



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

ISSN 2339-4129 (En línea)

No. **135**

MAYO

2 0 2 3

Mensual



Pronóstico
Climático del
Caribe Colombiano

www.dimar.mil.co

**PRONÓSTICO CLIMÁTICO
CARIBE COLOMBIANO
N° 135/ MAYO 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

MSc. Isabel Ramos De La Hoz
Investigador en Oceanografía

CPS José David Garavito Mahecha
Meteorólogo del Servicio Meteorológico Marino Nacional –
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).
Mayo de 2024. 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 DE ENSO Y SU POSIBLE INFLUENCIA EN LAS CONDICIONES DE TIEMPO DEL CARIBE.	8
2.PRONÓSTICO DE FENÓMENOS INTRA- ESTACIONALES Y ESTACIONALES	12
2.1. Oscilación Madden y Julián - OMJ	12
2.2. Zona de Confluencia Intertropical	14
2.3. Sistemas Frontales	14
2.4. Ondas Tropicales del Este	15
2.5. Temporada Ciclónica 2024	15
3.PRONÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES ATMOSFÉRICAS PARA MAYO DE 2024	17
3.1. Configuración sinóptica climatológica de mayo	17
3.2. Precipitación	21
3.3. Temperatura del aire	24
4.PRONÓSTICO DE LAS CONDICIONES OCEÁNICAS PARA EL MAR CARIBE COLOMBIANO.	26
4.1. Altura de la ola y corrientes superficiales	26
4.2. Corrientes superficiales	27
4.3. Temperatura Superficial del Mar	28
4.4. Pronóstico de Mareas del Caribe colombiano	30
CONCLUSIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	33



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. ATSM en las regiones El Niño durante la primera semana de mayo 2024. Fuente: CPC-NCEP (2024).	9
Tabla 2. Probabilidad de ocurrencia de condiciones ENSO hasta el trimestre Diciembre(2024)-Enero-Febrero (DJF, por sus siglas en inglés) de 2025. Fuente: IRI (2024). Tomado de: https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-iri_plume	11
Tabla 3. Número y categoría de eventos ciclónicos estimados en el segundo pronóstico emitido durante la temporada ciclónica de 2024. Fuente: Klotzbach et. al., (2024)	16



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regiones El Niño en el océano Pacífico ecuatorial. Fuente: CPC – NCEP, 2024	9
Figura 2. Evolución de las ATSM sobre el Pacífico ecuatorial hasta mayo de 2024. Fuente: Modificado de CPC – NCEP, 2024.	9
Figura 3. Pronóstico probabilístico de las condiciones ENSO hasta el trimestre Diciembre(2024)-Enero-Febrero (DJF, por sus siglas en inglés) de 2025. Fuente: IRI (2023). Tomado de: https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-iri_plume	10
Figura 4. Pronóstico de la velocidad potencial en 200 hPa durante mayo-junio de 2024. Fuente: Climate Prediction Center (CPC) 2024.....	13
Figura 5. Líneas de corriente e índice de precipitación para el mes de mayo (1981-2010) bajo las condiciones El Niño en 200, 500, 700, 850 y 1000 hPa, extraídas del CFSR. Fuente: Ruíz & Melo, 2019.	20
Figura 6. Valores climatológicos de precipitación durante mayo (1991-2020) en los principales puertos del Caribe colombiano. Fuente: Datos IDEAM. Elaboración de Normales Climatológicas DIMAR – CIOH (2023). 21	
Figura 7. Pronóstico de la anomalía mensual de precipitación para mayo de 2024. Fuente: Modelo CFSv2 (NOAA –NCEP, 2024).	23
Figura 8. Pronósticos determinísticos y probabilísticos subestacionales mayo de 2024 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.	24
Figura 9. Valores climatológicos de temperatura máxima (línea continua roja), media (línea continua magenta) y mínima (línea continua azul) para mayo (1990-2017) en los principales puertos del Caribe colombiano. Fuente: DIMAR - CIOH (2024).....	25
Figura 10. Valores climatológicos de dirección y altura de la ola en el mar Caribe para el mes de mayo (1979-2016). Fuente: WW III (NWS - NOAA, 2009).....	26
Figura 11. Valores climatológicos de altura dinámica absoluta del mar para el mes de mayo (1993-2019). Fuente: Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS, 2020).....	27
Figura 12. Valores climatológicos de la velocidad y dirección de la corriente superficial predominante para mayo (1992-2012). Fuente: NRL, 2020.	28
Figura 13. Valores climatológicos de la TSM para el mes de mayo (1981-2019). Fuente: Good et al., 2020.....	29
Figura 14. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el mes de mayo de 2024. Fuente: NOAA-CPC, 2021.	30



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 mayo 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 mayo 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.



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 mayo 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 DE 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 (2024), se ha evidenciado que actualmente las condiciones ENSO El Niño en la región persisten. Donde, la TSM en el océano Pacífico ecuatorial oriental-central y central continua por encima del promedio climatológico. Sin embargo, las anomalías atmosféricas sobre el océano Pacífico tropical se han debilitado con respecto a las condiciones El Niño. Pese a esto, el CPC se mantiene en un estado de “Aviso El Niño y Vigilancia La Niña”, de acuerdo con las salidas de los modelos climáticos globales y regionales. En estos estados de monitoreo, se estima una transición de las condiciones oceánicas y atmosféricas de El Niño a ENSO Neutral con una probabilidad del 85 % durante abril y junio de 2024. Esta eventual transición y evolución entre El Niño y ENSO Neutral, está acompañada de una probable evolución a las condiciones oceánicas y atmosféricas características de La Niña sobre el Pacífico ecuatorial entre junio y agosto de 2024 con una probabilidad del 60 %.

Entre marzo y octubre de 2023 se evidenció que las Anomalías de la TSM (ATSM) positivas se propagaron y desplazaron gradualmente desde el oriente hacia el occidente del océano Pacífico ecuatorial. Desde diciembre de 2023 las ATSM positivas atenuaron a través de la mayoría del océano Pacífico ecuatorial. Recientemente, se evidencia que la TSM sobre algunas regiones el océano Pacífico ecuatorial oriental registran valores por debajo del promedio climatológico.

Por tanto, los valores calculados de las ATSM positivas sobre el Pacífico ecuatorial atenuaron moderadamente. Donde, se obtuvieron valores en la región Niño 1+2 de 0.8 °C, en la región Niño 3 de 0.3 °C, en la región Niño 3.4 de 0.5 °C y en la región Niño 4 (la más occidental sobre el Pacífico ecuatorial) de 0.8 °C, (Figuras 1 y 2; Tabla 1).

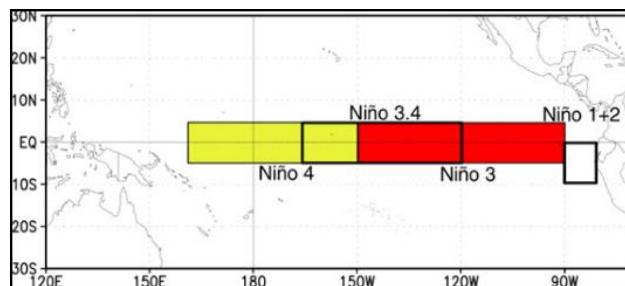


Figura 1. Regiones El Niño en el océano Pacífico ecuatorial. Fuente: CPC – NCEP, 2024

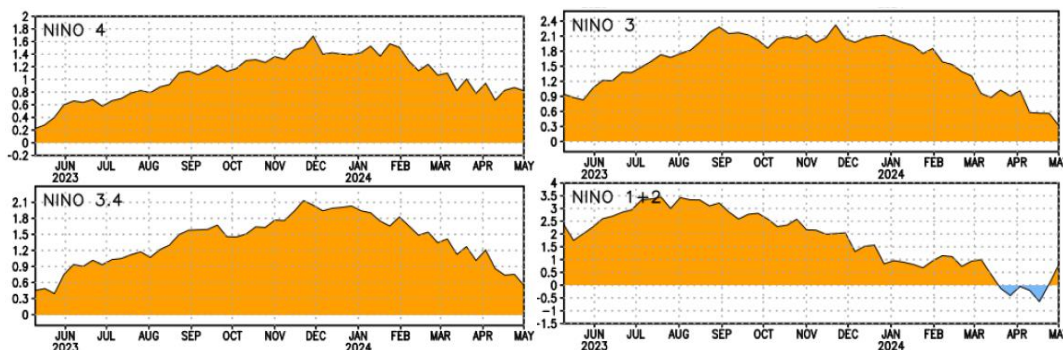


Figura 2. Evolución de las ATSM sobre el Pacífico ecuatorial hasta mayo de 2024. Fuente: Modificado de CPC – NCEP, 2024.

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

REGIÓN EL NIÑO	ANOMALÍAS DE LA TSM (°C)
El Niño 4	0.8
El Niño 3.4	0.5
El Niño 3	0.3
El Niño 1+2	0.8

Correspondientemente, de acuerdo con el más reciente informe del International Research Institute for Climate and Society (IRI, 2024), los diferentes modelos probabilísticos de predicción climática indican que las condiciones ENSO en su fase positiva El Niño atenuarán considerablemente entre la primavera e inicios del verano boreal entre los meses de Abril-Mayo-Junio (AMJ, Figura 3 y tabla 2). Por tanto, se estima que durante el segundo trimestre del año hasta el trimestre Junio-Julio-Agosto (JJA) los efectos océano – atmosféricos ENSO Neutral tendrán mayor influencia 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 Abril-Mayo-Junio (AMJ) de 2024 se estima un 65 % de probabilidad de presencia condiciones ENSO Neutrales debido a desacoplamiento de las condiciones océano – atmosféricas de la fase positiva de ENSO sobre el océano Pacífico ecuatorial (Tabla 2). Por tanto, a partir del segundo trimestre de 2024 y hasta el trimestre Junio-Julio-Agosto (JJA) se estima persistencia y predominio de las condiciones océano-atmosféricas características de ENSO Neutral con una probabilidad ocurrencia entre el 62 y 83 %. Mientras que, entre los trimestres Julio-Agosto-Septiembre (JAS) de 2024 y Diciembre (2024)-Enero-Febrero de 2025 (DJF, por sus siglas en inglés) de acuerdo con la salida de los modelos probabilísticos de predicción climática se prevé que se presente acoplamiento gradual de las condiciones oceánicas y atmosféricas características de La Niña. Paulatinamente, estas condiciones meteomarinas se intensificarán y persistirán hasta el invierno boreal de 2025 con una probabilidad de ocurrencia entre el 49 y 69 % (figura 3 y tabla 2).

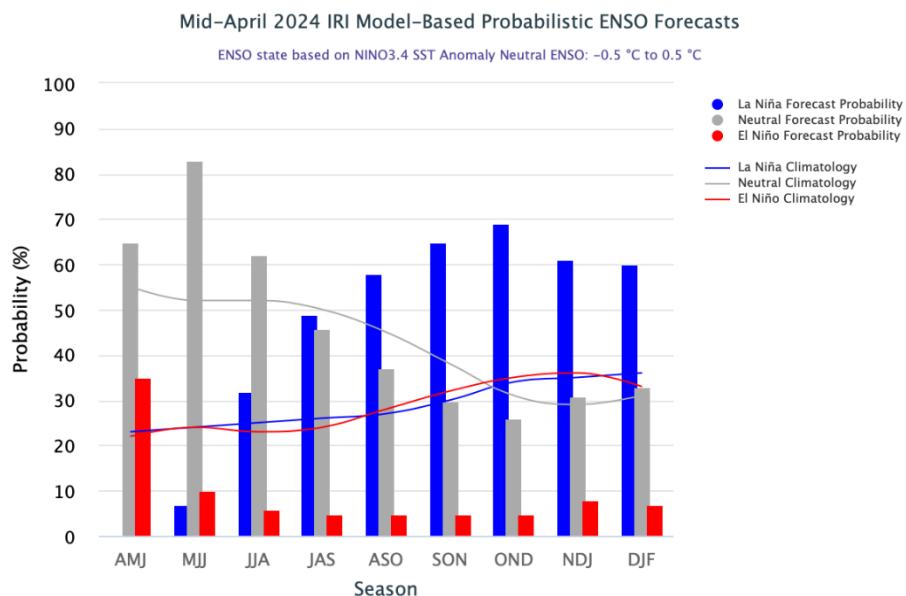


Figura 3. Pronóstico probabilístico de las condiciones ENSO hasta el trimestre Diciembre(2024)-Enero-Febrero (DJF, por sus siglas en inglés) de 2025. Fuente: IRI (2023). Tomado de: https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-iri_plume

De acuerdo con este acoplamiento e interacción océano-atmósfera sobre el océano Pacífico ecuatorial, el fenómeno ENSO en su fase Neutral se manifiesta actualmente sobre las condiciones climáticas en la cuenca del mar Caribe y en el mundo a través de sus teleconexiones. Lo anterior, influirá en el comportamiento de la precipitación en la cuenca del Caribe colombiano, probablemente manteniendo condiciones normales de los volúmenes y la intensidad de la precipitación de acuerdo con la normal climatológica sobre el litoral Caribe colombiano y el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y durante mayo de 2024.

Correspondientemente, de acuerdo con las salidas gráficas de los modelos determinísticos y probabilísticos subestacionales GEFS y CFS publicados recientemente por el CIOH, 2024 sobre el litoral Caribe colombiano centro y sur como también en las proximidades continentales al sur la de La Guajira en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, los Montes de María y en los Golfos de Morrosquillo y de Urabá durante la segunda y tercera semana de mayo de 2024 se estima incremento de la precipitación producto del debilitamiento paulatino de las condiciones océano-atmosféricas características de El Niño sobre el océano Pacífico ecuatorial, por la influencia directa de la dinámica de los fenómenos atmosféricos intraestacionales como la Oscilación Madden & Julián (OMJ) y por la atenuación en la velocidad del viento, el tránsito meridional y consolidación sobre latitudes más septentrionales en el Caribe colombiano de la Vaguada Monzónica.

Tabla 2. Probabilidad de ocurrencia de condiciones ENSO hasta el trimestre Diciembre(2024)-Enero-Febrero (DJF, por sus siglas en inglés) de 2025. Fuente: IRI (2024). Tomado de: https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-iri_plume

Estación	La Niña (%)	Neutral (%)	El Niño (%)
AMJ	0	65	35
MJJ	7	83	10
JJA	32	62	6
JAS	49	46	5
ASO	58	37	5
SON	65	30	5
OND	69	26	5
NDJ	61	31	8
DJF	60	33	7

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) durante inicios y hasta mediados de mayo de 2024, se estima ingreso y persistencia de una fase convectiva de la OMJ la cual influirá junto con los demás sistemas sinópticos en las condiciones atmosféricas sobre la cuenca del Caribe colombiano. Estas condiciones atmosféricas influirán en el incremento paulatino del comportamiento de la precipitación en la región. Sin embargo, se estima que a partir del 19 de mayo hasta finalizar el mes ingrese de una fase subsidente generando leve atenuación en la humedad, nubosidad y el comportamiento de la precipitación en el Caribe colombiano (Figura 4). Debido a que durante mayo se consolida en el Caribe colombiano la temporada de mayores precipitaciones, las oscilaciones atmosféricas, los sistemas béricos y los vientos en superficie asociados con la OMJ, influirán correspondiente y paulatinamente en el comportamiento e incremento de la precipitación sobre aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano.

Por tanto, debido al acoplamiento de las condiciones oceánicas y atmosféricas hasta finales de mayo se modulará y atenuará el gradiente de presión, la intensidad del viento y la altura significativa de la ola con respecto a las condiciones características de la temporada de mayores precipitaciones en la cuenca del Caribe colombiano. En el que se prevé para el sur de La Guajira, el litoral Caribe colombiano centro y sur, sobre y en las inmediaciones de las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, los Montes de María y el Golfo de Urabá, cielo entre parcial y mayormente nublado con probables lluvias dispersas entre ligeras y moderadas, incluso con probables tormentas eléctricas aisladas, especialmente durante los primeros días de mayo de 2024. Para el resto del área de la cuenca del Caribe colombiano, sobre el litoral norte, así como también en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, se estima predominio de tiempo seco.

Sin embargo, al finalizar el mes se estima una leve atenuación del comportamiento de la precipitación en la región, correspondientemente al acoplamiento y la interacción de la OMJ con sistemas atmosféricos regionales y las condiciones meteomarinas. Gradualmente, estos sistemas atmosféricos se acoplarán y modularán el incremento paulatino del comportamiento de la precipitación en la cuenca del Caribe colombiano.

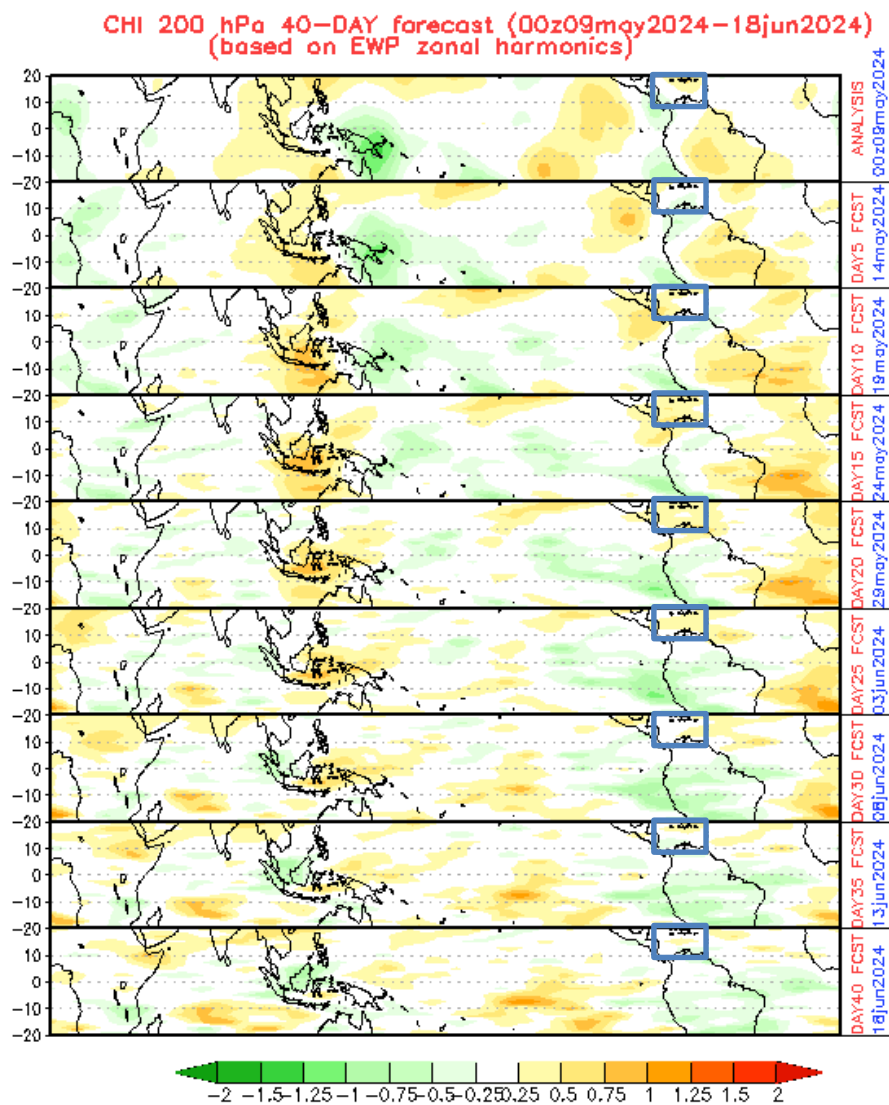


Figura 4. Pronóstico de la velocidad potencial en 200 hPa durante mayo-junio de 2024. Fuente: Climate Prediction Center (CPC) 2024.



2.2. Zona de Confluencia Intertropical

Entre marzo y mayo, el segmento del Pacífico de la Zona de Confluencia Intertropical – ZCIT usualmente se encuentra transitando hacia el norte de la región. Donde, se desplaza y posiciona en proximidades al litoral del Pacífico colombiano entre los 2.0 y 7.0 °N (Ruíz & Melo, 2019). Mientras que, la vaguada monzónica se encuentra meridionalmente un poco más al norte entre los 09 y 10 °N de latitud norte. A principios de mayo, el desplazamiento meridional y el posicionamiento de la ZCIT y la vaguada monzónica sobre latitudes más septentrionales en el trópico junto con la dinámica de los sistemas atmosféricos, influirán determinadamente en el comportamiento de las condiciones de tiempo atmosférico y mar, en el que se favorecerá la interacción activa con la baja presión del Darién y los sistemas anticiclónicos del Atlántico norte. Por tanto, a principios y mediados de mayo de 2024 se estima un moderado y paulatino incremento de la humedad, la nubosidad y el comportamiento de la precipitación sobre la cuenca del Caribe colombiano.

2.3. Sistemas Frontales

Teniendo en cuenta lo establecido por Royero et al. 2013 al analizar la información registrada en los boletines meteorológicos del IDEAM y el CIOH, la variación estacional de la ocurrencia y tránsito de sistemas frontales sobre la cuenca del Caribe colombiano en general tiene un promedio de seis (06) frentes fríos al año. Estos sistemas frontales se concentran especialmente durante la temporada de menores precipitaciones, incluso durante la época de transición a mayores volúmenes de precipitación. Donde, la mayoría de los sistemas frontales transitaron entre enero y febrero, en el que el 64 % de los frentes fríos se registraron durante los tres primeros meses del año. Por tanto, debido a que durante mayo se consolida la temporada de mayores precipitaciones sobre la cuenca del Caribe colombiano, la presencia de sistemas frontales en la región es muy poco probable. Lo anterior, producto de la dinámica de la circulación general de la atmósfera en el hemisferio norte, la atenuación de los sistemas básicos en el Atlántico norte y del gradiente de presión en la cuenca Caribe, asociados con el gradiente horizontal de temperatura en la atmósfera.



2.4. Ondas Tropicales del Este

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, a partir de mayo el incremento del comportamiento de la precipitación en cuanto a frecuencia e intensidad está asociado a este fenómeno estacional. Las lluvias asociadas a las Ondas Tropicales del Este generalmente registran cortos períodos de duración, influyendo en amplios sectores de la cuenca del Caribe colombiano.

2.5. Temporada Ciclónica 2024

De acuerdo con el último informe emitido por la Universidad Estatal de Colorado (Klotzbach et al., 2024), se estima que la temporada ciclónica en el océano Atlántico 2024, tendrá un comportamiento extremadamente activo debido al registro récord de la TSM en el océano Atlántico tropical y subtropical oriental como un factor principal para su predicción. De acuerdo con este informe se estima que la temporada ciclónica de 2024 en la cuenca del océano Atlántico, tendrá un comportamiento considerablemente superior al promedio del periodo de referencia 1991-2020. Por tanto, se pronostica en promedio veintitrés (23) tormentas tropicales, de las cuales, se espera que once (11) sistemas ciclónicos alcancen la categoría de huracán y cinco (5) 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 cada fenómeno, sus características, sus estadios evolutivos y la configuración océano-atmosférica del momento determinado.

Tabla 3. Número y categoría de eventos ciclónicos estimados en el segundo pronóstico emitido durante la temporada ciclónica de 2024. Fuente: Klotzbach et. al., (2024)

Parámetro	Pronóstico 2024	Promedio 1991-2020
Tormentas con nombre	23	14.4
Días con tormentas	115	69.4
Huracanes	11	7.2
Días con huracanes	45	27
Huracán mayor (entre categoría 3 y 5)	5	3.2
Días con huracanes mayores	13	7.4




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

3.1. Configuración sinóptica climatológica de mayo

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 dorsal en altura con un área de convergencia sobre la cuenca del Caribe colombiano en la que los vientos presentan una advección de vorticidad y generan movimientos verticales descendentes característicos de condiciones de predominio de tiempo seco sobre la región. Esta prominente dorsal en altura posicionada sobre el Pacífico y el mar Caribe proviene de una marcada elongación de la configuración de un collado ubicado sobre el Pacífico subtropical oriental dominando el flujo de las líneas de corriente sobre el trópico en el hemisferio norte occidental.

Esta circulación atmosférica en altura modulada por acción de una dorsal que se extiende desde el Golfo de Urabá hasta el mar Caribe oriental en inmediaciones de las Antillas Menores presenta divergencia de vientos en la mitad oeste de la dorsal generando convección profunda sobre la cuenca del Pacífico colombiano. Por su parte, esta dorsal en altura presenta convergencia de vientos en la mitad este, generando subsidencia sobre gran parte de la cuenca del Caribe colombiano. Sin embargo, simultáneamente esta dorsal en altura genera transporte de humedad en niveles superiores de la tropósfera desde el océano Pacífico oriental hacia litoral Caribe colombiano norte y centro y el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y el sur del litoral Caribe con sus correspondientes aguas marítimas y costeras circundantes.

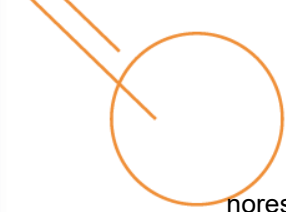
Por su parte, en el nivel de 500 hPa se configura sobre el mar Caribe central un collado el cual tiene dos elongaciones que generan una pequeña vaguada en altura y una dorsal mayor sobre la cuenca del Caribe colombiano. Estas elongaciones modulan la circulación atmosférica, el



transporte de humedad, condiciones convectivas y subsidentes en el Caribe colombiano. Siendo, estas últimas condiciones secas sobre la región propias del acoplamiento océano-atmósfera El Niño durante la climatología característica de mayo. Esta circulación atmosférica genera un flujo de las líneas de corriente más organizado. Por tanto, genera los característicos vientos zonales de niveles medios de la atmósfera. Sin embargo, debido al gradiente de presión en este nivel y a las elongaciones de los sistemas béricos posicionada sobre el Caribe colombiano se presenta una advección de vorticidad modulando la convergencia del viento, advección de humedad y condiciones subsidentes sobre el litoral Caribe colombiano y convectivas sobre el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

Por su parte, sobre los 700 y 850 hPa la configuración de los vientos en estos niveles se debe a un flujo atmosférico zonal de las líneas de corriente en el que se configura prominentemente el sistema de alta de presión de Azores sobre el Atlántico norte central, especialmente en el nivel de los 850 hPa. Debido a la elongación de este sistema atmosférico de alta de presión de Azores se configura una dorsal posicionada sobre el Atlántico norte occidental y una vaguada sobre el Caribe oriental las cuales presentan advección de vorticidad modulando divergencia de vientos sobre el mar Caribe oriental y la cuenca del Caribe colombiano. Esta divergencia de vientos sobre el Caribe genera advección de humedad y convección entre somera y profunda sobre la cuenca del Caribe colombiano influyendo en el incremento de la precipitación, especialmente a principios y mediados del mes de mayo para consolidar el inicio de la temporada de mayores precipitaciones en la región.

Similarmente, en superficie sobre los 1000 hPa los característicos vientos alisios del hemisferio sur propios del recurvamiento definido por la vaguada monzónica se configuran organizadamente al sur de la Cuenca del Pacífico Colombiano. Mientras que, sobre el Atlántico norte oriental el sistema de alta presión de Azores se debilita ligeramente y su dorsal asociada a la elongación del sistema ya no es tan prominente y se desplaza sobre latitudes mayores. Esta configuración de la dorsal asociada con la alta presión de Azores bajo el escenario del acoplamiento de las condiciones océano-atmosféricas genera que el flujo de los vientos alisios ya no sea dominado por la influencia de la dorsal. Por tanto, los característicos vientos alisios de componente este y



noreste en superficie (1000 hPa) ahora son influidos por la interacción directa y la divergencia generada por el anticiclón de Azores. Generando a su vez esta divergencia de vientos una somera vaguada en superficie que influye en la advección y de humedad y el incremento del comportamiento de la precipitación durante mayo en la cuenca del Caribe colombiano (Figura 5).

Correspondientemente, la ligera interacción entre los sistemas de alta presión que se ubican sobre el Atlántico norte y los sistemas de baja presión que se posicionan sobre el centro del litoral Caribe colombiano mantienen un gradiente de presión entre débil y moderado que favorece el tránsito de vientos de componente este y noreste. Donde, producto del debilitamiento de los sistemas de alta presión del Atlántico norte se inhibe la presencia del chorro de bajo nivel del Caribe y a su vez influyen en la atenuación de la velocidad del viento que se estima estará entre los 5 y 15 nudos con algunos pulsos hasta los 20 nudos y en la altura significativa de la ola que se prevé estará oscilando entre los 0.5 y 1.9 metros, incluso eventualmente hasta los 2.5 metros sobre aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano.

Por tanto, el contenido acuoso de la atmósfera y los procesos de evaporación y condensación sobre el mar Caribe durante mayo bajo el escenario de desacoplamiento océano-atmósfera de las condiciones El Niño incrementan considerablemente. Estas condiciones atmosféricas están asociadas con el gradiente horizontal de temperatura, al gradiente horizontal de presión y finalmente a la dinámica de la circulación atmosférica. Por tanto, durante las dos primeras décadas de mayo (primeros veinte días) en la cuenca del Caribe colombiano, el comportamiento de la precipitación será más intenso, incrementando moderadamente los volúmenes de precipitación acumulada en la región. Mientras que, durante la última década de mayo (últimos diez días) se estima ligera atenuación del comportamiento de la precipitación en la cuenca del Caribe colombiano. En el que finalmente, durante mayo se consolida la época de mayores precipitaciones en la región. Lo anterior está fuertemente influido por el desacoplamiento océano-atmósfera propia del debilitamiento de El Niño sobre el Pacífico ecuatorial durante la primavera boreal y por los sistemas atmosféricos descritos anteriormente (figura 5).

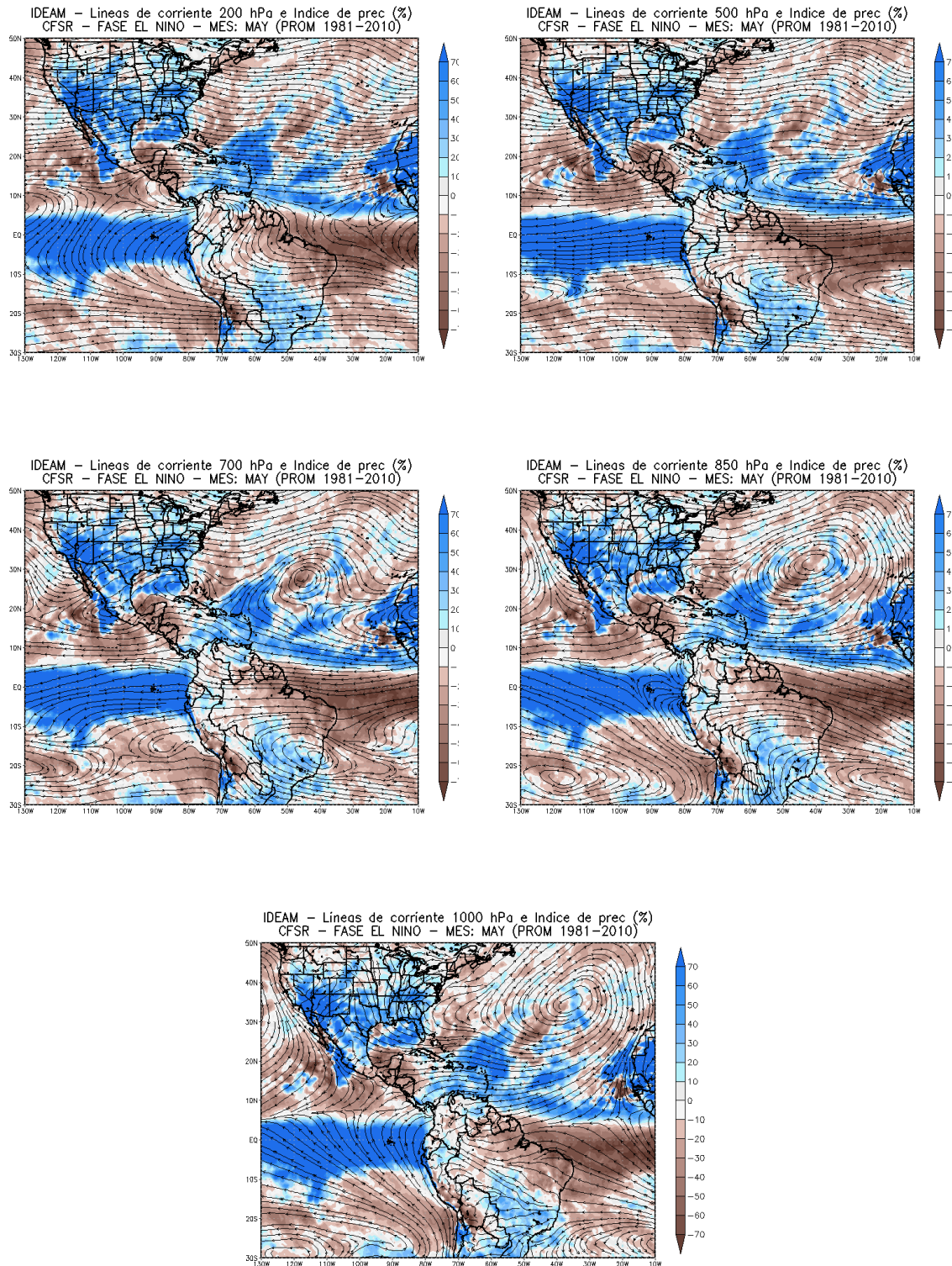


Figura 5. Líneas de corriente e índice de precipitación para el mes de mayo (1981-2010) bajo las condiciones El Niño en 200, 500, 700, 850 y 1000 hPa, extraídas del CFSR. Fuente: Ruíz & Melo, 2019.

3.2. Precipitación

De acuerdo con la climatología generada a partir de datos históricos (1991-2020, figura 6)¹, durante mayo se consolida la temporada de mayores volúmenes de precipitación sobre la cuenca del Caribe colombiano. Como se evidencia en la figura 6 estas condiciones atmosféricas son más acentuadas sobre el litoral sur del Caribe colombiano y las inmediaciones al Golfo de Urabá de la cuenca del Caribe colombiano. En el que los registros de precipitación son mayores y están comprendidos entre los 147.1 y 376.6 mm en las estaciones de Corozal representativa para Coveñas y de Carepa representativa para Turbo, correspondientemente. Por su parte, los puertos ubicados sobre el litoral Caribe colombiano centro y el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina presentan volúmenes medios de precipitación con valores entre los 108.5 y 128.5 mm. Mientras que los puertos del litoral Caribe norte y la alta Guajira presentan volúmenes menores de precipitación durante mayo con valores entre los 27.9 y 62.6 mm (DIMAR – CIOH, 2023. Figura 6).

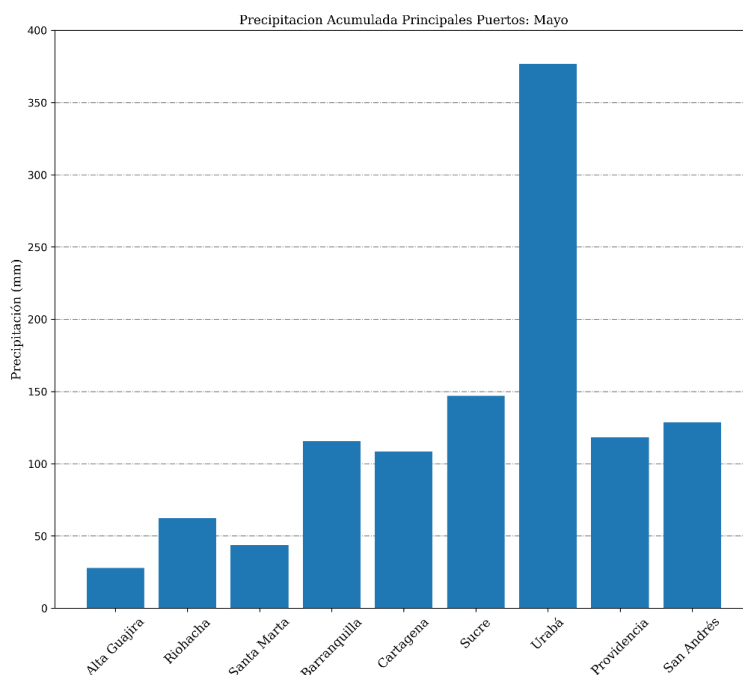



Figura 6. Valores climatológicos de precipitación durante mayo (1991-2020) en los principales puertos del Caribe colombiano. Fuente: Datos IDEAM. Elaboración de Normales Climatológicas DIMAR – CIOH (2023).

¹ Climatología calculada a partir de series de tiempo suministradas por los datos de la red de estaciones meteorológicas del IDEAM.



Las anomalías de precipitación fueron generadas con datos del periodo de referencia 1991-2020, provenientes del Climate Forecast System vs2 (CFSv2, NOAA- NCEP, 2024). De acuerdo con el modelo CFSv2, durante mayo de 2024 se estima que las anomalías negativas de precipitación atenúen considerablemente y tengan menor cobertura espacial con respecto al mes anterior. En general, se evidencia sobre aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano anomalías positivas de precipitación con valores entre los 0.1 y 3.2 mm/día. Los mayores valores se concentran sobre regiones de altamar y continentales del litoral Caribe colombiano norte y centro al sur de La Guajira, las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, los Montes de María, el Golfo de Morrosquillo y el Golfo de Urabá. Estas mayores anomalías positivas de la precipitación están por encima de la normal climatológica y presentan valores entre los 2.0 y 3.2 mm/día. Mientras que, sobre la alta Guajira, el litoral Caribe colombiano sur y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina las anomalías positivas de precipitación son menores con valores que oscilan entre los 0.1 y 2.0 mm/día (figura 7).

Por tanto, durante mayo en gran parte de la cuenca del Caribe colombiano se estima registros dentro de lo normal y por encima de lo normal con algunos excesos en los volúmenes de precipitación. Especialmente, en aguas marítimas y costeras al sur del litoral Caribe colombiano norte y sobre el litoral Caribe colombiano centro. Es decir, durante mayo en la cuenca del Caribe colombiano se prevé volúmenes de precipitación entre lo normal y moderadamente mayores a los valores climatológicos de referencia 1991-2020 (figura 6). La ocurrencia de estas anomalías positivas de precipitación está asociada con el paulatino desacoplamiento océano-atmósfera y a la influencia que ejerce los efectos de El Niño sobre el comportamiento de la precipitación en la región. Como también, producto de la interacción entre los fenómenos atmosféricos locales y regionales, como la atenuación en la velocidad de los vientos, el tránsito meridional y consolidación sobre latitudes más septentrionales en el Caribe colombiano de la vaguada monzónica, el probable tránsito de ondas tropicales del este, los ciclones tropicales y la ocurrencia de giros monzónicos, entre otros.

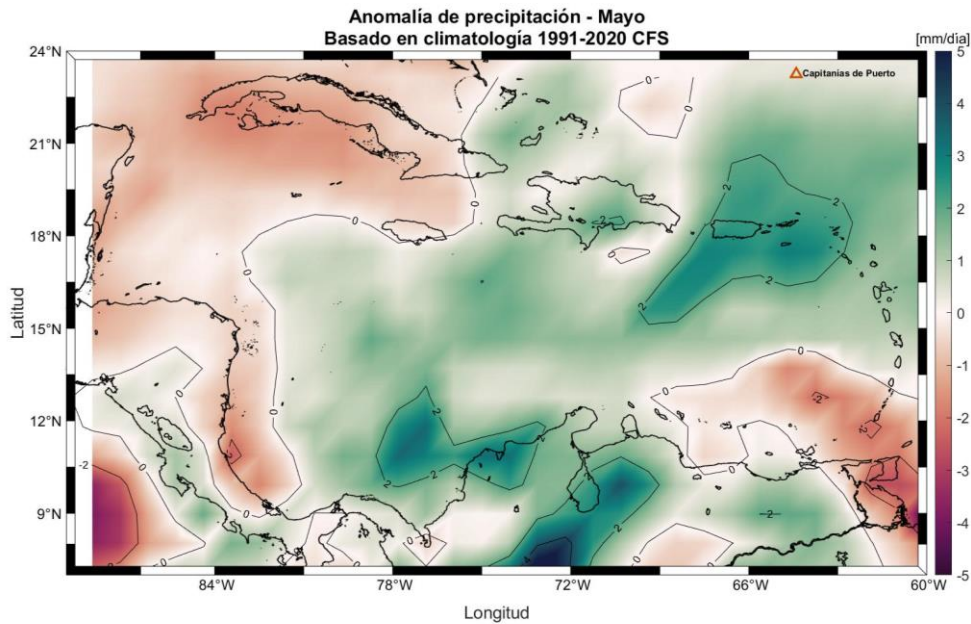


Figura 7. Pronóstico de la anomalía mensual de precipitación para mayo de 2024. Fuente: Modelo CFSv2 (NOAA –NCEP, 2024).

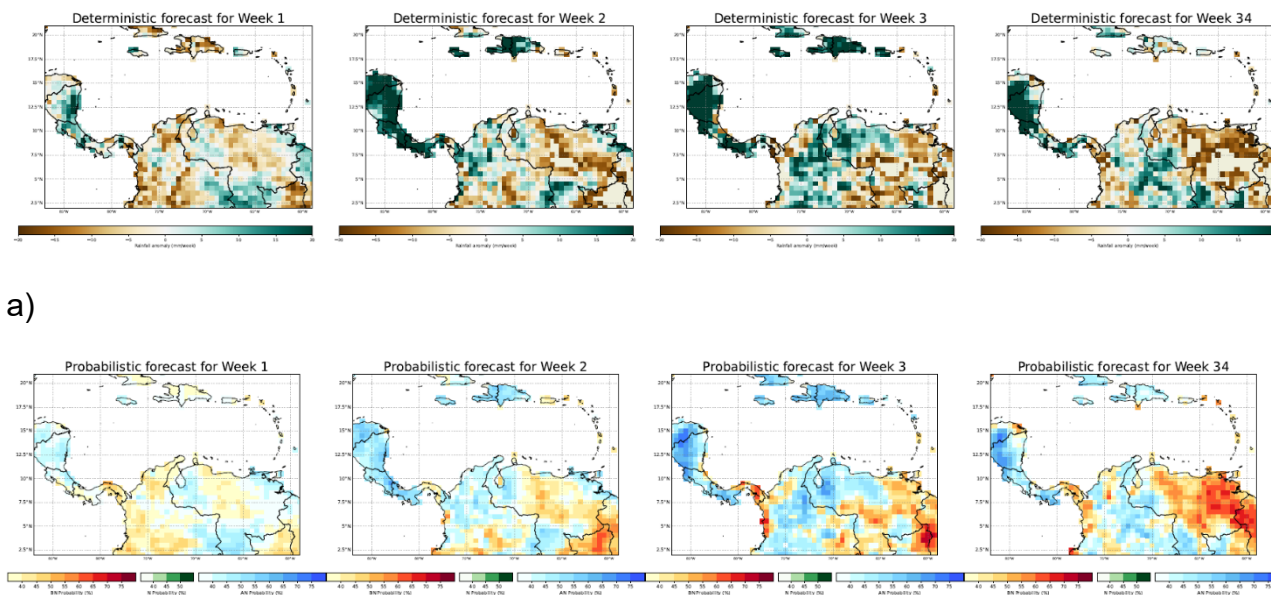
Lo anterior, es coherente con los modelos determinísticos y probabilísticos subestacionales GEFS y CFS publicados recientemente por el CIOH, 2024. Las salidas gráficas de estos modelos fueron emitidas a partir de la primera semana de mayo de 2024 las cuales tienen un horizonte de tiempo de siete (7) días para ser válidas durante el transcurso de este periodo de tiempo.

Teniendo en cuenta la estimación emitida por estos modelos determinísticos y probabilísticos, se evidencia que en el paso del tiempo durante la segunda y tercera semana se incrementan las anomalías positivas de precipitación en la cuenca del Caribe colombiano. Especialmente, sobre el litoral Caribe colombiano sur y centro, como también en inmediaciones de las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, los Montes de María y los Golfos de Morrosquillo y Urabá.

Esto indica que existe una probabilidad moderada de presentarse precipitaciones por encima de los valores normales para la época (excesos de precipitación) sobre la cuenca del Caribe colombiano, especialmente durante las semanas dos (2) y tres (3. CIOH, 2024. Figura 8).



Mientras que, durante la semana cuatro (4) estas anomalías positivas de precipitación se concentran especialmente sobre el litoral Caribe colombiano norte y al sur del litoral Caribe colombiano centro en inmediaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y el Golfo de Urabá.



a)

b)

Figura 8. Pronósticos determinísticos y probabilísticos subestacionales mayo de 2024 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 1990-2017², durante mayo los mayores valores de la temperatura del aire máxima en la cuenca Colombia se registran sobre el litoral Caribe colombiano norte y centro en los puertos de Riohacha con 32.0 °C, Barranquilla con 31.8 °C y Santa Marta con 31.6 °C. Por su parte, la temperatura del aire

² Climatología calculada a partir de series de tiempo suministradas por los datos de la red de estaciones meteorológicas del IDEAM.

promedio es de 28.8°C. Los valores promedio cercanos a la normal climatológica 1990-2017, se presentan en los puertos de Riohacha con 29.0 °C, Santa Marta con 29.3 °C y Cartagena con 28.6 °C. Mientras que, los menores valores de la temperatura del aire mínima se registran en las estaciones meteorológicas representativa para el Golfo de Urabá con 24.7 °C y Coveñas-Corozal con 25.2 °C, ubicadas sobre el litoral Caribe colombiano sur y centro, respectivamente (Figura 9).

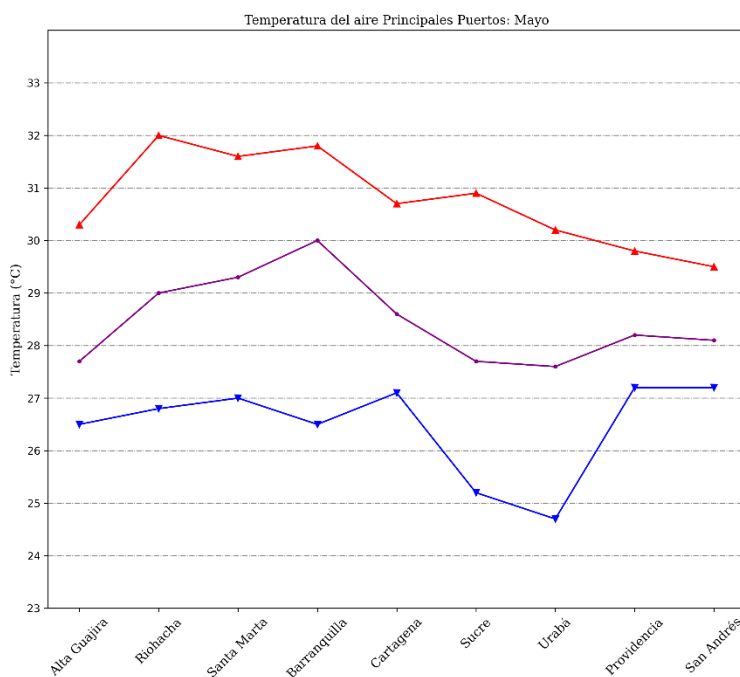


Figura 9. Valores climatológicos de temperatura máxima (línea continua roja), media (línea continua magenta) y mínima (línea continua azul) para mayo (1990-2017) en los principales puertos del Caribe colombiano. Fuente: DIMAR - CIOH (2024).

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

4.1 Altura de la ola y corrientes superficiales

A partir de los valores climatológicos del modelo de oleaje WAVEWACH III calculados para el período (1979-2016) (NWS-NOAA, 2009), se evidencia que durante mayo se presenta un comportamiento similar de la altura media del oleaje con respecto al mes anterior. La dirección predominante del oleaje sobre el litoral Caribe norte es del este. Mientras que, sobre el litoral Caribe centro y sur como también en el área insular de la cuenca Colombia la dirección predominante es de componente noreste. En general, la altura significativa de la ola en la cuenca del Caribe colombiano registra valores entre los 1.0 y 2.0 m. Donde los mayores valores de la altura significativa de la ola se presentan sobre el litoral Caribe centro con valores alrededor de los 2.2 m. Por su parte, sobre el litoral Caribe colombiano sur se registra una ligera disminución en los valores, observándose entre 0.8 y 1.0 m (Figura 10).

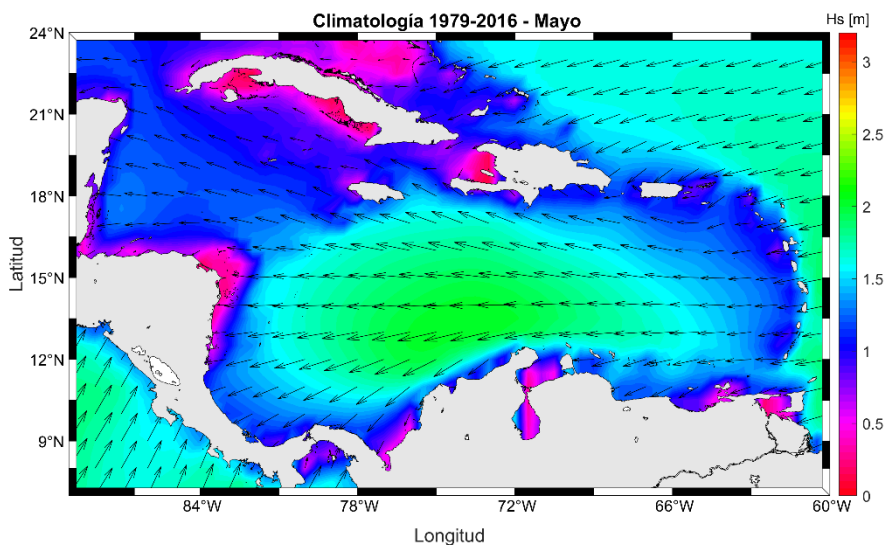


Figura 10. Valores climatológicos de dirección y altura de la ola en el mar Caribe para el mes de mayo (1979-2016). Fuente: WW III (NWS - NOAA, 2009)

Teniendo en cuenta los valores climatológicos Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS, 2020) calculados para el periodo (1993-2020), durante mayo se presentan valores levemente inferiores con respecto al mes anterior de la altura dinámica absoluta del mar sobre la cuenca del Caribe colombiano. En general, en la cuenca Colombia los valores de la altura dinámica absoluta del mar oscilan entre 0.4 y 0.7 m (Figura 11).

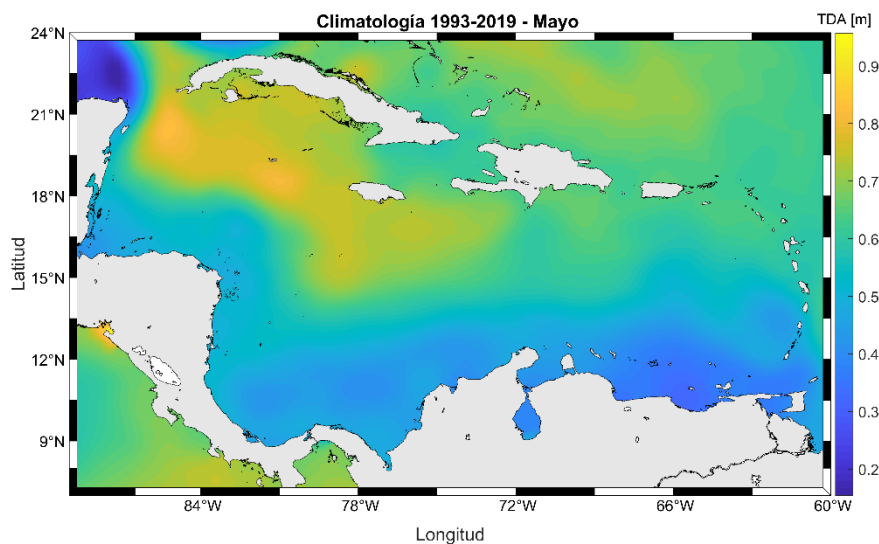


Figura 11. Valores climatológicos de altura dinámica absoluta del mar para el mes de mayo (1993-2019). Fuente: Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS, 2020).

4.2 Corrientes superficiales

De acuerdo con valores climatológicos (1992-2012) provenientes del modelo hidrodinámico HYCOM 2.2 (Naval Research Laboratory -NRL, 2020), en mayo la velocidad de la corriente superficial muestra un comportamiento similar respecto al mes anterior sobre la cuenca del Caribe colombiano. Como es característico de esta zona, la dirección predominante es de componente oeste, y registra velocidades que oscilan entre 0.1 y 0.7 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 en el que la corriente superficial del mar muestra una circulación anticiclónica, con velocidades promedio entre 0.1 y 0.4 m/s (Figura 12).

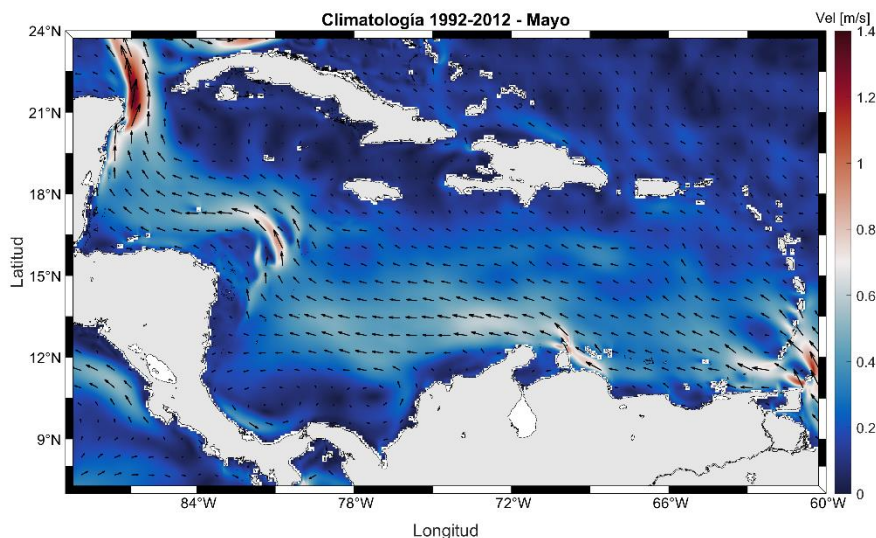


Figura 12. Valores climatológicos de la velocidad y dirección de la corriente superficial predominante para mayo (1992-2012). Fuente: NRL, 2020.

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 mayo la TSM en aguas marítimas y costeras de la cuenca del Caribe colombiano muestra un aumento en los valores con respecto al mes anterior. En mayo la TSM registra valores climatológicos que oscilan entre 25.8 y 29 °C sobre la cuenca Caribe colombiana en general. La región que comprende la zona central, sur y costera presenta en general un aumento significativo en los valores respecto al mes anterior. En cuanto a la característica surgencia de La Guajira, se observa con una disminución significativa en cuanto a su cobertura espacial respecto al mes anterior, presentando valores de la TSM entre 25.8 y 26.5°C (Figura 13).

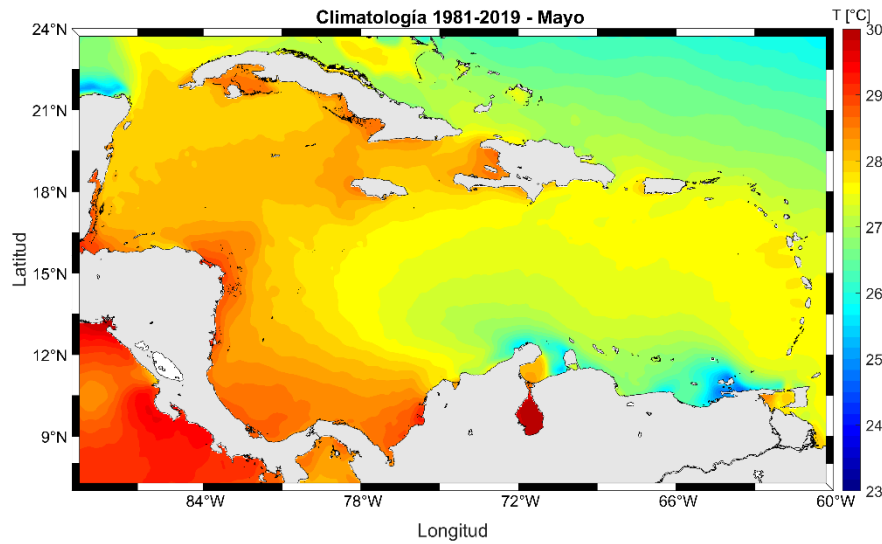


Figura 13. Valores climatológicos de la TSM para el mes de mayo (1981-2019). Fuente: Good et al., 2020.

De acuerdo con la proyección para mayo de 2024 del Climate Forecast - CFSv2 (NOAA - CPC, 2021), usando datos para el periodo de referencia 1991-2020 las ATSM sobre la cuenca del Caribe colombiano persisten y son ligeramente mayores con respecto al mes anterior.

En general, la cuenca del Caribe colombiano presentaría ATSM positivas con valores que oscilarían entre 0.5 y 1.5 °C (Figura 14). Estas ATSM positivas pueden influir directamente en las condiciones océano – atmosféricas, exacerbando los escenarios prevaletentes de tiempo y mar en la cuenca del Caribe colombiano.

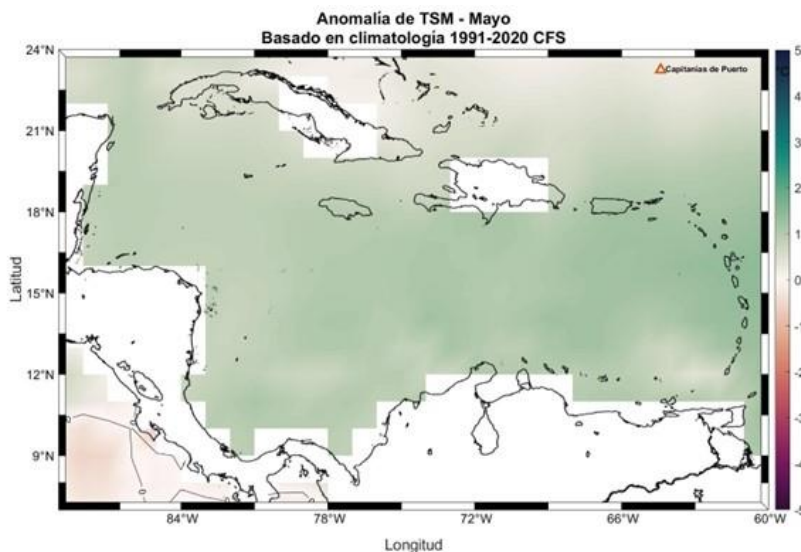


Figura 14. Pronóstico de las anomalías de la TSM para el mes de mayo de 2024. Fuente: NOAA-CPC, 2021.

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: [ideam dimar 2805-8828 2022 cartilla mareografica colombia caribe 2024.pdf](http://ideam.dimar.gov.co/2805-8828-2022-cartilla-mareografica-colombia-caribe-2024.pdf)




CONCLUSIONES

Actualmente, las condiciones ENSO El Niño en la región persisten. Donde, la TSM en el océano Pacífico ecuatorial oriental-central y central continua por encima del promedio climatológico. Sin embargo, las anomalías atmosféricas sobre el océano Pacífico tropical se han debilitado con respecto a las condiciones El Niño. Pese a esto, el CPC se mantiene en un estado de “Aviso El Niño y Vigilancia La Niña”, de acuerdo con las salidas de los modelos climáticos globales y regionales.

Se estima que durante el segundo trimestre del año hasta el trimestre Junio-Julio-Agosto (JJA) los efectos océano – atmosféricos ENSO Neutral tendrán mayor influencia 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.

De acuerdo con este acoplamiento e interacción océano-atmósfera sobre el océano Pacífico ecuatorial, el fenómeno ENSO en su fase Neutral se manifiesta actualmente sobre las condiciones climáticas en la cuenca del mar Caribe y en el mundo a través de sus teleconexiones. Lo anterior, influirá en el comportamiento de la precipitación en la cuenca del Caribe colombiano, probablemente manteniendo condiciones normales de los volúmenes y la intensidad de la precipitación de acuerdo con la normal climatológica sobre el litoral Caribe colombiano y el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y durante mayo de 2024.

Correspondientemente, de acuerdo con las salidas gráficas de los modelos determinísticos y probabilísticos subestacionales GEFS y CFS publicados recientemente por el CIOH, 2024 sobre el litoral Caribe colombiano centro y sur como también en las proximidades continentales al sur de La Guajira en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, los Montes de María y en los Golfos de Morrosquillo y de Urabá durante la segunda y tercera semana de mayo de 2024 se estima incremento de la precipitación producto del debilitamiento paulatino de las condiciones



océano-atmosféricas características de El Niño sobre el océano Pacífico ecuatorial, por la influencia directa de la dinámica de los fenómenos atmosféricos intraestacionales como la Oscilación Madden & Julián (OMJ) y por la atenuación en la velocidad del viento, el tránsito meridional y consolidación sobre latitudes más septentrionales en el Caribe colombiano de la Vaguada Monzónica.

De acuerdo con el último informe emitido por la Universidad Estatal de Colorado (Klotzbach et al., 2024), se estima que la temporada ciclónica en el océano Atlántico 2024, tendrá un comportamiento extremadamente activo debido al registro récord de la TSM en el océano Atlántico tropical y subtropical oriental como un factor principal para su predicción. Por tanto, se estima que la temporada ciclónica de 2024 en la cuenca del océano Atlántico, tendrá un comportamiento considerablemente superior al promedio del periodo de referencia 1991-2020.

Durante mayo en gran parte de la cuenca del Caribe colombiano se estima registros dentro de lo normal y por encima de lo normal con algunos excesos en los volúmenes de precipitación. Especialmente, en aguas marítimas y costeras al sur del litoral Caribe colombiano norte y sobre el litoral Caribe colombiano centro. Es decir, durante mayo en la cuenca del Caribe colombiano se prevé volúmenes de precipitación entre lo normal y moderadamente mayores a los valores climatológicos de referencia 1991-2020.

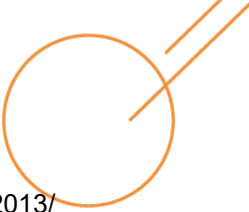
En mayo la TSM registra valores climatológicos que oscilan entre 25.8 y 29 °C sobre la cuenca Caribe colombiana en general. La región que comprende la zona central, sur y costera presenta en general un aumento significativo en los valores respecto al mes anterior. En cuanto a la característica surgencia de La Guajira, se observa con una disminución significativa en cuanto a su cobertura espacial respecto al mes anterior, presentando valores de la TSM entre 25.8 y 26.5°C.

En general, la cuenca del Caribe colombiano presentaría ATSM positivas con valores que oscilarían entre 0.5 y 1.5 °C (Figura 14). Estas ATSM positivas pueden influir directamente en las condiciones océano – atmosféricas, exacerbando los escenarios prevaletientes de tiempo y mar en la cuenca del Caribe colombiano.



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](http://bart.ideam.gov.co/wrfideam/new_modelo/DOCUMENTOS/2019/NT_IDEAM-002-2019.pdf)