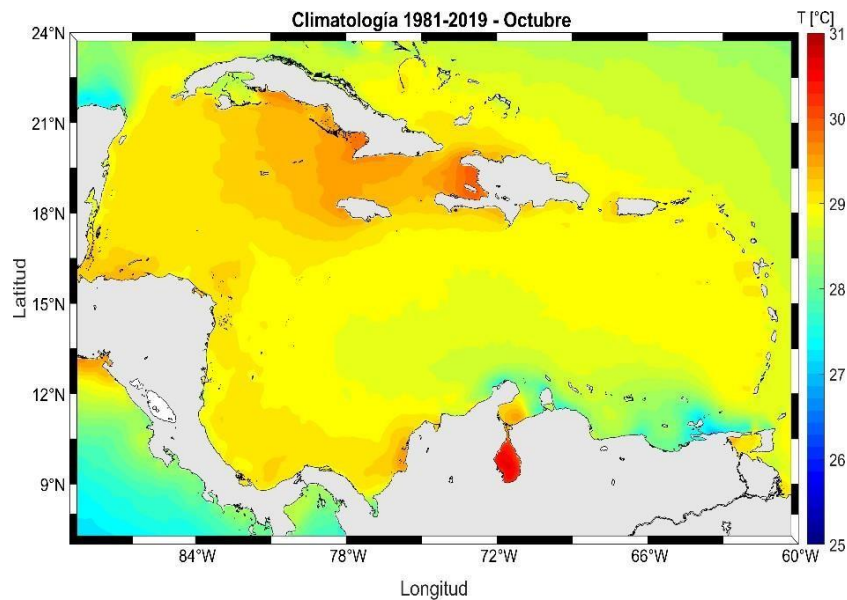


Figura 13. Valores climatológicos de la TSM para el mes octubre (1981-2019). Fuente: Good *et al.*, 2020.



De acuerdo con la proyección para octubre de 2023 del *Climate Forecast - CFSv2* (NOAA - CPC, 2021), usando datos para el periodo de referencia 1991-2020 en general, las ATSM son coherentes con la climatología y el incremento de la TSM en octubre sobre la cuenca del Caribe colombiano. Sin embargo, estas ATSM atenúan ligeramente con respecto al mes anterior. Este incremento de la TSM se evidencia con los valores estimados de las ATSM positivas sobre la cuenca del Caribe colombiano, donde estos valores oscilarán entre 0.1 y 2.2 °C. Correspondientemente, durante octubre de 2023 no se prevé que las ATSM registren valores negativos en la cuenca Colombia (Figura 14).

Estas ATSM estimadas durante octubre, influirán directamente en las condiciones océano – atmosféricas, exacerbando los escenarios prevaecientes de tiempo y mar en la cuenca del Caribe colombiano.

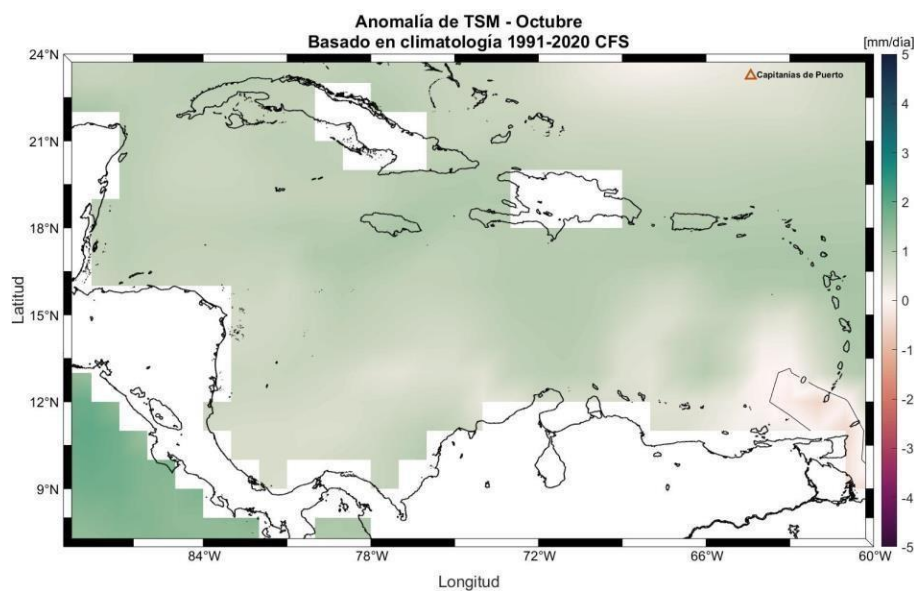


Figura 14. Pronóstico de las anomalías de TSM para el mes de octubre de 2023. Fuente: NOAA-CPC, 2021



4.4 Pronóstico Mareas de Caribe Colombiano

Cartilla Mareográfica de Colombia

La Dirección General Marítima – Dimar y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam han aunado esfuerzos institucionales para la construcción de las cartillas mareográficas de pronósticos de pleamares y bajamares correspondientes al año 2023 para la costa Pacífica colombiana. Lo anterior, a partir de procesos estadísticos de control de calidad rigurosos y referencias verticales aplicadas a las mediciones locales, conforme a las recomendaciones y metodologías con estándares internacionales. De esta manera, la cartilla mareográfica se presenta a la comunidad como resultado de una cooperación interinstitucional alineada a los objetivos misionales de cada entidad, y se convierte en insumo para la toma de decisiones y el planeamiento estratégico (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Dirección General Marítima (2022), 2023). La presente se puede visualizar por medio del siguiente link: [ideam_dimar_2805-8828_2022_cartilla_mareografica_colombia_caribe_2023.pdf](https://ideam-dimar.gov.co/ideam_dimar_2805-8828_2022_cartilla_mareografica_colombia_caribe_2023.pdf)




CONCLUSIONES

Las anomalías atmosféricas sobre el océano Pacífico ecuatorial son consistentes con condiciones ENSO El Niño. Se estima que hay una probabilidad mayor al 95% que las condiciones El Niño, continúen gradualmente y persistan durante del invierno boreal entre enero y marzo de 2024.

Específicamente, entre los trimestres Septiembre-Octubre-Noviembre (SON) de 2023 y Noviembre-Diciembre(2023)-Enero(2024) (NDJ) se estima un 100 % de probabilidad para que se presente el fenómeno de El Niño debido a que las condiciones océano – atmosféricas son favorables sobre el océano Pacífico ecuatorial.

El acoplamiento de las condiciones océano – atmósfera de El Niño en el océano Pacífico ecuatorial, influirá en el comportamiento de las lluvias en la región Caribe colombiana, probablemente atenuando la intensidad y frecuencia de las precipitaciones en los puertos marítimos del litoral y el área insular de la cuenca del Caribe colombiano.

La Universidad Estatal de Colorado mantiene el pronóstico y la probabilidad de ocurrencia de los eventos adversos durante la temporada ciclónica 2023 en la cuenca del océano Atlántico. Por tanto, la Universidad Estatal de Colorado estima que mencionada temporada ciclónica del 2023 tendrá un comportamiento superior al comportamiento promedio del periodo de referencia 1991-2020.




De acuerdo con el modelo CFSv2, durante octubre de 2023 se estima que las anomalías negativas de precipitación incrementen significativamente con respecto al mes anterior. Es decir, se prevé volúmenes de precipitación inferiores con relación a los valores climatológicos (déficits de lluvias) en aguas marítimas y costeras del litoral Caribe colombiano norte y centro, como también sobre el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Mientras que, en aguas costeras y marítimas al sur-suroeste del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y el litoral Caribe colombiano sur, se prevé mayores volúmenes de precipitación (algunos excesos de lluvias) con respecto a los valores típicos registrados durante el mes anterior.

Durante octubre, se evidencia una disminución considerable de la altura significativa del oleaje con respecto al mes anterior. Esta atenuación se presenta sobre aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano, siendo más acentuada en el litoral Caribe norte y centro. La dirección predominante del oleaje es del este y noreste sobre el litoral Caribe norte y centro, como también en el área insular de la cuenca Colombia con una altura significativa de la ola entre 1.0 y 1.6 m sobre el litoral y aguas marítimas, respectivamente. Mientras que, sobre el litoral Caribe colombiano sur la componente principal del oleaje es del noreste con una altura significativa que oscila entre 0.1 y 1.1 m sobre el litoral y aguas marítimas.

Durante octubre la TSM en aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano incrementa ligeramente con respecto al mes anterior. En octubre la TSM registra valores climatológicos que oscilan entre 27.5 y 29.5 °C

Finalmente, las ATSM son coherentes con la climatología y el incremento de la TSM en octubre sobre la cuenca del Caribe colombiano. Sin embargo, estas ATSM atenúan ligeramente con respecto al mes anterior. Este incremento de la TSM se evidencia con los valores estimados de las ATSM positivas sobre la cuenca del Caribe




colombiano, donde estos valores oscilarán entre 0.1 y 2.2 °C. Correspondientemente, durante octubre de 2023 no se prevé que las ATSM registren valores negativos en la cuenca Colombia.

Estas ATSM estimadas durante octubre, influirán directamente en las condiciones océano – atmosféricas, exacerbando los escenarios prevalecientes de tiempo y mar en la cuenca del Caribe Colombia.



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 Laboratory0 -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