



Ministerio de Defensa Nacional

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

ISSN 2339-4129 (En línea)

No. **131**

ENERO
2 0 2 4

Mensual



Pronóstico
Climático del
Caribe Colombiano

**PRONÓSTICO CLIMÁTICO
CARIBE COLOMBIANO
N° 131 / ENERO 2024**

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 German Augusto Escobar Olaya
Coordinador General Dimar

Capitán de Navío Mario Alex Cabezas Hinestroza
Subdirector de Desarrollo Marítimo

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

S1 José David Iriarte Sánchez
Responsable del Área de Oceanografía
Operacional

S2MOF Oscar Gómez Yucuma
Jefe Servicio Meteorológico Marino

Contenidos

MA2MMO 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 2024. 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	11
2.1. Oscilación Madden y Julián - OMJ	11
2.2. Zona de confluencia intertropical - ZCIT	12
2.3 Zonas frontales	12
3. PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ATMOSFÉRICAS PARA ENERO DE 2024	14
3.1. Configuración sinóptica climatológica de diciembre	14
3.2. Precipitación	17
3.3. Temperatura del aire	22
4. PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES OCEÁNICAS PARA EL MAR CARIBE COLOMBIANO	23
4.1. Altura de la ola y corrientes superficiales	23
4.2. Corrientes superficiales	25
4.3. Temperatura Superficial del Mar	26
4.4 Pronóstico de mareas del Caribe colombiano	28
Cartilla Mareográfica de Colombia	
CONCLUSIONES	29
BIBLIOGRAFÍA	31



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ATSM en las regiones el Niño durante la primera semana de enero 2024. Fuente: CPC-NCEP.	9
Tabla 2. Probabilidad de ocurrencia de condiciones ENSO hasta el trimestre JAS de 2024.....	11
Tabla 3. Cartilla Mareográfica de Colombia para la región Caribe año 2024.....	28



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regiones El Niño en el océano Pacífico ecuatorial. Fuente: CPC-NCEP, 2024.....	9
Figura 2. Evolución de las ATSM en el Pacífico ecuatorial hasta enero 2024. Fuente: Modificada de CPC-NCEP.2024.....	9
Figura 3. Pronóstico probabilístico de las condiciones ENSO hasta el trimestre JAS de 2024.....	10
Figura 4. Predicción semanal de la velocidad potencial en 200 hPa, entre el 09 de enero y el 18 de febrero de 2024. Fuente: CPC-NCEP, (2024).....	13
Figura 5. Líneas de corriente e índice de precipitación para el mes de enero (1981-2010) bajo condiciones El Niño en 200, 500, 700, 850 y 1000 hPa, extraídas del CFSR. Fuente: Ruíz & Melo, 2019.....	16
Figura 6. Valores climatológicos de precipitación para el mes de enero (1990-2017) en los principales puertos del Caribe. Fuente: DIMAR-CIOH (2024).....	¡Error! Marcador no definido.8
Figura 7. Pronóstico de la anomalía diaria de precipitación para el mes de enero de 2024 . Fuente: Modelo CFSv2 (NOAA -NCEP, 2024)..	199
Figura 8. Pronósticos probabilísticos y determinísticos subestaciones de los modelos GEFS y CFS.....	21
Figura 9. Valores climatológicos de temperatura media, mínima y máxima para el mes de enero (1990-2017) en los principales puertos del Caribe. Fuente: DIMAR - CIOH (2024).....	2222
Figura 10. 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).....	¡Error! Marcador no definido.23
Figura 11. Valores climatológicos de altura dinámica absoluta del mar para el mes de enero (1993-2019) .	2424
Figura 12. Valores climatológicos de la velocidad y dirección de la corriente superficial predominante para enero (1993-2020).	¡Error! Marcador no definido.25
Figura 13. Valores climatológicos de la TSM para el mes enero (1981-2019). Fuente: Good et al., 2020. ¡Error! Marcador no definido.	26
Figura 14. Pronóstico de las anomalías de TSM para el mes de enero de 2024. Fuente: NOAA-CPC, 2021.	¡Error! Marcador no definido.27



SIGLAS Y ACRÓNIMOS

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

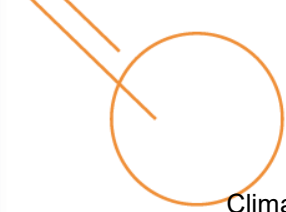


INTRODUCCIÓN

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 2024.

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 2024.

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.



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 enero de 2024, 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 2024).

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 del 62% que las condiciones El Niño, persistan durante la primavera boreal entre abril y junio de 2024.

Desde marzo hasta inicios de octubre de 2023 se ha evidenciado que las Anomalías de 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 valores de las ATSM positivas en la región Niño 1+2 de 1.0 °C, las regiones Niño 3 y Niño 3.4 de 1.9 y 2.0 °C y en la región Niño 4 de 1.4 °C, siendo la región más occidental sobre el Pacífico ecuatorial (Figuras 1 y 2; Tabla 1). Durante las últimas cuatro semanas las ATSM positivas calculadas por encima de la normal climatológica se han fortalecido en sectores del océano Pacífico ecuatorial central y oriental.

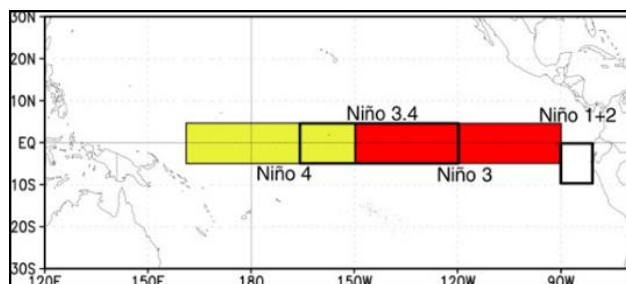


Figura 1. Regiones El Niño en el océano Pacífico ecuatorial. Fuente: CPC – NCEP, 2024

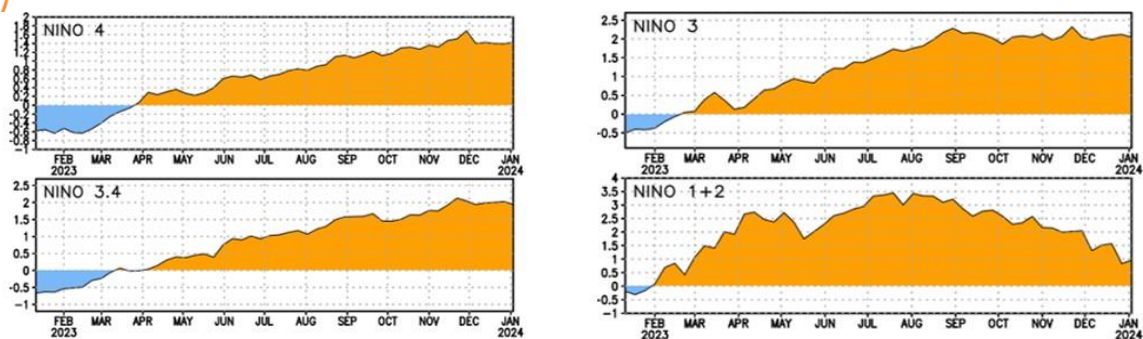


Figura 2. Evolución de las ATSM en el Pacífico ecuatorial hasta enero de 2024. Fuente: Modificado de CPC – NCEP, 2023.

Tabla 1. ATSM en las regiones El Niño durante la primera semana de enero 2024. Fuente: CPC-NCEP (2023).

REGIÓN EL NIÑO	ANOMALÍAS DE LA TSM (°C)
El Niño 1+2	1.0
El Niño 3	2.0
El Niño 3.4	1.9
El Niño 4	1.4

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 persistirán entre el otoño hasta la primavera boreal (Figura 3). Por tanto, durante el primer semestre del año los efectos de El Niño, seguirán influyendo en las condiciones del tiempo atmosférico y clima en cada una de las variables meteomarinas sobre aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano. Específicamente, entre los trimestres Noviembre-Diciembre(2023)-Enero(2024) (NDJ, por sus siglas en inglés) y Marzo-Abril-Mayo (MAM) de 2024 se estima entre el 100 y 87 % de probabilidad de presencia del 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 baja probabilidad entre el 0 y 42 % de que se registren condiciones Neutrales del fenómeno ENSO sobre el océano Pacífico ecuatorial entre los trimestres Enero-Febrero-Marzo (JFM, por sus siglas en inglés) y Abril-Mayo-Junio (AMJ) de 2024, respectivamente.



De acuerdo con este acoplamiento e interacción océano-atmósfera sobre el océano Pacífico ecuatorial, el fenómeno ENSO se manifiesta actualmente sobre las condiciones climáticas en el mundo a través de su tele conexiones. Lo anterior, influirá en el comportamiento de las lluvias en la cuenca del Caribe colombiano, probablemente atenuando la intensidad y frecuencia de las precipitaciones sobre el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y el litoral Caribe colombiano.

Así mismo, se estima con un 58 % 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 clima en la cuenca del Caribe colombiano, seguramente persistirán en el océano Pacífico ecuatorial hasta el trimestre Abril-Mayo-Junio (AMJ) del próximo año 2024.

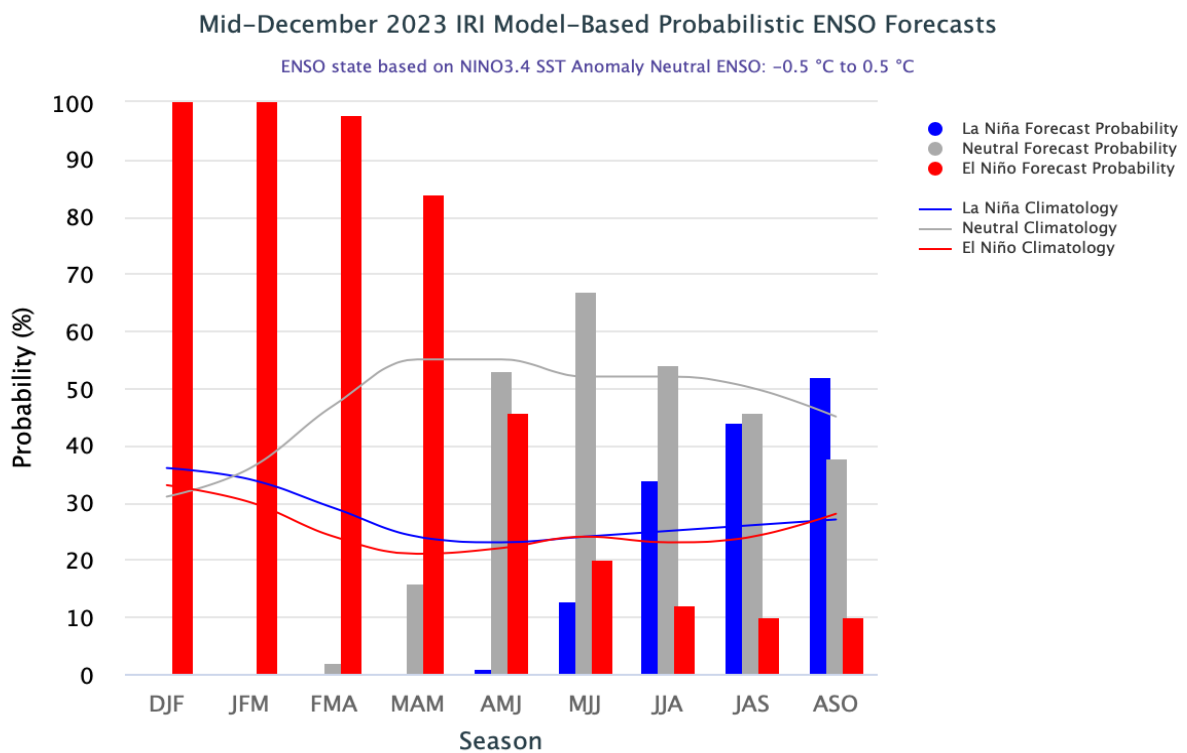


Figura 3. Pronóstico probabilístico de las condiciones ENSO hasta el trimestre ASO de 2024.
Fuente: IRI (2023)

Tabla 1. Probabilidad de ocurrencia de condiciones ENSO hasta el trimestre ASO de 2024.

Fuente: IRI (2024)

Estación	La Niña (%)	Neutral (%)	El Niño (%)
DJF	0	0	100
JFM	0	0	100
FMA	0	2	98
MAM	0	16	84
AMJ	1	53	46
MJJ	13	67	20
JJA	34	54	12
JAS	44	46	10
ASO	52	38	10

2. PRONÓSTICO DE FENÓMENOS INTRA-ESTACIONALES Y ESTACIONALES

2.1. Oscilación Madden y Julián - OMJ

Según el más reciente informe del CPC-NCEP (2024), la oscilación Madden & Julián (OMJ) entre el 10 y 30 de diciembre, se estima el ingreso de una fase convectiva de la OMJ. Pese a que esta dinámica atmosférica no es tan significativa durante la temporada de menores precipitaciones en la región, las oscilaciones atmosféricas en los sistemas béricos y los vientos en superficie asociados con la OMJ, influirán en el comportamiento de la precipitación sobre aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano. Por tanto, durante el 10 y 30 de enero de 2024, se espera incremento de la nubosidad, la humedad y de la precipitación. Donde, probablemente se presentarán lluvias ligeras entre aisladas y dispersas en la cuenca del Caribe colombiano. Correspondientemente, el acoplamiento y la interacción de la OMJ con sistemas atmosféricos regionales y las condiciones meteomarinas modularán el gradiente de presión, la intensidad del viento y la altura significativa de la ola durante enero de 2024 (Figura 4).



2.2. Zona de Confluencia Intertropical

Durante enero, la Zona de Confluencia Intertropical – ZCIT y la vaguada monzónica se posicionan entre los 05 y 10 °N de latitud norte (Ruíz & Melo, 2019), interactuando activamente con los sistemas frontales del Atlántico norte, el sistema de baja presión del Darién y el anticiclón del Atlántico norte. El tránsito de la ZCIT y la vaguada monzónica hacia latitudes más australes sobre el trópico junto con la dinámica de los sistemas atmosféricos, influirán determinadamente en el comportamiento de la precipitación sobre la cuenca del Caribe colombiano. Consolidando así, una marcada transición entre las características temporadas de mayores y menores precipitaciones en la cuenca del Caribe colombiano, incluyendo el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

2.2 Sistemas Frontales

A partir de diciembre hasta mediados de marzo los frentes fríos normalmente transitan sobre latitudes un poco más australes que las acostumbradas durante el inicio del año. Lo anterior, producto del gradiente de presión y la dinámica de la circulación general de la atmósfera en el hemisferio norte, asociados con el gradiente horizontal de temperatura en la troposfera. Según Royero et al. 2013, en promedio durante enero se pueden registrar el tránsito entre 1 y 2 frentes fríos sobre la cuenca del Caribe colombiano. Estos sistemas frontales serán cada vez más frecuentes hasta el mediados del mes de marzo, incidiendo en las condiciones de tiempo atmosférico y del clima, especialmente sobre el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Pronóstico de la velocidad potencial 200 hPa

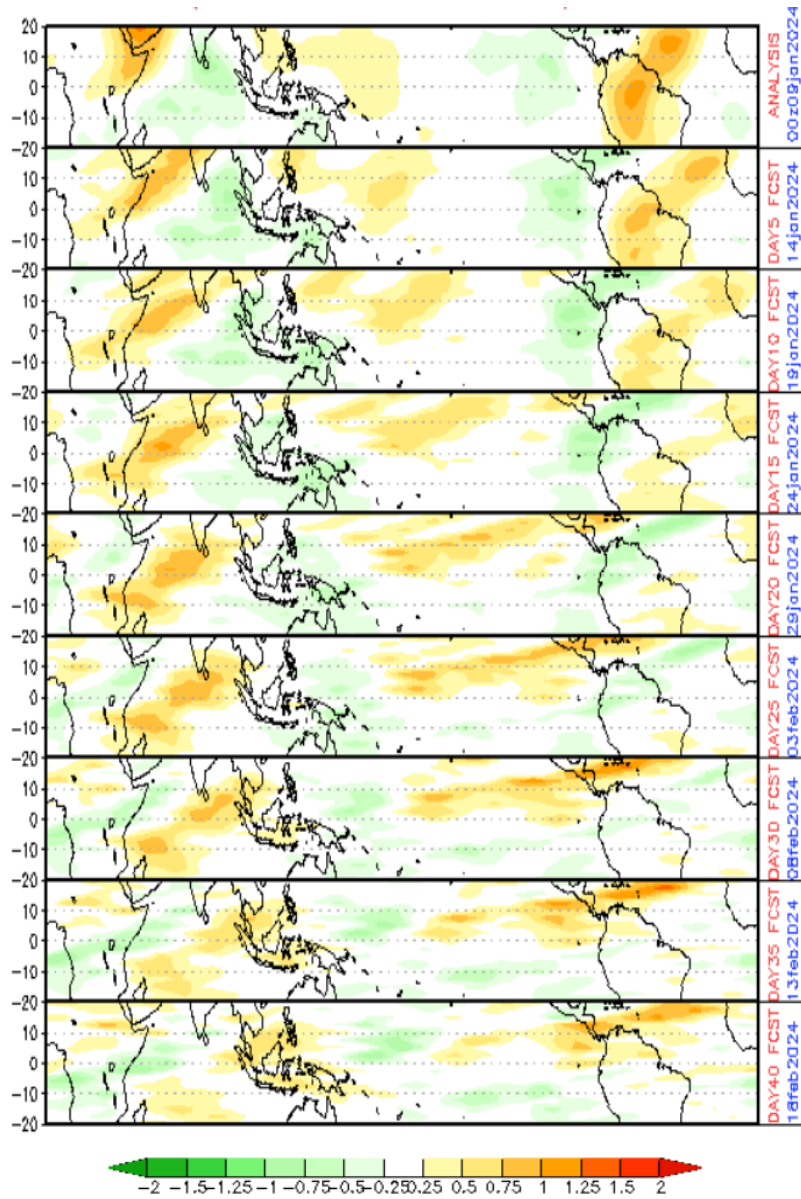


Figura 4. Predicción semanal de la velocidad potencial en 200 hPa, entre el 9 de enero hasta el 18 de febrero de 2024. Fuente: CPC-NCEP, (2024)



3. PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ATMOSFÉRICAS PARA ENERO DE 2024

3.1. Configuración sinóptica climatológica de diciembre

De acuerdo con el modelo de reanálisis Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) para el periodo de referencia 1981-2010 (Ruíz & Melo, 2019), la circulación general de la atmósfera en los niveles altos (200 hPa), evidencia una fuerte dorsal dominando el flujo de las líneas de corriente sobre el trópico en el hemisferio norte occidental. Esta dorsal que se extiende desde la Amazonía hasta inmediaciones del mar Caribe occidental genera divergencia del aire sobre el archipiélago de San Andrés y Providencia y el litoral Caribe colombiano. Esta circulación atmosférica en altura genera principalmente divergencia de vientos, advección y transporte de humedad desde la Cuenca del Pacífico Colombiano y la Amazonía hacia el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y el litoral Caribe colombiano.

Por su parte, entre los niveles de 500 y 700 hPa, se configura sobre el océano Atlántico norte occidental un anticiclón el cual se elonga hacia el Pacífico oriental 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, es coherente con la convergencia del viento y advección de humedad sobre el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina 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 con una fuerte dorsal hacia el Atlántico occidental sobre el Golfo de México y el mar Caribe generando un flujo atmosférico zonal que genera convergencia de vientos y advección de humedad sobre la cuenca del Caribe colombiano.

Finalmente, en superficie sobre los 1000 hPa los característicos vientos alisios del hemisferio sur propios del recurvamiento definido por la vaguada monzónica se configuran sobre la Cuenca del Pacífico Colombiano. Mientras que, sobre el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y el litoral Caribe colombiano, se genera un flujo atmosférico zonal que genera convergencia, advección de humedad y recurvamiento de los vientos alisios del hemisferio norte. Durante el mes de enero en la cuenca del Caribe colombiano, predominan vientos de componente este y noreste, producto del anticiclón posicionado sobre el océano Atlántico norte, que se fortalece y genera circulación atmosférica con componente este y noreste (Figura 5).

Sin embargo, el contenido acuoso de la troposfera y los procesos de evaporación y condensación sobre el mar Caribe atenúan considerablemente, producto del tránsito de masas de aire cálidas y secas, asociadas al gradiente horizontal de temperatura, al gradiente horizontal de presión y finalmente a la dinámica de la circulación atmosférica. Por tanto, durante enero en la cuenca del Caribe colombiano, el comportamiento de la precipitación será menos intenso, atenuando significativamente los volúmenes de precipitación acumulada en la región. Exacerbando así, esta condición atmosférica debido al acoplamiento océano-atmósfera propias de ENSO en el Pacífico ecuatorial durante el invierno y la primavera boreal, influirá simultáneamente en la atenuación de la intensidad y frecuencia de las precipitaciones sobre la cuenca del Caribe colombiano.

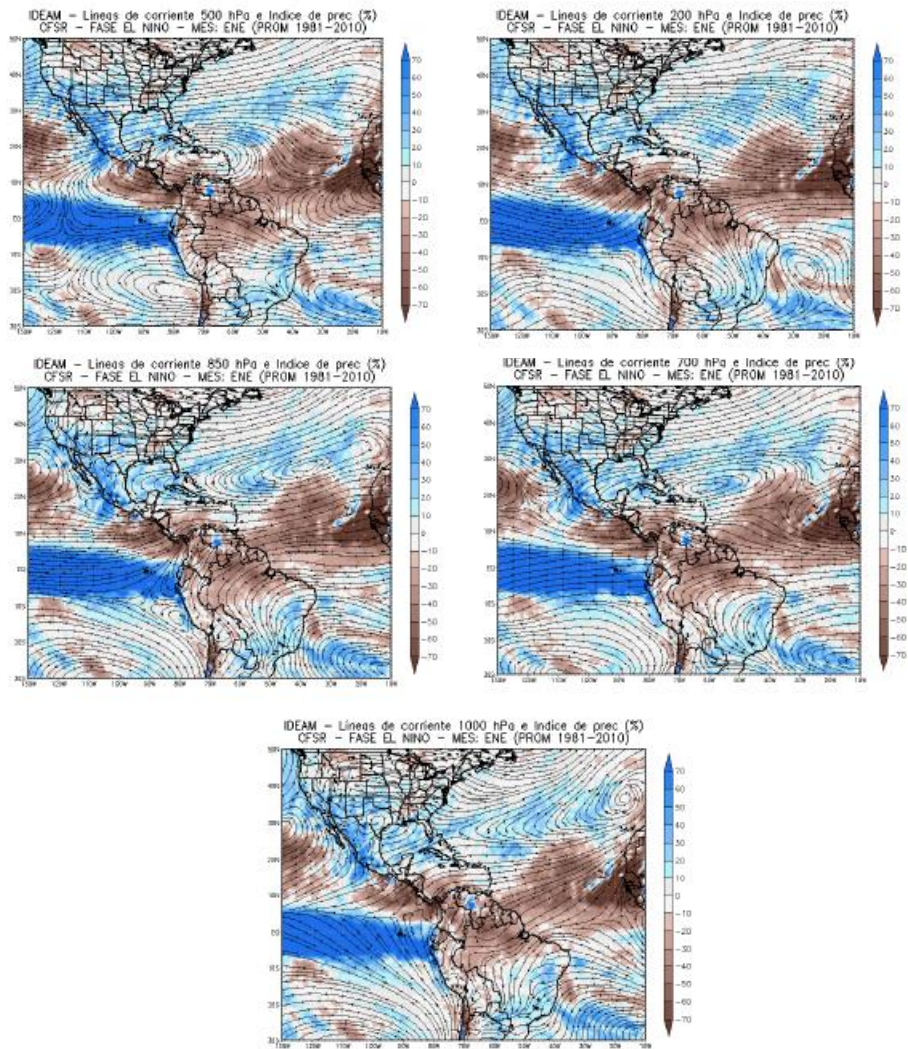


Figura 5. Líneas de corriente e índice de precipitación para el mes de enero (1981-2010) bajo condiciones El Niño en 200, 500, 700, 850 y 1000 hPa, extraídas del CFSR. Fuente: Ruíz & Melo, 2019.



3.2. Precipitación

Durante enero se presenta la transición entre las temporadas de mayores precipitaciones y la de menores volúmenes de precipitación en el año sobre la cuenca de Caribe colombiano. Simultáneamente, se consolida durante este mes el inicio de la época de menores precipitaciones en el Caribe colombiano, siendo más acentuada sobre los litorales Caribe norte y centro en los puertos de Riohacha, Santa Marta, Barranquilla, Cartagena, Coveñas y el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina que sobre el litoral Caribe sur en el golfo de Urabá.

Por tanto, en los puertos de Santa Marta, Barranquilla y Cartagena se registran los menores valores de precipitación acumulada mensual de la cuenca del Caribe colombiano con 0.1, 1.3 y 0.5 mm, respectivamente. De acuerdo con los valores climatológicos (1990-2017)¹, estos valores son seguidos por los registros que presentan volúmenes medios de precipitación sobre el litoral Caribe colombiano norte y centro en los puertos de Puerto Bolívar con 5.0 mm, Riohacha con 4.5 mm, y Coveñas con 15.2 mm. Mientras que, sobre el litoral Caribe sur en el puerto de Turbo con 51.8 mm y sobre el Archipiélago de San Andrés y Providencia y Santa Catalina en la isla de Providencia con 91.7 mm y la isla de San Andrés con 83.0 mm, se registran los mayores volúmenes de precipitación acumulada mensual en la cuenca del Caribe colombiano (DIMAR – CIOH, 2024, figura 6).

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 enero de 2024 se estima que las anomalías negativas de precipitación atenúan significativamente con respecto al mes anterior, evidenciando así, que durante enero los valores de precipitación son más homogéneos y no se desvían considerablemente de los valores de la normal climatológica estadísticamente hablando.



Por tanto, se estima 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, ocurrencia de anomalías negativas de precipitación y tendrán mayor cobertura espacial. Estos valores de las anomalías negativas de precipitación oscilarán entre -0.1 y -3.0 mm/día, siendo más intensas sobre el área insular. Es decir, en estos sectores de la cuenca del Caribe colombiano se prevé volúmenes de precipitación un poco superiores con relación a los valores climatológicos de referencia 1991-2020 (déficits de lluvias)

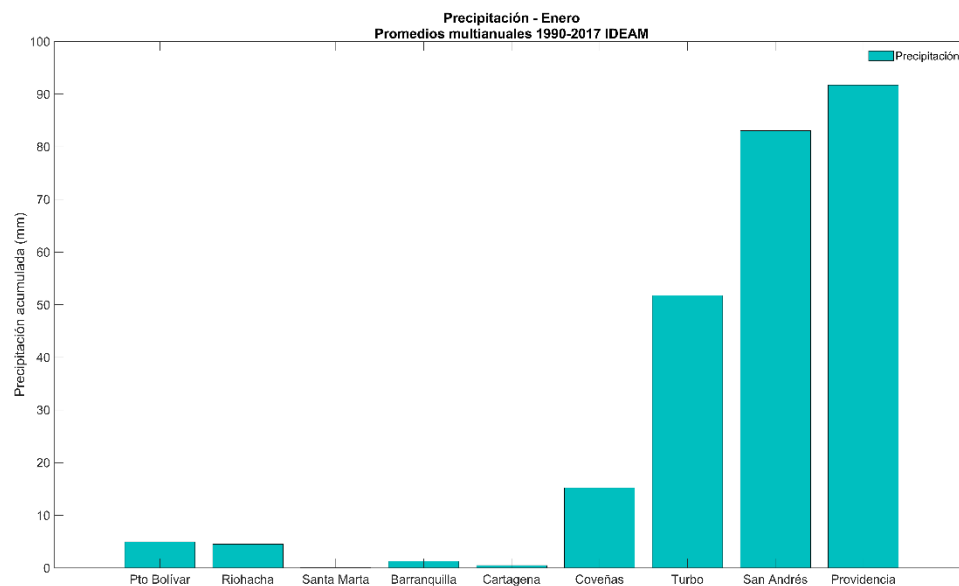


Figura 6. Valores climatológicos de precipitación para el mes de enero (1990-2017) en los principales puertos del Caribe. Fuente: DIMAR – CIOH (2024).

Sin embargo, en aguas costeras y marítimas sobre el litoral Caribe colombiano sur, se prevé que las anomalías positivas de precipitación persistan, incluso disminuyan con respecto al mes anterior, siendo menos intensas con valores que oscilarían entre -0.5 y -1.0 mm/día. Es decir, estas anomalías positivas de precipitación estiman disminución de volúmenes de lluvias con respecto a los valores típicos registrados durante el mes de diciembre según la climatología del periodo de referencia 1991-2020 (excesos de lluvias, Figura 7).

Lo siguiente, es coherente con los modelos probabilísticos y determinísticos subestacionales Global Ensemble Forecast System (GEFS) y Climate Forecast System (CFS) creados por los Centros Nacionales de Predicción Ambiental de EEUU (NCEP, por sus siglas en inglés), publicados recientemente por el CIOH. Las salidas gráficas de estos modelos climáticos GEFS y CFSv2, fueron emitidas a partir de la primera semana de enero de 2024 las cuales tienen un horizonte de tiempo de siete (7) días para ser válidas durante el transcurso de este periodo de tiempo.

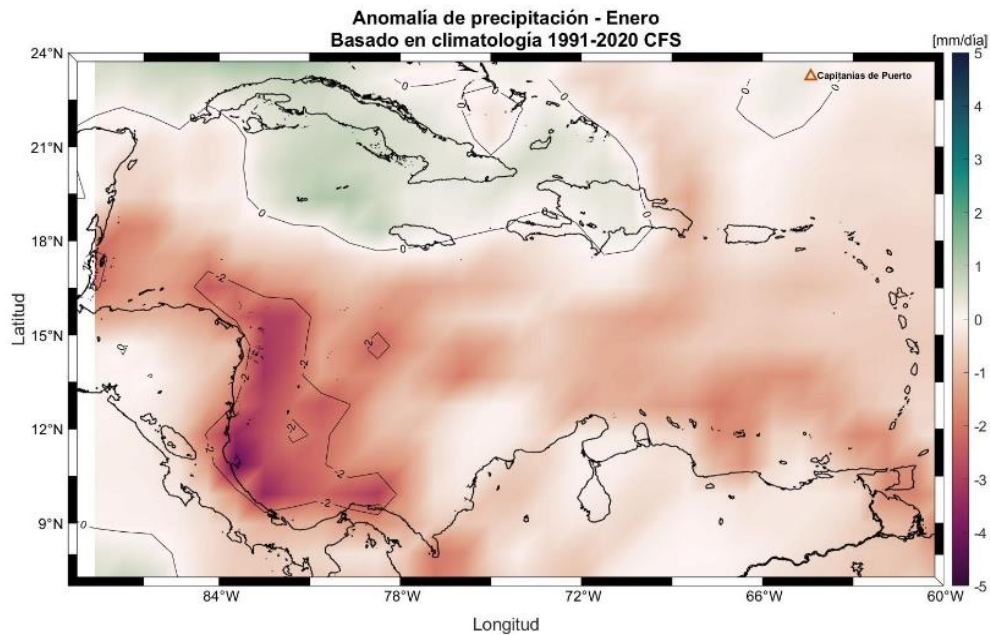



Figura 7. Pronóstico de la anomalía diaria de precipitación para el mes de enero de 2024. Fuente: Modelo CFSv2 (NOAA –NCEP, 2024).

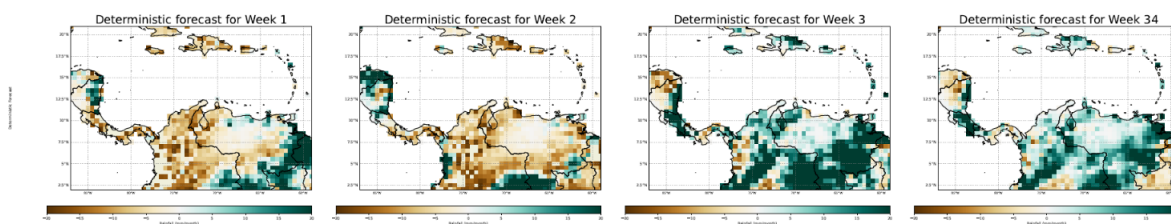


Para determinar la capacidad predictiva de los modelos GEFS y CFS de las variables de precipitación y temperatura del aire, se realizó validación de los datos obtenidos durante las corridas de los modelos. Teniendo en cuenta la validación realizada anteriormente, se determinó que las corridas de la precipitación para pronósticos determinísticos y probabilísticos, se realizarían ensamblando los modelos GEFS y CFSv2. Por tanto, las salidas gráficas de estos modelos climáticos globales procuran representar el comportamiento de la precipitación en conjunto (GEFS y CFSv2) para cada uno de los pronósticos tanto determinístico como probabilístico.

Por su parte, las corridas para la temperatura del aire se realizarán únicamente empleando el modelo climático global CFSv2 para analizar los valores determinísticos pronosticados de la temperatura del aire en la cuenca del Caribe colombiano

Teniendo en cuenta la salida gráfica de los modelos climáticos probabilísticos y determinísticos GEFS y CFSv2, se evidencia que durante las dos primeras semanas de enero se estiman registros de anomalías negativas de precipitación en la cuenca del Caribe colombiano entre -0.5 y -15.0 mm/mes con una probabilidad entre el 50 y 70 %. Es decir, durante las dos primeras semanas de enero y hasta finales de mes se estima para la región déficits en los volúmenes de precipitación. En general, para el mes, se estima una disminución de la humedad, nubosidad y por tanto de las precipitaciones, en donde probablemente a finales de año se esperan registros de anomalías positivas de precipitación en la cuenca del Caribe colombiano entre 0.1 y 0.15 mm/mes con una probabilidad entre el 45 y 75 %. Es decir, durante las primeras semanas de enero desde mediados y hasta finales del presente año se estima para la cuenca del Caribe colombiano incremento de la precipitación. En donde, en algunos sectores de la cuenca Caribe se registrarán excesos en los volúmenes de precipitación de acuerdo con los valores de la normal climatológica 1991-2020 (CIOH, 2023. Figura 8).

a)



b)

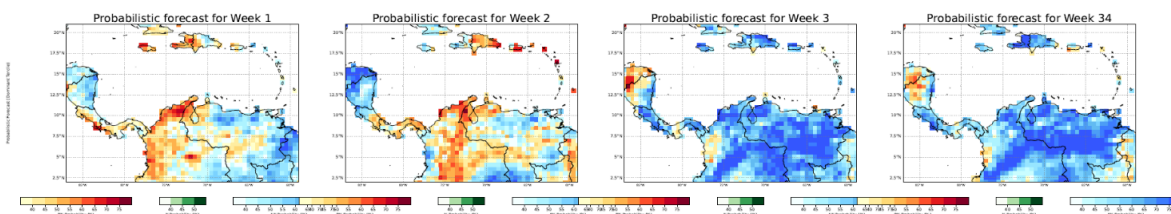


Figura 8. Pronósticos probabilísticos y determinísticos subestacionales de los modelos GEFS y CFS.

a) Deterministic-Forecast-GEFSv12_&_CFSv2_SubX-CHIRPS-PCR y

b) Probabilistic-Forecast_GEFSv12_&_CFSv2_SubX-CHIRPS-PCR. Fuente: CIOH, 2024.



3.3. Temperatura del aire

De acuerdo con los valores climatológicos 1990-2017, durante enero los mayores valores de la temperatura del aire máxima en la cuenca Colombia se registran sobre el litoral Caribe colombiano centro y norte en los principales puertos de Coveñas con 34.1 °C, Santa Marta 33.1 °C, Riohacha con 32.4 °C, Barranquilla con 31.6 °C y Puerto Bolívar con 31.5 °C. Por su parte, la temperatura del aire promedio en la cuenca del Caribe colombiano es de 27.7°C. En donde, valores de la temperatura del aire promedio cercanos a la normal climatológica 1990-2017, se presentan en los puertos de Santa Marta con 27.6 °C, Riohacha con 27.1 °C, Coveñas con 27.8 °C, San Andrés con 26.9 °C y Providencia con 26.9 °C. Mientras que, los menores valores de la temperatura mínima del aire se registran en las estaciones meteorológicas de Coveñas con 22.2 °C, Santa Marta con 22.7 °C, Riohacha con 22.5 °C, Turbo con 23.3 °C, Barranquilla con 24.4 °C y Cartagena con 24.8 °C (Figura 9).

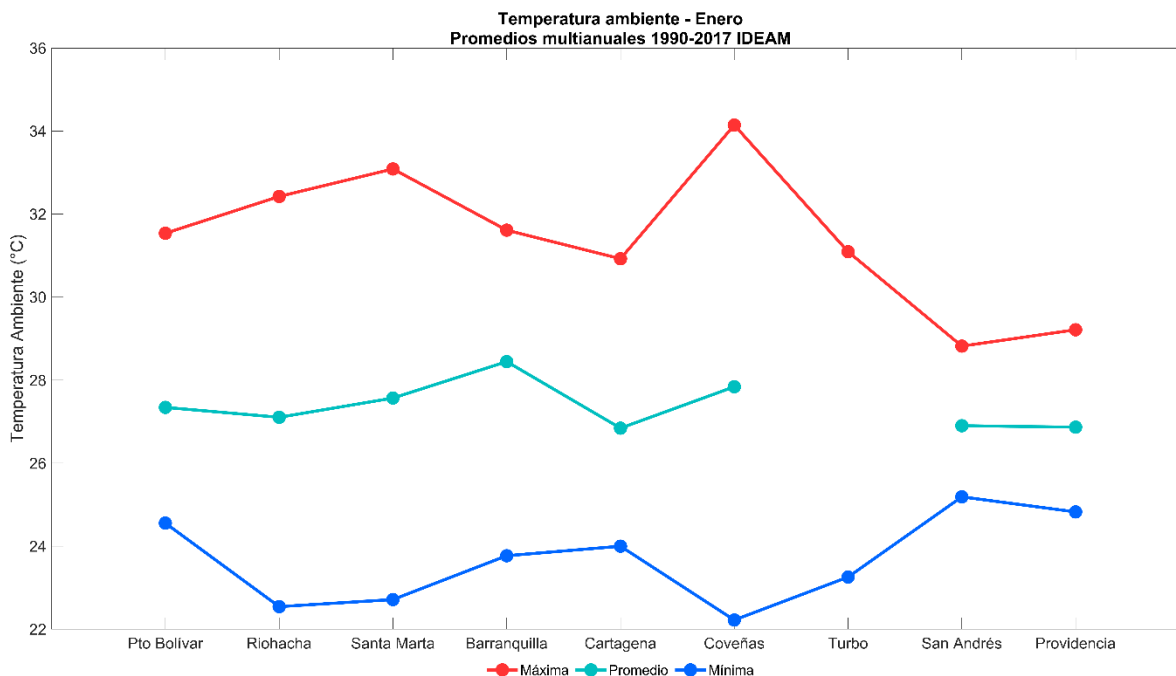


Figura 9. Valores climatológicos de temperatura media, mínima y máxima para el mes de enero (1990-2017) en los principales puertos del Caribe colombiano. Fuente: DIMAR - CIOH (2024)

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 enero, se evidencia un incremento considerable de la altura significativa del oleaje con respecto al mes anterior. Este aumento se presenta sobre aguas marítimas y costeras de la cuenca Colombia, siendo más acentuado en el centro y la zona suroccidental de la cuenca. 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 2.0 y 2.8 m, respectivamente. Mientras que, sobre el litoral Caribe colombiano sur la componente principal del oleaje es del noreste con una altura significativa que oscila entre 1.0 y 2.0 m sobre el litoral y aguas marítimas. (Figura 10)

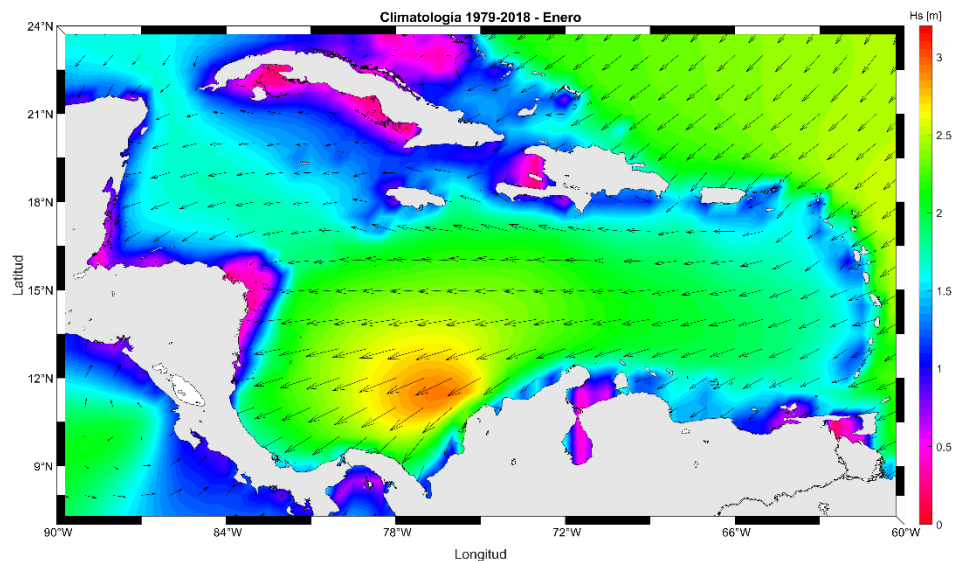


Figura 10. Valores climatológicos de dirección y altura de la ola en el mar Caribe para el mes de enero (1979-2018). Fuente: WW III (NWS - NOAA, 2009)



Teniendo en cuenta los valores climatológicos Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS, 2020) calculados para el periodo (1993-2020), durante enero se presenta una leve disminución de los valores de la altura dinámica absoluta sobre aguas marítimas y costeras con respecto al mes anterior, especialmente sobre el área insular y las zonas litorales de la cuenca Colombia. Sobre las aguas centro y norte de la cuenca, los valores son similares con respecto al mes anterior, exceptuando un ligero aumento hacia el norte de ésta. En general, en la cuenca los valores de la altura dinámica absoluta del mar oscilan entre 0.5 y 0.8 m. Para aguas marítimas y costeras del Caribe colombiano los valores son menores, con registros entre 0.3 y 0.5 m (Figura 11).

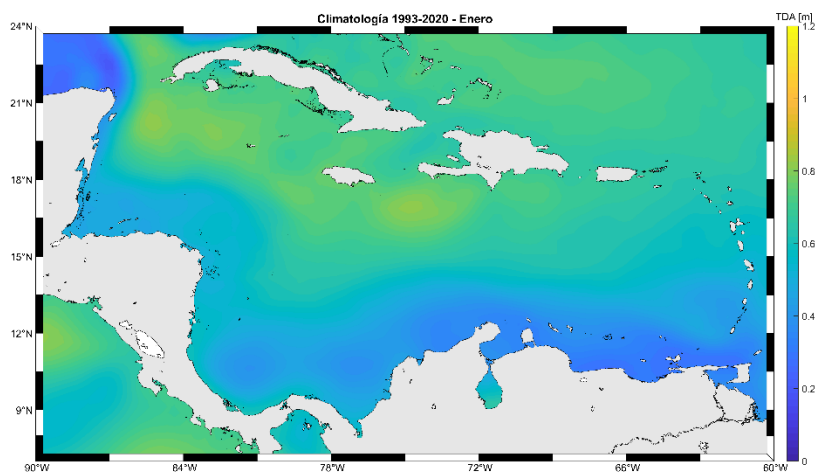


Figura 11. Valores climatológicos de altura dinámica absoluta del mar para el mes de enero (1993-2020).

Fuente: Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS, 2020).

4.2 Corrientes superficiales

De acuerdo con valores climatológicos (1993-2020) provenientes del modelo hidrodinámico HYCOM 2.2 (Naval Research Laboratory -NRL, 2020), en enero la corriente Caribe que es la predominante en la circulación superficial de la cuenca Caribe mantiene como principal sentido la dirección Este a Oeste y su velocidad aumenta ligeramente con respecto al mes anterior, registrando valores en general que oscilan entre 0.2 y 0.8 m/s. En las áreas costeras e insulares del Caribe colombiano, principalmente en las zonas centro y norte también es notable este incremento, con valores máximos cercanos a los 0.5 m/s. Además de la corriente Caribe, las aguas del Caribe colombiano, reciben la influencia directa del giro ciclónico Panamá – Colombia, del cual se desprende la contracorriente Colombia con desplazamiento Oeste-Este, y que para el mes de enero se extiende hasta la zona centro del Caribe colombiano, exhibiendo velocidades promedio entre 0.1 y 0.2 m/s. (Figura 12).

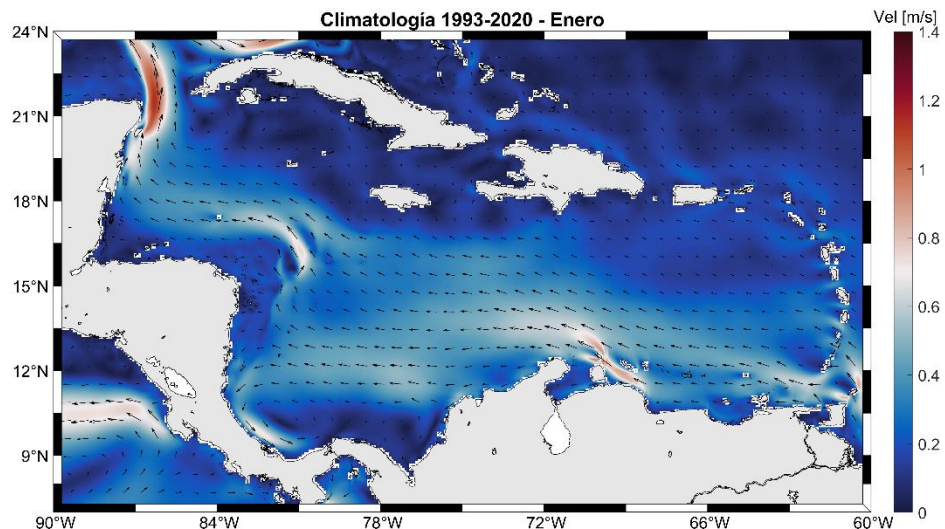


Figura 12. Valores climatológicos de la velocidad y dirección de la corriente superficial predominante para enero (1993-2020). Fuente: NRL, 2020



4.3 Temperatura Superficial del Mar

Basado en los valores climatológicos de la TSM para el período de referencia (1981-2019, Good *et al.*, 2020), durante enero la TSM en aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano disminuye significativamente con respecto al mes anterior. En enero la TSM registra valores climatológicos que oscilan entre 26.0 y 27.7 °C sobre cuenca Caribe en general. En la zona central y costera de la cuenca se presentan valores entre 27.5 y 28.5 °C, mientras que en aguas costeras del litoral Caribe colombiano sur, entre los sectores de los puertos de Cartagena y Coveñas se registran aguas más cálidas con valores entre los 27.5 y 29.0 °C. Por su parte, la característica surgencia de La Guajira, vuelve a manifestarse con la disminución de los valores y aumento de la cobertura espacial con respecto al mes anterior, presentando valores de la TSM entre 24.0 y 26.0°C (Figura 13).

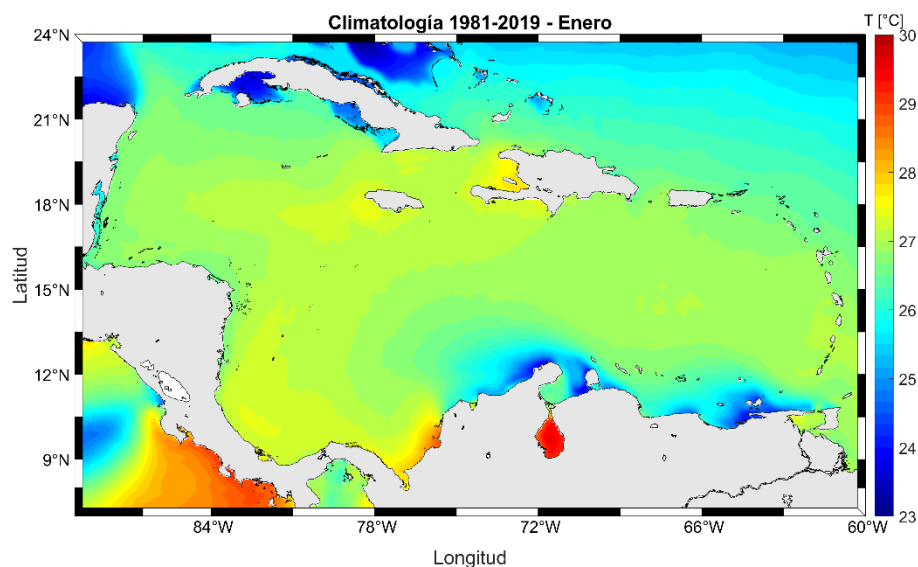


Figura 13. Valores climatológicos de la TSM para el mes enero (1981-2019). Fuente: Good *et al.*, 2020.

De acuerdo con la proyección para enero de 2024 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 la disminución de la TSM en enero sobre la cuenca del Caribe colombiano. En algunos sectores se presenta una ligera disminución de las ATSM, y en otros un ligero aumento con respecto al mes anterior. En el sector Norte del litoral Caribe colombiano, se observa un aumento de las ATSM respecto al mes de diciembre, con valores entre 0.1 y 1.5 °C, lo cual coincide con la mayor presencia de la surgencia de La Guajira en enero. Por el contrario, en el sector Sur del litoral Caribe colombiano, se observa una leve disminución de las ATSM respecto al mes de diciembre, con valores entre 0.2 y 1.0 °C. En este sentido, durante enero de 2024 no se prevé que las ATSM registren valores negativos en la cuenca Colombia (Figura 14).

Estas ATSM estimadas durante enero, influirán directamente en las condiciones océano – atmosféricas de tiempo y mar en la cuenca del Caribe colombiano.

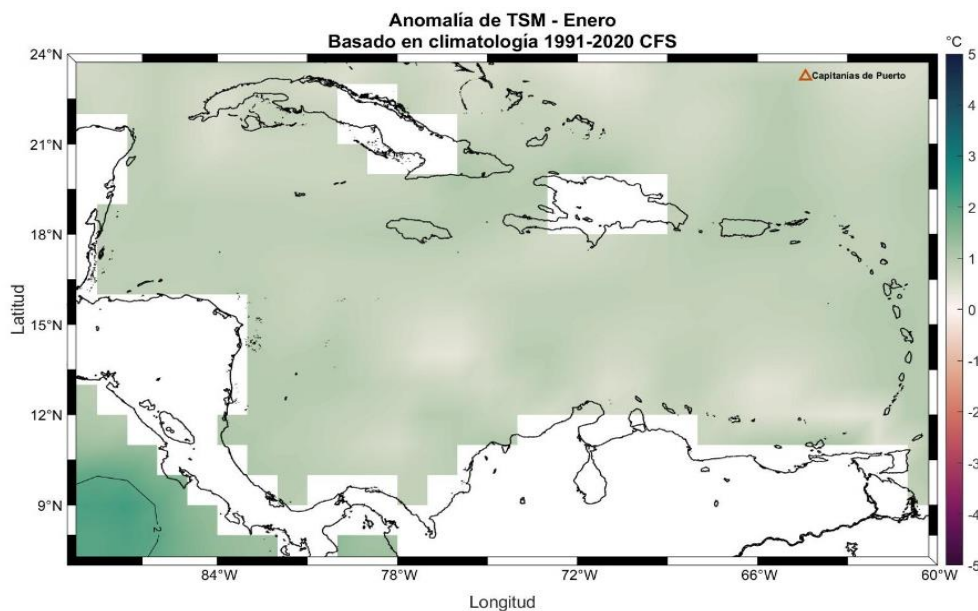


Figura 14. Pronóstico de las anomalías de TSM para el mes de enero de 2024. Fuente: NOAA-CPC, 2021
Fuente: NOAA-CPC, 2021.



4.4 Pronóstico de Mareas del 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 2024 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 (2023), 2024). La presente se puede visualizar por medio del siguiente link: https://dimarmilcomy.sharepoint.com/:b:/g/personal/ppadilla_dimar_mil_co/ERwXlpLQZmlChXFJIm-NuacB-ASVFswJntg_FgG48w5Tbg



CONCLUSIONES

Las anomalías atmosféricas sobre el océano Pacífico ecuatorial son consistentes con condiciones ENSO El Niño. Se estima que hay una probabilidad del 62% que las condiciones El Niño, persistan durante la primavera boreal entre abril y junio de 2024.

Específicamente, entre los trimestres Noviembre-Diciembre(2023)-Enero(2024) (NDJ, por sus siglas en inglés) y Marzo-Abril-Mayo (MAM) de 2024 se estima entre el 100 y 87 % de probabilidad de presencia del fenómeno de El Niño debido a que las condiciones océano – atmosféricas son favorables sobre el océano Pacífico ecuatorial.

De acuerdo con este acoplamiento e interacción océano-atmósfera sobre el océano Pacífico ecuatorial, el fenómeno ENSO se manifiesta actualmente sobre las condiciones climáticas en el mundo a través de sus tele conexiones. Lo anterior, influirá en el comportamiento de las lluvias en la cuenca del Caribe colombiano, probablemente atenuando la intensidad y frecuencia de las precipitaciones sobre el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y el litoral Caribe colombiano.

Según la oscilación Madden & Julián entre el 10 y 30 de diciembre, se estima el ingreso de una fase convectiva de la OMJ. Las oscilaciones atmosféricas en los sistemas béricos y los vientos en superficie asociados con la OMJ, influirán en el comportamiento de la precipitación sobre aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano.

Los sistemas frontales serán cada vez más frecuentes desde enero hasta el mediados del mes de marzo, incidiendo en las condiciones de tiempo atmosférico y del clima, especialmente sobre el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.



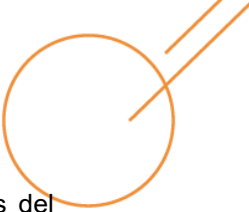
Durante enero se presenta la transición entre las temporadas de mayores precipitaciones y la de menores volúmenes de precipitación en el año sobre la cuenca de Caribe colombiano. Simultáneamente, se consolida durante este mes el inicio de la época de menores precipitaciones en el Caribe colombiano.

Teniendo en cuenta la salida gráfica de los modelos climáticos probabilísticos y determinísticos GEFS y CFSv2, se evidencia que durante las dos primeras semanas de diciembre se estiman registros de anomalías negativas de precipitación en la cuenca del Caribe colombiano entre -0.1 y -15.0 mm/mes con una probabilidad entre el 50 y 70 %. Es decir, durante las dos primeras semanas de diciembre y hasta mediados de mes se estima para la región déficits en los volúmenes de precipitación. Mientras que, a partir de la tercera semana de diciembre a mediados de mes, se estima un incremento de la humedad, nubosidad y por tanto de las precipitaciones, en donde probablemente a finales de año se esperan registros de anomalías positivas de precipitación en la cuenca del Caribe colombiano entre 0.1 y 0.15 mm/mes con una probabilidad entre el 45 y 75 %. Es decir, durante las dos últimas semanas de diciembre desde mediados y hasta finales del presente año se estima para la cuenca del Caribe colombiano incremento de la precipitación, siendo la tercera semana de enero, la que probablemente registre las mayores anomalías positivas de precipitación.



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 Science. 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