





- b) Recolección de muestras de agua a profundidades estándar (0, 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 m), a partir de estas muestras, se analizan nutrientes (nitrato, nitrito, fosfato, y silicato), oxígeno disuelto, clorofila a y contajes celulares.
- c) Recolección de muestras planctónicas (fito y zooplancton) mediante lances verticales en los estratos de 10 a 20 m y de 40 a 50 m, arrastres superficiales con redes tipo cilindro cónica simple, con estas muestras se realiza el análisis cualitativo y cuantitativo de los organismos.

### 3 RESULTADOS 10 MILLAS CONTINENTE

#### 3.1 TEMPERATURA Y SALINIDAD

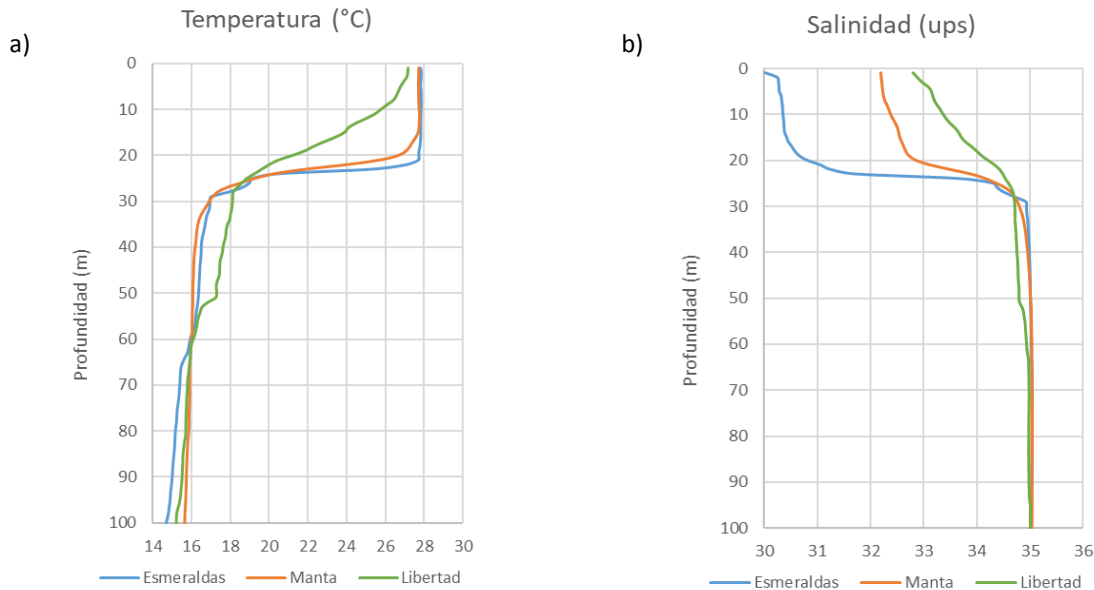


Figura 2 Perfiles de la a) temperatura del mar y b) salinidad en las 3 localidades del monitoreo ubicadas en la costa continental en febrero 2025.

La Temperatura Superficial del Mar (TSM) registrada en las estaciones presentó valores cercanos a los 27°C, con anomalías positivas de 0.6°C en Esmeraldas, 1.6°C en Manta y 1.9°C en La Libertad. En comparación con enero, la TSM aumentó en Manta y La Libertad, mientras que en Esmeraldas se mantuvo estable. Tabla 2

Tabla 2 Datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) y Anomalías Temperatura Superficial del Mar (ATSM)

Estación	ENERO		FEBRERO	
	TSM	ATSM	TSM	ATSM
Esmeraldas	27.2	0.6	27.8	0.6
Manta	26.6	1.6	27.7	1.6
La Libertad	26.4	1.9	27.2	1.9

En cuanto a la estructura térmica de la columna de agua, las estaciones muestreadas mostraron una marcada estratificación, a excepción de La libertad. La profundidad de la capa de mezcla alcanzó los 21 m en Esmeraldas, 18 m en Manta y 6 m en La Libertad. Estas profundidades fueron superiores a las medias climatológicas, que suelen ser de 8 m en Esmeraldas y 4 m en Manta. En contraste, en La Libertad (10 m), la capa de mezcla fue más superficial de lo esperado. La termoclina se identificó con un rango de temperatura que osciló entre 27°C y 17°C. Por debajo de los 30 m, las temperaturas se estabilizaron alrededor de los 16°C, evidenciando una capa profunda homogénea y menos influenciada por las variaciones térmicas de la superficie (Figura 2a).

Por otro lado, la profundidad de la isoterma de 20°C (Z20) se registró en 22 m en La Libertad, y 24 m tanto en Manta como en Esmeraldas, valores cercanos a lo esperado para la época según la climatología. Sin embargo, al comparar con enero, en Esmeraldas la Z20 fue más superficial, mientras que en Manta y La Libertad se mantuvo similar a los valores registrados en enero, con 21 m y 18 m, respectivamente. Figura 2a.

Con respecto a la salinidad, se registraron valores de 32 ups en Manta y La Libertad, y 30 ups en Esmeraldas. La disminución de la salinidad en Esmeraldas podría estar asociada a un aporte significativo de agua dulce



debido a las intensas precipitaciones presentadas durante el muestreo, lo que habría provocado una reducción de la salinidad sobre la haloclina. En términos de anomalías, se evidenciaron valores negativos de aproximadamente -1 ups en Esmeraldas y Manta, mientras que en La Libertad las anomalías fueron alrededor de -0.5 ups, reflejando posibles variaciones en los procesos de mezcla vertical y la influencia de condiciones atmosféricas locales. Figura 2b.

### 3.2 OXÍGENO DISUELTO Y NUTRIENTES

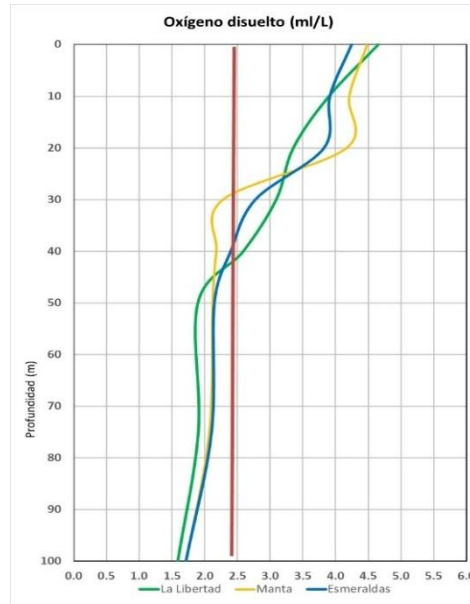


Figura 3 Perfil de oxígeno disuelto (ml/L) en la columna de agua hasta los 100 m en las tres estaciones muestreadas en febrero de 2025.

Tabla 3 Contenido de oxígeno disuelto de la columna de agua en febrero vs enero 2025.

Parámetro	La Libertad Enero	Manta Enero	Esmeraldas Enero	La Libertad Febrero	Manta Febrero	Esmeraldas Febrero
O.D. Superficial (ml/L)	4.49	4.66	4.60	4.65	4.48	4.24
Climatología O.D. Superficial (ml/L)	4.95	4.86	4.72	4.97	4.90	4.87
O.D Columna de agua 0 a 100 m (ml/L)	2.40	2.97	3.41	2.87	2.90	2.89
Profundidad (m) de la concentración de 2.5 ml/L.	25	30	45	40	25	35

Fuente. INOCAR 2025.

Durante el periodo de análisis, la concentración superficial de oxígeno disuelto (O.D) en las tres estaciones de muestreo osciló entre 4.24 ml/L y 4.65 ml/L, valores que se encuentran por debajo del rango climatológico de referencia (Tabla 3). En la distribución vertical, la estación de Manta presentó las mayores concentraciones de oxígeno disuelto en comparación con Esmeraldas y La Libertad (Figura 3).

Entre enero y febrero se registraron variaciones mensuales en la concentración de oxígeno disuelto. En la capa superficial, se observó un incremento (0.16 ml/L) en La Libertad mientras que en Manta y Esmeraldas los valores disminuyeron (0.18 ml/L y 0.36 ml/L, respectivamente), según la Tabla 3. Esta tendencia fue inversa a los cambios en la temperatura superficial mostrados en la Figura 1. En cuanto a la columna de agua por debajo de la superficie, las concentraciones de oxígeno disuelto disminuyeron en Manta y Esmeraldas durante febrero en comparación con enero, sin cambios significativos en La Libertad (Tabla 2).

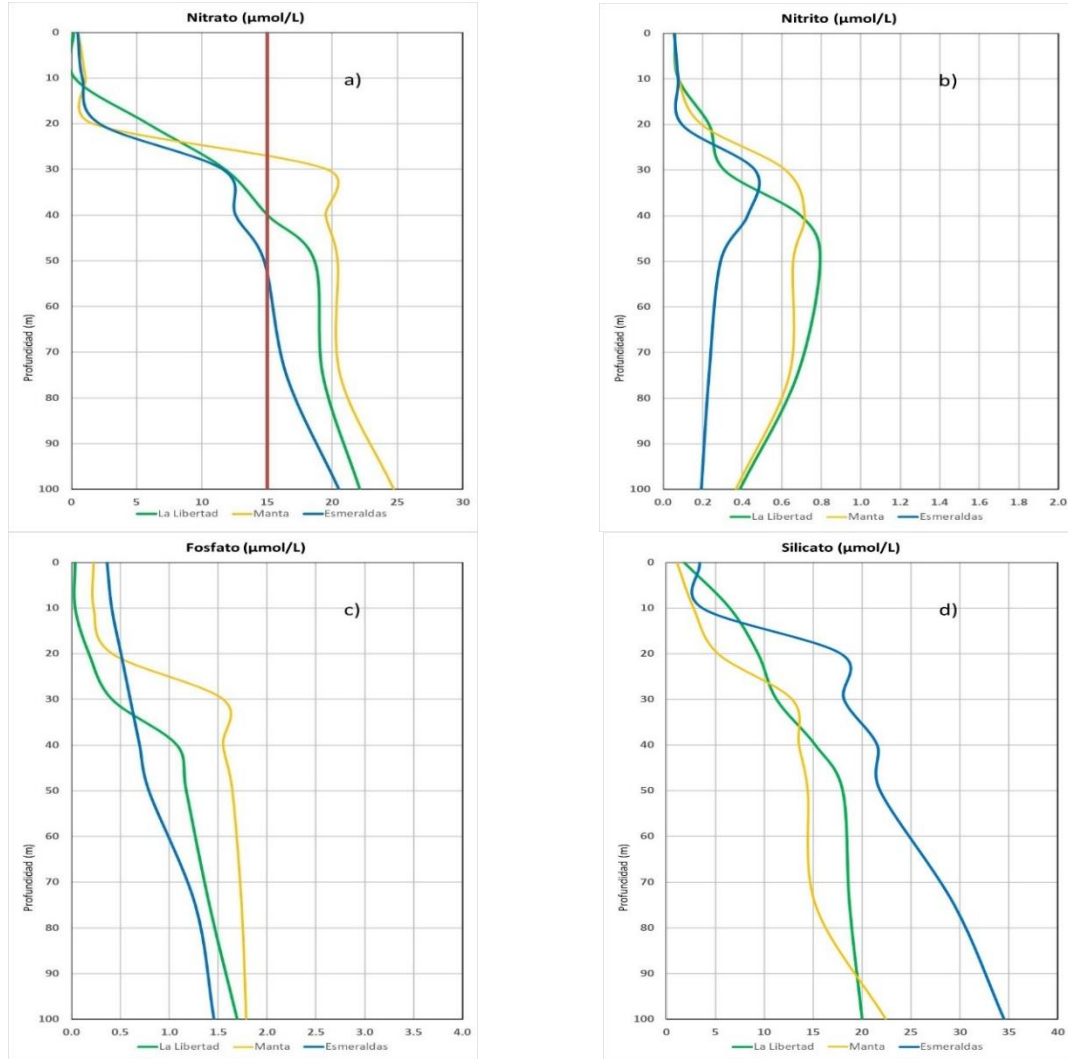


Figura 4 Perfil de nutrientes ( $\mu\text{mol/L}$ ) en las tres localidades de la costa continental febrero 2025.

Tabla 4 Caracterización del contenido de nutrientes en febrero vs enero 2025.

Parámetro	La Libertad Enero	Manta Enero	Esmeraldas Enero	La Libertad Febrero	Manta Febrero	Esmeraldas Febrero
Ubicación de la nutriclina (m)	10 a 20	20 a 30	35 a 40	5 a 10	25 a 30	25 a 30
Nitrato superficial ( $\mu\text{mol/L}$ )	0.63	0.07	0.21	0.14	0.54	0.47
Nitrato en columna de agua ( $\mu\text{mol/L}$ )	17.82	14.02	10.51	11.63	13.51	9.93
Nitrito superficial ( $\mu\text{mol/L}$ )	0.27	0.001	0.05	0.06	0.06	0.06
Nitrito en columna de agua ( $\mu\text{mol/L}$ )	0.32	0.2989	0.48	0.40	0.42	0.230
Fosfato superficial ( $\mu\text{mol/L}$ )	0.05	0.25	0.05	0.04	0.23	0.37
Fosfato en columna de agua ( $\mu\text{mol/L}$ )	1.35	1.26	1.35	0.75	1.14	0.76
Silicato superficial ( $\mu\text{mol/L}$ )	2.31	1.71	1.71	1.80	1.10	3.39
Silicato en columna de agua ( $\mu\text{mol/L}$ )	12.93	11.84	7.18	12.63	10.97	18.80

Fuente INOCAR 2025.

Entre enero y febrero se observaron variaciones significativas en las concentraciones de nutrientes, tanto a nivel superficial como en profundidad. En superficie, durante febrero se registraron menores concentraciones de fosfato y silicato en La Libertad y Manta, mientras que en Esmeraldas estos nutrientes aumentaron. El nitrato mostró un incremento en Manta y disminuciones en La Libertad y Esmeraldas. El nitrito presentó una reducción generalizada en las tres estaciones (Tabla 3).



En la columna de agua subsuperficial, febrero evidenció máximos promedios de concentración para los cuatro nutrientes evaluados: 13.51  $\mu\text{mol/L}$  (nitrato), 0.42  $\mu\text{mol/L}$  (nitrito), 1.14  $\mu\text{mol/L}$  (fosfato) y 18.80  $\mu\text{mol/L}$  (silicato), superando los valores registrados en enero y la climatología histórica, lo que sugiere una intensificación de los procesos de remineralización (Tabla 3).

Verticalmente, en Manta se observaron bajas concentraciones superficiales de nitrato, fosfato, nitrito y silicato, con incrementos graduales en profundidad, alcanzando máximos de 0.72  $\mu\text{mol/L}$  (nitrito) y 22.44  $\mu\text{mol/L}$  (silicato) entre los 40 y 100 m. Un patrón similar se evidenció en La Libertad, donde los nutrientes aumentaron con la profundidad, alcanzando valores de hasta 22.10  $\mu\text{mol/L}$  (nitrato), 0.79  $\mu\text{mol/L}$  (nitrito), 1.70  $\mu\text{mol/L}$  (fosfato) y 20.04  $\mu\text{mol/L}$  (silicato) entre los 50 y 100 m.

En Esmeraldas, el fosfato y el silicato presentaron concentraciones elevadas desde la superficie, incrementándose hasta 1.46  $\mu\text{mol/L}$  y 34.51  $\mu\text{mol/L}$ , respectivamente, a 100 m de profundidad. Los nitratos y nitritos, aunque presentaron valores superficiales similares a los de las otras estaciones, mostraron un incremento con la profundidad, alcanzando hasta 20.51  $\mu\text{mol/L}$  y 0.46  $\mu\text{mol/L}$ , respectivamente, entre los 30 y 100 m.

### 3.3 CLOROFILA

Entre las estaciones monitoreadas, La Libertad presentó las mayores concentraciones de clorofila-a, tanto en la superficie como en la capa subsuperficial, lo que sugiere una alta productividad fitoplanctónica en la zona. En Esmeraldas, se identificó un pico de concentración a mayor profundidad, posiblemente asociado a la presencia de masas de agua enriquecidas en nutrientes. En contraste, Manta registró las menores concentraciones, con una distribución vertical más homogénea y valores reducidos en toda la columna de agua. Estos patrones se observan claramente en los perfiles presentados en la Figura 5.

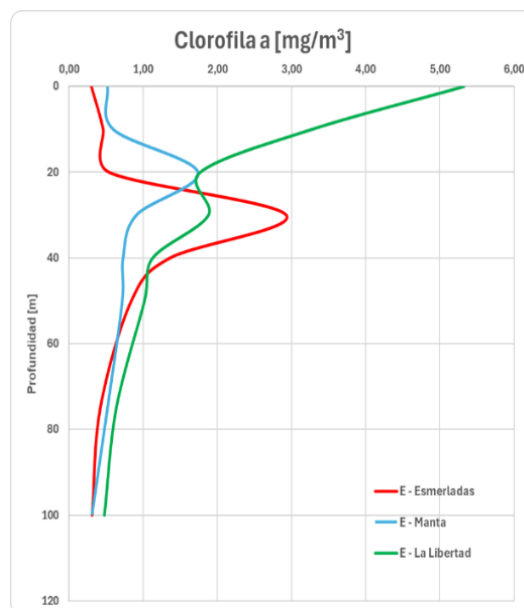


Figura 5 Distribución de Clorofila en las tres estaciones fijas, durante febrero de 2025.

### 3.4 CONTAJES CELULARES DE FITOPLANCTON

Las concentraciones de fitoplancton registradas en las tres estaciones de muestreo mostraron, en general, una distribución vertical con máximos en las capas superficiales y una tendencia descendente con la profundidad. La Libertad presentó la mayor densidad fitoplanctónica, con un pico en los primeros 10 metros y una disminución progresiva hacia los 100 metros, donde se registraron concentraciones mínimas (Figura 6).

En Manta se observó un patrón similar, con un ligero aumento de la densidad en los primeros metros por debajo de la superficie, seguido de una disminución continua con la profundidad. Este comportamiento, observado tanto en Manta como en La Libertad, sugiere que la biomasa fitoplanctónica se concentra en la zona fótica, probablemente favorecida por la mayor disponibilidad de nutrientes y luz solar.



En Esmeraldas, en cambio, la distribución vertical del fitoplancton fue más variable. A lo largo del perfil se identificaron fluctuaciones marcadas, con un máximo intermedio a unos 30 metros, una disminución hacia los 75 metros y un nuevo incremento a los 100 metros de profundidad. Este patrón irregular podría estar asociado a la presencia de masas de agua con diferente origen o a procesos locales de mezcla y resuspensión que afectan la distribución del fitoplancton (Figura 6).

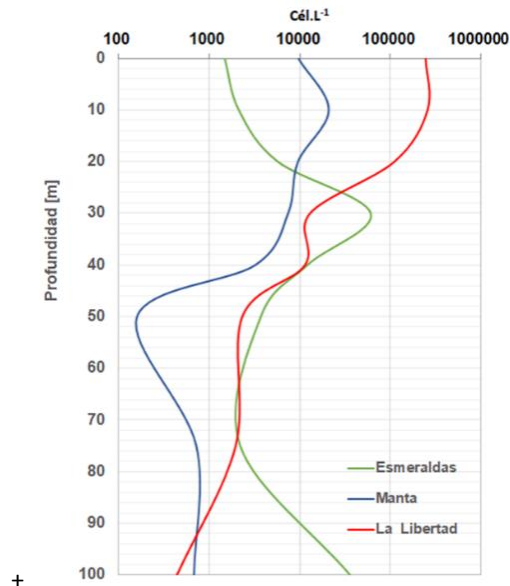


Figura 6 Distribución de la abundancia fitoplanctónica (Cél.L-1), en la columna de agua en 3 Estaciones fijas.

El fitoplancton estuvo dominado por diatomeas típicas de ambientes costeros y oceánicos, evidenciando una comunidad estructurada por condiciones favorables de nutrientes (Tabla 5). Entre las especies más abundantes se identificaron *Leptocylindrus danicus*, *Chaetoceros curvisetus* y *Guinardia striata*, junto con representantes del género *Nitzschia*. Estas diatomeas son altamente eficientes en la captación de nutrientes y contribuyen de manera significativa a la productividad primaria del ecosistema marino. Su presencia indica un sistema con potencial de alta producción biológica y su rol como base de la red trófica es fundamental, al proveer alimento a una amplia gama de organismos zooplanctónicos y niveles superiores.

Tabla 5 Abundancia relativa (%) de los principales grupos del fitoplancton, en las estaciones fijas.

Esmeraldas								
Profundidad	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75m	100m
Diatomeas	62	94	87	99	100	98	96	99
Dinoflagelados	38	6	13	1	0	2	4	1
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
Total Cél/L	1480	2120	5720	60800	12160	3720	2200	36000

Manta								
Profundidad	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75m	100m
Diatomeas	96	88	98	99	99	100	100	88
Dinoflagelados	4	12	2	1	1	0	0	12
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
Total Cél/L	9640	20880	9560	7440	3240	160	720	680

La Libertad								
Profundidad	0 m	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	75m	100m
Diatomeas	95	99	100	99	98	95	100	100
Dinoflagelados	5	1	0	1	2	5	0	0
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
Total Cél/L	245440	258240	111120	13000	11440	2320	1960	440



### 3.5 FITOPLANCTON RED 50u

En la capa superficial se identificaron especies, tales como *Proboscia alata* (31.7%) y *Goniodoma polyedricum* (11.6%), con una moderada abundancia en las estaciones de Manta y Esmeraldas (Tabla 6).

Tabla 6 Abundancia relativa (%) de las principales especies de fitoplancton registradas en la capa superficial y en los diferentes estratos en las tres estaciones Esmeraldas (E), Manta (M) y La Libertad (LL) del 14 al 21 de febrero de 2025.

Especies	Superficial			10-20 m			40-50 m		
	E	M	LL	E	M	LL	E	M	LL
<i>Ch. affinis</i>	0	1.06	57.7	10.1	0	72.4	16.3	11.5	17.8
<i>L. danicus</i>	9.36	2.76	32.3	20.2	63.3	1.99	0.24	7.82	10.2
<i>R. imbricata</i>	6.92	0.89	1.59	7.30	28.8	2.66	1.40	13.1	0
<i>G. striata</i>	0	49.1	2.71	0.51	2.73	4.65	4.44	18.5	21.1
<i>P. alata</i>	0	31.7	0.55	22.5	0.86	1.13	0	0	0
<i>Ch. eibenii</i>	28.8	0.89	0	0	1.37	0	20.9	19.9	20.1
<i>R. acuminata</i>	30.4	1.06	0	11.2	1.80	0	28.3	0	0
<i>G. polyedricum</i>	11.6	2.42	0.28	0	0.72	0.20	0	3.11	0
<i>Ch. curvisetus</i>	0	1.49	1.04	15.7	1.87	3.19	22.5	13.0	23.5
Otras especies	12.92	8.63	3.83	12.5	3.63	13.8	5.87	13.1	7.32
<b>Total %</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

La mayor concentración de clorofila observada en la estación de La Libertad se atribuye a la abundancia de *Chaetoceros affinis* (57.7%) y *Leptocylindrus danicus* (32.3%), especies que se registraron a lo largo de toda la columna de agua, como se ilustra en el análisis de las componentes canónicas (Figura 7).

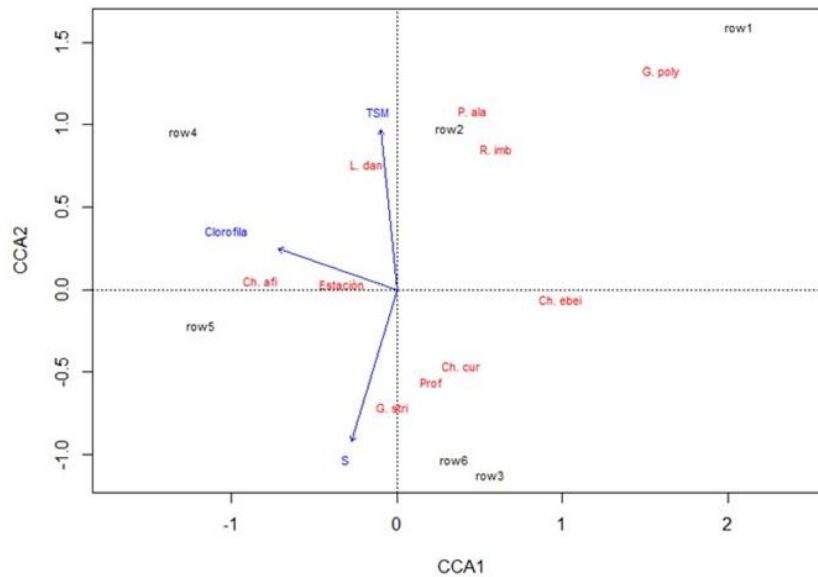


Figura 7 Análisis de las componentes canónicas en la estación fija La Libertad, durante febrero-2025.

La estación de Manta se caracterizó, en el estrato de 10-20 m, por la abundancia de *Leptocylindrus danicus* (63.3%) y *Rhizosolenia imbricata* (28.8%), especies consideradas indicadoras de aguas costeras.

Por otro lado, en Esmeraldas, en el estrato de 40-50 m, predominó la presencia de las diatomeas *Chaetoceros eibenii* (20.9%) y *Rhizosolenia acuminata* (28.3%)



### 3.6 ABUNDANCIA RELATIVA DEL ZOOPLANCTON.

Se analizaron tres estaciones de muestreo, siendo Esmeraldas la que presentó la mayor abundancia de zooplancton en la capa superficial, con una comunidad fuertemente dominada por copépodos, que representaron el 98 % del total, seguidos por huevos de peces. En Manta, la abundancia fue considerablemente menor, con una composición zooplanctónica distribuida equitativamente entre copépodos y radiolarios (Tabla 7).

En la columna de agua, entre los 10 y 20 metros de profundidad, Esmeraldas también presentó la mayor densidad zooplanctónica, dominada por copépodos y, en menor proporción, quetognatos. En el estrato de 40 a 50 metros, La Libertad registró la mayor concentración, con una comunidad zooplanctónica fuertemente dominada por quetognatos. Estos patrones sugieren una variabilidad espacial y vertical en la estructura del zooplancton, probablemente influenciada por las condiciones físicas locales y la disponibilidad de alimento (Tabla 7).

Tabla 7 Abundancia relativa (%) de las diferentes taxa del zooplancton en diferentes niveles en Manta (M), La Libertad (LL), durante febrero 2025.

TAXAS	SUPERFICIAL			10 -20m			40-50m		
	E	M	LL	E	M	LL	E	M	LL
Anfípodos	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Apendicularios	0,0	0,7	0,4	1,1	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Copépodos	98,0	45,8	88,3	92,1	32,9	100,0	42,3	78,9	9,1
Decápodos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	2,6	0,0
Cladóceros	0,3	4,6	1,5	0,0	0,0	0,0	19,2	7,9	0,0
Heterópodos	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0
Huevos de peces	1,3	2,4	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Larvas de Peces	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	11,5	0,0	0,0
Poliquetos	0,0	0,0	0,1	3,4	0,0	0,0	0,0	2,6	0,6
Ostrácodos	0,0	0,1	0,0	0,0	30,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Larva de stomatópodos	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pterópodos	0,1	0,4	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quetognatos	0,1	0,2	0,1	3,4	11,0	0,0	23,1	5,3	90,3
Radiolarios	0,0	45,8	0,0	0,0	24,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Sifonóforos	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total %	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Org/100m <sup>3</sup>	14495	5742	3874	3179	2929	1179	929	1357	12929

## 4 RESULTADOS 10 MILLAS GALÁPAGOS

La columna de agua en la estación Santa Cruz presenta una estructura estratificada, típica de regiones tropicales. En los primeros 13 metros se observa una capa de mezcla bien definida, con temperaturas entre 24°C y 25°C y salinidad cercana a 34.5 ups. Figura 7.

Entre los 13 y 60 metros de profundidad se desarrolla una termoclina y haloclina bien marcadas, donde la temperatura desciende hasta 18 °C y la salinidad aumenta progresivamente hasta 35 ups. Esta zona de transición marca una fuerte estratificación que limita el intercambio vertical. Figura 8

El oxígeno disuelto es alto en superficie (~5 mL/L), pero disminuye con la profundidad, alcanzando un mínimo (~2 mL/L) entre 50 y 80 metros, lo que indica la presencia de una zona de mínimo oxígeno (OMZ). A mayor profundidad, las condiciones se estabilizan con aguas más frías, salinas y pobres en oxígeno. Figura 7.

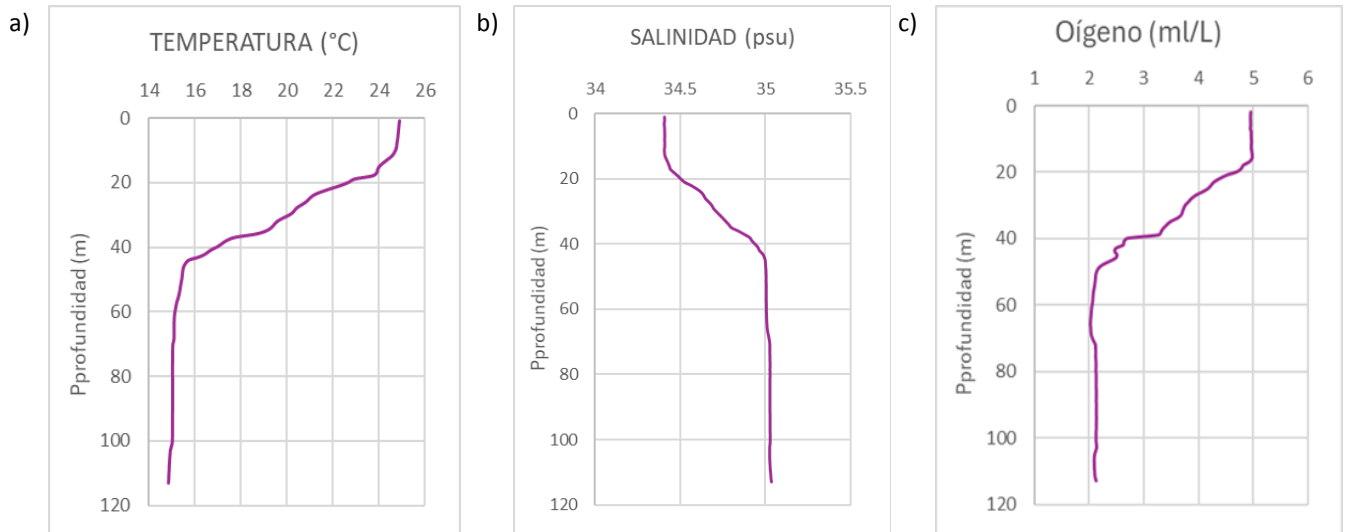


Figura 8 Perfiles de la a) temperatura del mar, b) salinidad del mar y c) oxígeno disuelto frente a Santa Cruz en febrero 2025.

## 5 CONCLUSIONES

El análisis de la temperatura superficial del mar (TSM) y la estructura térmica de la columna de agua muestra una significativa variabilidad entre las estaciones muestreadas. Las anomalías positivas de TSM observadas en Esmeraldas, Manta y La Libertad, junto con un aumento en la profundidad de la capa de mezcla en comparación con las medias climatológicas, indican un calentamiento superficial notable en algunas zonas. Sin embargo, la marcada estratificación observada en la columna de agua sugiere que, a pesar de las variaciones térmicas en la superficie, las aguas profundas mantienen una temperatura más estable. Este comportamiento puede influir en la dinámica oceánica, afectando la distribución de nutrientes y la biodiversidad marina en la capa superficial.

La variabilidad en la salinidad registrada en las diferentes estaciones está vinculada a eventos atmosféricos, como las intensas precipitaciones observadas en Esmeraldas, que podrían haber generado un aporte significativo de agua dulce y reducido la salinidad en la región. Las anomalías negativas de salinidad en las tres estaciones indican que los procesos de mezcla vertical y las condiciones atmosféricas locales tienen un impacto importante en la distribución salina de la superficie del mar.

Los perfiles de la estación Santa Cruz evidencian una columna de agua estratificada, dominada por la masa de agua ecuatorial superficial (ESE), caracterizada por temperaturas cálidas, salinidades moderadas y alto contenido de oxígeno. La presencia de una termoclina y haloclina bien definidas entre los 13 y 60 metros indica una fuerte estabilidad en la columna de agua, que limita la mezcla vertical. Esta estratificación da lugar a una zona de mínimo oxígeno en profundidad, lo que puede afectar los procesos biogeoquímicos y la distribución de organismos marinos.

La Libertad presenta un mayor contenido de oxígeno desde la superficie hasta los 40 m, lo que indica que está recibiendo una mayor mezcla vertical y un mayor consumo en profundidad, a diferencia de Manta y Esmeraldas que presenta en profundidad un menor consumo.

Manta y La Libertad presentan una distribución de los nutrientes típica de una columna de agua estratificada. En la zona superficial con aguas pobres en nutrientes debido a su alta actividad biológica, mientras que en las zonas profundas son ricas en nutriente, producto de la mineralización de materia orgánica. Manta y Salina muestra las mayores concentraciones de nitrato y fosfato a diferencia de Esmeraldas donde se presenta las mayores concentraciones de silicato indicativo de influencia de corrientes de agua profundas; sugiriendo un mayor transporte de estos nutrientes.

La Libertad presentó la mayor concentración de clorofila, destacándose la abundancia de *Chaetoceros affinis* y *Leptocylindrus danicus*, lo que sugiere condiciones favorables para el crecimiento de estas especies en las profundidades de 10-20 m y contribuyendo a una alta productividad primaria en esta zona. Con una



REPÚBLICA  
DEL ECUADOR

distribución relativamente homogénea, aunque con variaciones significativas en función de la profundidad y las características específicas de cada lugar, posiblemente asociada a factores como nutrientes o corrientes oceánicas locales.

Se registra el incremento de clorofila en la Libertad y Manta, debido al consumo de nutrientes en la capa superficial y las concentraciones de nutrientes aumentan hacia la profundidad, y asociados a la termoclina.

La mayor concentración de organismos del zooplancton se observó en Esmeraldas, siendo copépodos el grupo más dominantes en las 3 estaciones, y la presencia del grupo de radiolarios en Manta.

## ANEXO

### Participantes del monitoreo oceanográfico

NOMBRE	ACTIVIDAD DE MONITOREO
Ing. Martha Barahona	Variables Físicas
Ing. Richard Narea	Variables Químicas
Blgo. Raúl Marcillo	Variables Biológicas
Blgo. Harold Tumbaco	Variables Biológicas

### Participantes en la elaboración del informe:

NOMBRE	ACTIVIDAD
Ing. Martha Barahona	Análisis y escritura de la componente física, unificación del informe integral.
Ing. Richard Narea	Escritura de la componente química.
Blgo. Raúl Marcillo	Análisis zooplancton y redacción de los resultados respectivos.
Blga. María Elena Tapia	Análisis de clorofila, identificación de fitoplancton (red) y redacción de los resultados respectivos.
Blga. Elsa Salazar	Análisis contajes celulares y redacción de resultados respectivos.
Blgo. Christian Naranjo	Unificación y revisión del informe biológico.
Oc. Sonia Recalde	Colaboración en la revisión del informe integral.
Oc. Leonor Vera	Revisión y aprobación técnica del informe.

Cite este boletín como: Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada del Ecuador.

BOLETÍN 10 MILLAS Nro.002-2025.

<https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/boletines/10-millas>