

INSTITUTO UNIVERSITARIO NAVAL



ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

**VARIABILIDAD INTERANUAL DE LA CLOROFILA SATELITAL AL NORTE
DE LAS ISLAS MALVINAS**

AUTOR: AF MARIA YANG

TUTOR: LIC. ANDRES PESCIO

CURSO DE CAPACITACIÓN EN HIDRO-OCEANOGRFÍA

Buenos Aires

- 2019 -

RESUMEN 2

INTRODUCCIÓN	2
CUERPO DEL TRABAJO	3
Desarrollo del tema	3
Las áreas marítimas protegidas.....	3
Características del frente oceánico del talud	8
La distribución de vida en el mar.....	12
Los frentes marinos	15
Las corrientes del Mar Patagónico	17
Velocidad de las corrientes	18
métodos utilizados para obtener la información.....	19
Sensor MODIS AQUA	19
Resultados obtenidos.....	22
Análisis de los resultados.....	27
CONCLUSION	29
RECOMENDACIONES.....	29
BIBLIOGRAFÍA	30

RESUMEN

En el siguiente trabajo se analizó el desarrollo inter anual de la clorofila en la zona determinada por las coordenadas 51° 00 S 63°00 W, 48°00 S 62°00W - 48°00 S 57°00 W, 51° 00 S 57°00 W, al norte de las Islas Malvinas.

Mediante el análisis de los valores observados de las imágenes y diagramas de hovmoller, obtenidos por el sensor MODIS AQUA accediendo a través del sitio web interactivo Giovanni, desarrollado por la N.A.S.A.,GoddardEarthSciences Data and InformationServices Center (GES DISC).

Se observó que los mayores valores de productividad de fitoplacton se da en la estación de primavera y verano llegando a valores de 700mg m.

En otoño descienden las concentraciones a 127mg m y en invierno los valores mas bajos siendo de 40 mg m.

INTRODUCCIÓN

Los Océanos cubren gran del parte planeta, siendo aproximadamente el 71% de la superficie de la Tierra. Ellos son indispensables para el equilibrio de la vida ya que desempeñan roles fundamentales como ser un regulador del clima, genera gran parte del oxígeno, es equilibrador de los gases de la atmósfera y contiene la mayor parte de biomasa del mundo.

Con lo que respecta a los seres humanos los océanos conforman una fuente principal de alimentos para muchos países y es un recurso energético renovable.

Los mares son el medio donde se moviliza gran parte de la economía mundial.

A pesar de su inmensidad e importancia las acciones directas o indirectas del hombre han repercutido negativamente, provocando desequilibrios que generan grandes consecuencias.

Con el comienzo de la revolución industrial la actividad humana comenzó a ser perjudicial para el medio ambiente de forma significativa.

En la actualidad como consecuencia de la contaminación (especies invasoras, acidificaron de los océanos, accidentes marítimos, drenajes y desechos de la actividad humana) y la sobre-pesca los océanos se ven amenazados, por esta razón la importancia de tomar acciones para conservar y proteger el medio ambiente.

En este trabajo final integrador se investigará sobre el desarrollo de la clorofila y su variabilidad inter anual al norte de las Islas Malvinas mediante análisis de datos e imágenes satelitales con el fin de contribuir con información para la evaluación de áreas protegidas.

El seguimiento de los valores de fitoplacton se realizo con la pagina web interactiva generada por la NASA llamada Giovanni para un periodo de tiempo de 10 años.

CUERPO DEL TRABAJO

[Desarrollo del tema](#)

Las áreas marítimas protegidas

Un área marítima protegida (AMP) es un área delimitada geográficamente por coordenadas donde se establecen normas especiales

las cuales restringen total o parcialmente algunas actividades con fines variados pudiendo ser el de proteger a todos o parte de los recursos que se encuentran en ella, realizar seguimientos de ecosistemas, estudios científicos, protección, recuperación y conservación de hábitats.

Para determinar un amp se debe hacer un estudio en base a datos científicos para establecer cual es la situación inicial de esa parcela, como se comporta, que biodiversidad hay en ella y que actividades se llevan a cabo allí.

A partir de ello analizar cual es la problemática, si hay especies o hábitat que se encuentran amenazadas o si se encontrarán a futuro con las actividades que se encuentra realizando, en el caso de restricción de pesca como afectaría a nivel socio-económico, si es un ecosistema vulnerable o simplemente se quiere utilizar como área de estudio.

Cuando se identifica el propósito del área se comienza con el plan de investigación y seguimiento en forma conjunta con un plan de gestión.

Una vez ya definida, es necesario crear un marco jurídico que ampare el amp.

Actualmente “La Argentina cuenta con 61 áreas protegidas costero marinas (APCM), entre las que se encuentran parques nacionales, reservas provinciales y municipales, reservas de biósfera (MaB) y sitios Ramsar. Los instrumentos jurídicos de creación de dichas áreas son también diversos: ordenanzas municipales, disposiciones, resoluciones, decretos y leyes provinciales, leyes nacionales y, en el caso de Tierra del Fuego, la Constitución provincial.

Las APCM están inscriptas en el Sistema Federal de Áreas Protegidas (SiFAP).

En agosto de 2013, por medio de la Ley 26875, se creó el Área Marina Protegida Namuncurá – Banco Burdwood (AMPNBB), la primer área marina por fuera de la jurisdicción provincial. El AMPNBB abarca la columna de agua y el espacio bentónico de la meseta submarina conocida como Banco Burdwood, delimitada por la isobata de 200 metros y con una extensión estimada de 28.000 km². Se caracteriza por endemismos de especies bentónicas, especialmente corales de agua fría, por una alta concentración de nutrientes y saturación de oxígeno, que permite albergar una biodiversidad mayor a las aguas que la rodean. La autoridad de aplicación es la Jefatura de Gabinete de Ministros, y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) que fue designada Secretaría Técnica. El AMPNBB cuenta con un Plan de Manejo, aprobado en diciembre de 2016.

En noviembre de 2014 la Argentina sancionó la Ley 27037 que instituye el Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas (SNAMP). La norma brinda el marco legal para la creación de áreas marinas protegidas por fuera de la jurisdicción provincial.

En ese contexto, al que se sumó el proyecto GCP/ARG/025/GFF Fortalecimiento de la gestión y protección de la biodiversidad costero marina en áreas ecológicas clave y aplicación del enfoque ecosistémico de la pesca (EEP), se identificaron ocho áreas de importancia biológica y ecológica siguiendo los criterios del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), lo cual fue plasmado en el documento Identificación de áreas de alto valor de conservación como potenciales áreas marinas protegidas.

Este material sirvió de base para la elaboración del documento Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas: bases para su puesta en funcionamiento (SNAMP – 2016), realizado conjuntamente con las

organizaciones de la sociedad civil, personal técnico de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y de la Administración de Parques Nacionales, que describe los lineamientos para una política nacional sobre áreas marinas protegidas y presenta sitios relevantes para la biodiversidad del Mar Argentino.”(áreas marinas protegidas, argentina.gob.ar)

Vale destacar entonces la importancia que tienen las AMP, éstas desarrollan un rol fundamental para la preservación del medio ambiente y sus recursos.

La Extinción de animales, vegetales o cualquier forma de vida implica un proceso irreversible de la situación y por lo tanto la desaparición definitiva de esa especie.

En la historia de la evolución esto sucede desde el comienzo de la vida por causas naturales, sin embargo en los últimos años el hombre de forma directa o indirecta ha contribuido para acelerar esos procesos.

Las consecuencias de esto son vaciamiento de nichos ecológicos, destrucción de cadenas alimentarias, alteración de la homeostasis.

Al momento de proteger un área marina es esencial disponer de información oceanográfica, como son las corrientes, temperaturas, y aquí aparece un indicador: la clorofila.

Los afloramientos masivos de clorofila indican una alta concentración de nutrientes y saturación de oxígeno en la zona, esto permite albergar una biodiversidad mayor a las aguas que la rodean.

El área de estudio de este trabajo se encuentra comprendida dentro de las coordenadas 51° 00 S 63°00 W, 48°00 S 62°00W - 48°00 S 57°00 W, 51° 00 S 57°00 W al norte de las islas de Malvinas.

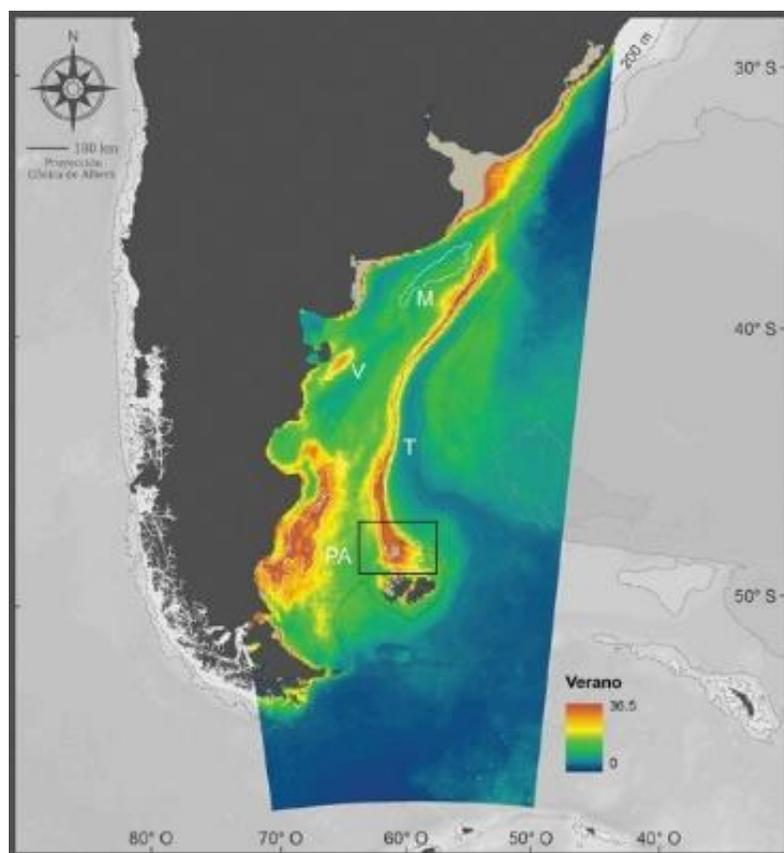


Figura 1. Concentración de clorofila superficial en el océano Atlántico sud-occidental. (Fuente: Piola y Farabella 2009)

Esta parcela es parte del frente oceánico del talud, comprendida dentro de un área mayor que fue sugerida anteriormente como una de las áreas de mayor relevancia biológica y ecológica en conjunto con el sistema Marino del Río de la Plata, y el Corredor Frente Chubut.

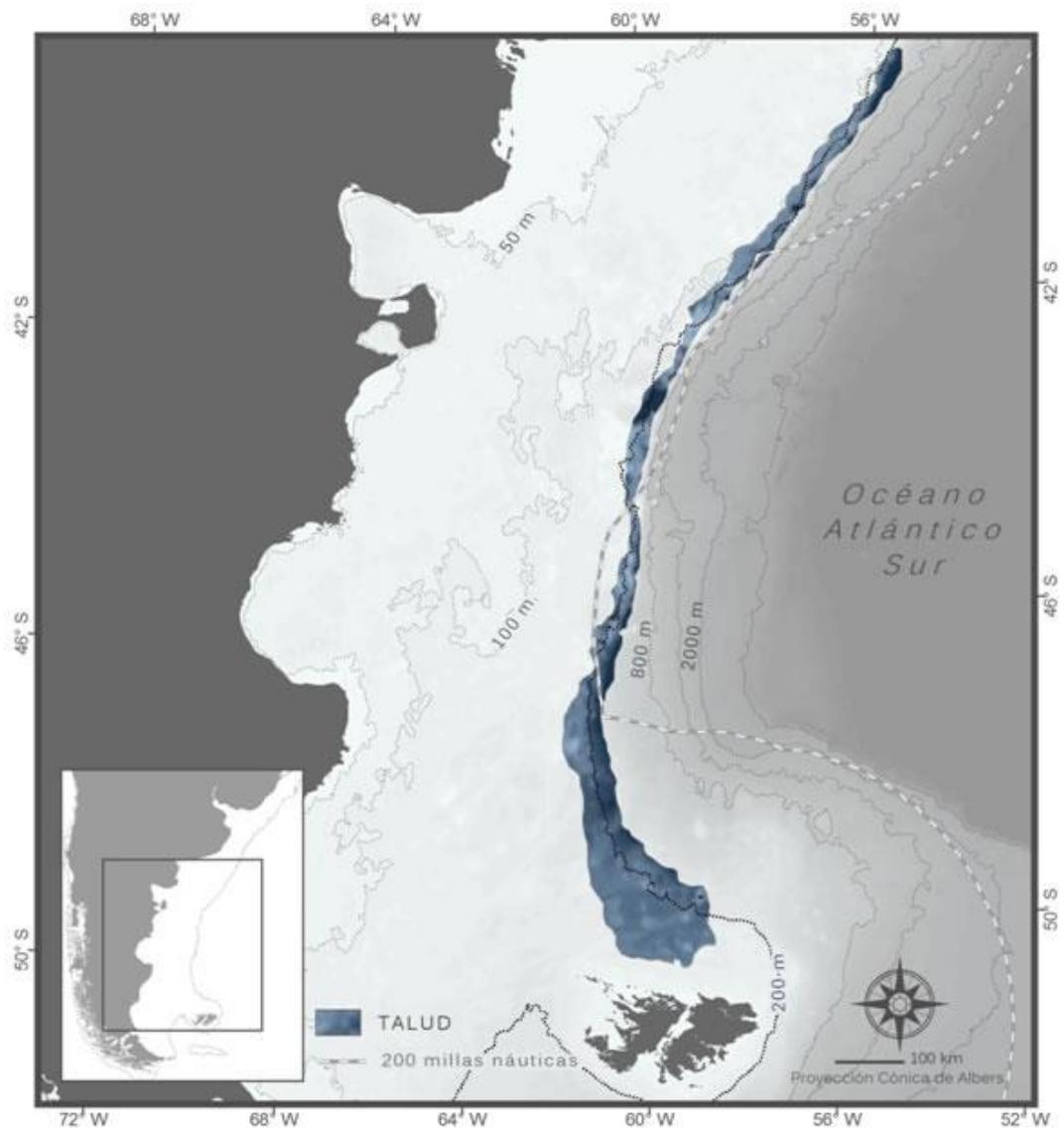


Figura 2. Contorno de ecosistema de frente de talud .
(Fuente:Falabella, V. 2014.)

Características del frente oceánico del talud

“El área corresponde al frente oceánico del talud (Carranza et al. 2008) limitado por el contorno de clorofila satelital CSAT= 2mg/m³ en verano, según Piola (2008). Se extiende a lo largo de aproximadamente 1500 km

sobre el borde del talud, ocupando un área aproximada de 59.000 km²” (Falabella, V. 2014.)

En la siguiente tabla se describen los criterios que se aplicaron para atribuirle el valor de importancia biológica y ecológica del área.

CRITERIOS	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN
exclusividad o rareza	hábitats exclusivos	Esta zona constituye uno de los frentes oceánicos más importantes y persistentes del Mar Patagónico con un rol ecológico y funcional clave para este ecosistema marino (Acha et al. 2004)
	Características geomorfológicas y oceanográficas raras o especiales	El borde del talud presenta secciones con cañones submarinos poco estudiados y de gran relevancia ecológica.
Importancia especial para el ciclo de vida de especies	Áreas requeridas para que una población sobreviva o prospere	El calamar argentino y la merluza común utilizan el frente como corredor migratorio y de alimentación, y área de desove (Brandhorst and Castello 1971; Bezzi et al. 1997; Bezzi et al. 2004; Waluda et al. 2008). La zona norte del frente del talud es un área de alimentación y desove de la anchoíta (Brandhorst and Castello 1971; Marrari et al. 2004). Es además un área

		de asentamiento bentónico de la vieira patagónica, la cual depende de la alta concentración de fitoplancton y de los mecanismos de retención larvaria presentes en este frente (Bogazzi et al. 2005). Ver “Descripción de los Criterios EBSA asociados a algunas especies del Talud” Importancia
Importancia especial para especies o hábitats amenazados	Áreas requeridas para que una población o especie amenazada, sobreviva, prospere o se recupere	Ver “Descripción de los Criterios EBSA asociados a algunas especies del Talud”
	Áreas relevantes para hábitats amenazados	Bancos de vieira patagónica (Taller de expertos).
Vulnerabilidad, fragilidad, sensibilidad, lenta	Presencia de hábitats, biotipos o especies sensibles,	Estudios de comunidades bentónicas en algunos sectores del área revelaron la existencia de gran diversidad de especies, con dominancia de esponjas y cnidarios y presencia de grupos vulnerables como

recuperación	frágiles o de lenta recuperación	octocorales, escleractinas coloniales e hidrocorales (Portela et al. 2010).
		Presencia de peces cartilaginosos. Ver “Relevancia según los objetos de conservación” página 66.
Productividad biológica	Áreas con especies, poblaciones o comunidades de productividad biológica superior	El área corresponde al frente oceánico del talud (Carranza et al. 2008). Constituye una zona particularmente productiva de la plataforma exterior cuyas surgencias de aguas ricas en nutrientes genera máximos de concentración de clorofila que alcanzan los 20mg/m ³ (García et al. 2008), con valores promedios para primavera y verano de 2,04 y 2,70 mg/m ³ respectivamente (Carranza et al. 2008).
Diversidad biológica	Área que contiene diversidad relativa superior de especies, ecosistemas o comunidades	La estratificación vertical propia del frente termohalino retiene el fitoplancton en la zona fótica, generando condiciones que sostienen una rica cadena trófica con presencia de especies de peces e invertebrados de interés comercial y predadores tope tales como mamíferos y aves marinas (Romero et al. 2006, Carreto et al. 2007, Falabella et al. 2009)
Naturalidad	Área con alto grado de	Área bajo explotación intensa.

	naturalidad por ausencia o bajo nivel de degradación antropogénic a	
--	---	--

Tabla 1(Fuente: Falabella, V. 2014.)

La distribución de vida en el mar

Para poder comprender la razón de ausencia o presencia de alta concentración de fitoplacton es importante conocer cuales son los parámetros principales para su desarrollo y como se distribuyen en los océanos.

“Si el océano fuese un medio uniforme la vida en el debería distribuirse homogéneamente” (Acha y Hermes, Mianzan, 2006 p.118)

Sin embargo no es así; el océano se encuentra estratificado tanto vertical como horizontalmente, posee distintas masas de agua con sus características físico-químicas que determinan las variables biológicas in situ.

Las masas de agua mas densas se encuentran en las profundidades desplazándose por debajo de las menos densas en orden ascendente. Esto genera un moviendo significativo de las aguas llamada circulación meridional fundamental para el equilibrio térmico de la tierra y redistribución de nutrientes, oxigeno, etc.

Esta densidad esta determinada principalmente por la temperatura y salinidad en función del volumen de agua, estas características pueden variar por mezclas o inductancia.

Otro factor influyente en la distribución de seres vivos es la incidencia de luz en la columna de agua, ya que es la luz solar lo que utiliza el fitoplacton para realizar los procesos fotosintéticos.

Las plantas, y dentro de ellas, el fitoplacton, son los únicos seres vivos autotrofos que mediante un proceso químico donde (organismos que poseen clorofila); mediante la absorción de luz combinado con elementos inorgánicos y agua, generan energía química y materia orgánica la cual utilizaran como alimento; este proceso es llamado fotosíntesis.

La luz solar viaja por el medio en forma de onda y experimenta diversos procesos con su interacción con el océano que modifican su longitud de onda tanto en la superficie (reflexión y refracción) y como en su viaje a las profundidades (dispersión y absorción).

Todas las afectaciones a la luz generan que sea mas tenue conforme aumenta la profundidad.

La mayor parte de los océanos son zonas afóticas y poco apropiados para el desarrollo de la vida vegetal, por ende es en la zona fótica donde se da el mayor desarrollo de ésta.

“Esta capa posee un espesor variable pero pequeño si se compara con las profundidades del océano promedio que es de 3800m. Mas aún, Sólo en una estrecha zona bordeando los continentes llega suficiente luz solar hasta el fondo como para permitir la existencia de grandes algas multicelulares que esten bien fijados al sustrato; en el resto del dominio Marino la la capa fótica extremadamente alejada del fondo sólo da cabida (a excepción de algas flotantes del tipo de los sargazos) a la existencia de

pequeñas algas planctónicas unicelulares denominadas en su conjunto fitoplacton.

La mayor producción vegetal del océano corresponde el fitoplancton, es el sostén principal de redes alimentarias del mar.

En la naturaleza la energía no puede volver a utilizarse enteramente dentro del ecosistema, hablamos por ello de flujos de energía como en el caso de la luz solar; la materia en cambio circula constantemente y por eso hablamos de ciclos de materia. Nos interesan en particular los ciclos de nutrientes, el otro insumo básico de la fotosíntesis.

Al igual que en el ecosistema terrestre, los nutrientes son puestos a disposición de las plantas por la acción de los microorganismos descomponedores como las bacterias, que transforman los desechos metabólicos y la materia muerta remineralizándolos.”(Acha M. y Hermes, Mianzan W. ,2006) Y también son integrantes de estos procesos el fitoplacton que procesan minerales para que puedan ser consumidos por otros seres vivos; ejemplo de estos procesos geoquímicos llevados a cabo por microorganismos que poseen clorofila es el ciclo del nitrógeno.

“La fuerza de gravedad determina que la regeneración de la mayoría de los nutrientes tenga lugar fuera de la región iluminada, esta situación en la mayor parte del océano hay pocos nutrientes donde hay luz y muchos donde hay oscuridad. Por tanto así donde existan mecanismos capaces de generar corrientes verticales que venzan la fuerza de gravedad y luz en las aguas ricas en nutrientes a la región iluminada prosperará la vida vegetal y con ella sus consumidores y los depredadores de estos.

Los frentes marinos son regiones del océano en los que existen diversos procesos que enriquecen con nutrientes la zona fótica. Aquí se dan las condiciones ideales para la alta producción biológica caracteriza la mayoría de los frentes.” (Acha y Hermes, Mianzan, 2006 p.118)

Los frentes marinos

“Las características del agua no varían gradualmente con la distancia existen enormes extensiones donde la temperatura y salinidad varía muy poco, dada por estrechas regiones donde los cambios horizontales son extremadamente bruscos; estas bandas delgadas se denominan frentes.

Los frentes marinos integran un grupo particular denominado ecosistemas de bordes, estos pueden ser estuarial, de mareas o de talud.

Un frente puede ser imaginado como el encuentro de dos masas de agua que presentan propiedades diferentes, frecuentemente una delgada línea de espuma y aglomeración de objetos flotantes trazan el contorno de estos encuentros(en este caso la existencia del frente se hace evidente al observador) que en la mayoría de los casos son masas de agua de diferentes densidades.

Los nutrientes son movidos a la superficie por distintos procesos que varían según la naturaleza de la región, y en ellos reside el origen de su alta productividad biológica.

La descarga de ríos en el océano, la convergencia de corrientes marinas y distintas fuerzas físicas como las mareas, el viento o el calentamiento solar, por sí solos o en combinación favorecen la formación de los frentes. Argentina tiene una plataforma continental extensa cerca de 1.000.000 de km². La plataforma continental es una suave planicie, continuación submarina del continente que desciende hasta los 200 de profundidad y a partir de allí el lecho Marino se precipita hasta alcanzar profundidades de 4.000/5.000 m. luego se encuentran las cuencas oceánicas contenedoras de los inmensos volúmenes acuáticos del océano abierto.

La corriente de las Malvinas transporta hacia el norte aguas frías y ricas en nutrientes. Esta corriente se desplaza a lo largo del talud continental generando un ecosistema de frente de talud.

Se extiende desde latitudes próximas al sur de tierra del fuego hasta la latitud de Mar del Plata o la desembocadura del Río de la Plata.

Al observar imágenes satelitales se evidencia el contraste de la corrientes continentales con la de las Malvinas, y al ascender a la capa fótica esta corriente portadora de nutrientes genera una significativa afloración de fitoplacton conlleva a grandes concentraciones de zooplacton.”

(Acha M. y Hermes, Mianzan W. ,2006)

Las corrientes del Mar Patagónico

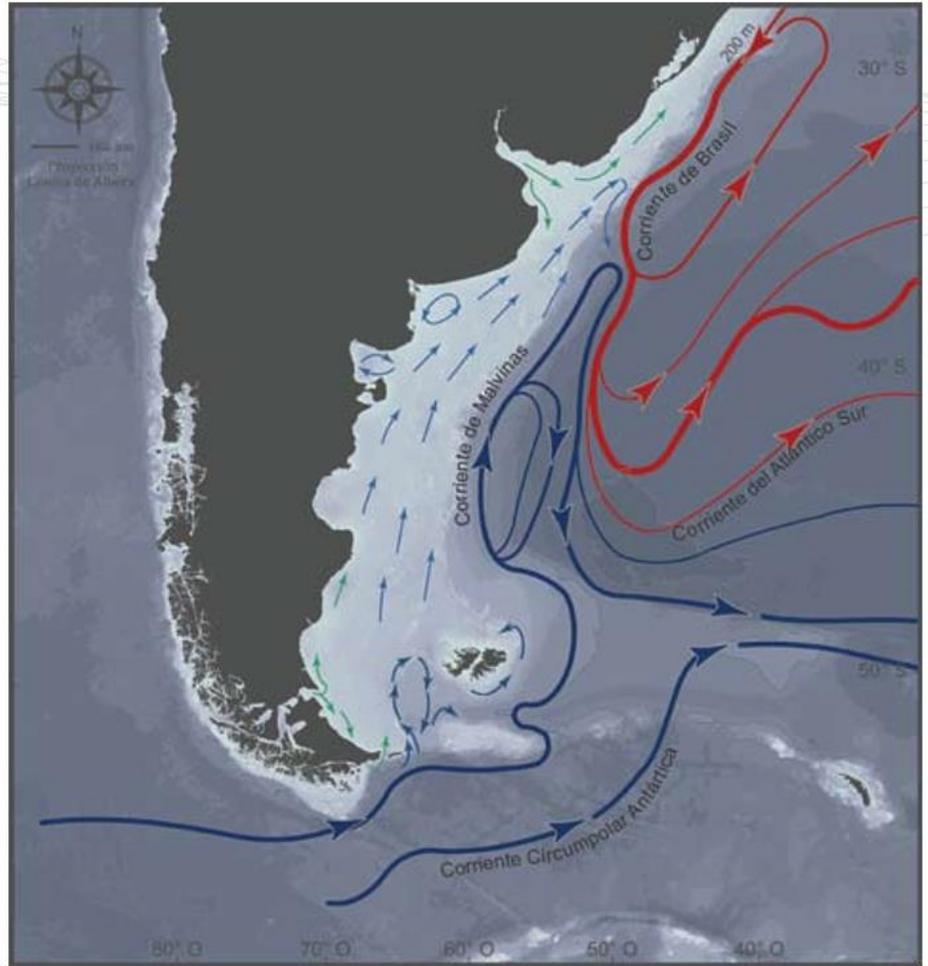


Figura 3. Descripción de corrientes del mar patagónico. (Fuente: Mapa adaptado de Piola y Matano 2001)

“ La corriente de Malvinas nace del brazo norte de la corriente Circumpolar Antártica y al atravesar el Pasaje de Drake se bifurca. La rama principal se desplaza bordeando el talud continental, trasladando aguas frías y ricas en nutrientes hacia el Norte. La rama oeste contribuye a formar la corriente Costera Patagónica que circula hacia el Norte sobre la plataforma

continental y traslada aguas frías subantárticas y de baja salinidad por el aporte de aguas continentales. La corriente de Brasil ingresa al sistema desde el Norte hasta encontrarse frontalmente con la corriente de Malvinas en la llamada Zona de Confluencia. El choque de masas de aguas diferentes genera intensos gradientes térmicos y salinos y la formación de remolinos y frentes productivos.” (Piola y Farabella, 2009 p.60)

Velocidad de las corrientes

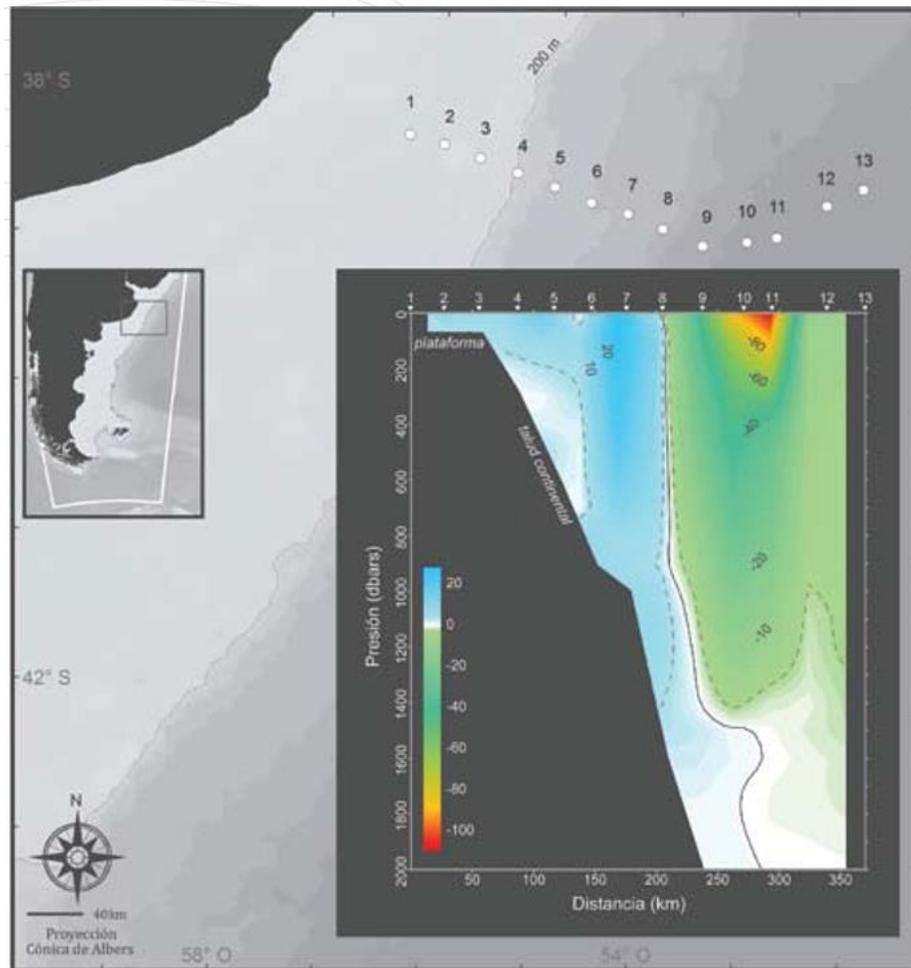


Figura 4. Velocidad de las corrientes (Fuente:Piola y Farabella 2009)

“En el gráfico puede observarse una sección de velocidad de las corrientes marinas (en cm/s) sobre la plataforma exterior y el talud continental a una

latitud cercana a los 38 -39°S. Los colores celestes representan flujo hacia el Norte (valores positivos), asociado a la corriente de Malvinas. Los colores verde-amarillo-rojo (valores negativos) representan flujo hacia el Sur, asociado a la corriente de Retorno de Malvinas y a la corriente de Brasil. El intervalo entre contornos es 10 cm/s, excepto por los contornos en línea de guiones que corresponden a ± 3 cm/s. El contorno más grueso (0 cm/s) es la transición entre flujo hacia el Norte y hacia el Sur. El mapa de fondo muestra la localización de la sección de estaciones oceanográficas (círculos blancos) empleadas para estimar la velocidad.”

(Piola y Farabella, 2009 p.61)

[métodos utilizados para obtener la información](#)

Sensor MODIS AQUA

En este trabajo se investiga la zona donde se observa la mayor concentración de floración de clorofila al norte de las Islas Malvinas. Mediante el análisis de los valores observados de las imágenes y diagramas de hovmoller, obtenidos por el sensor MODIS AQUA accediendo a través del programa Giovanni, desarrollado por la N.A.S.A.,GoddardEarthSciences Data and InformationServices Center (GES DISC).

El MODIS (o espectroradiómetro de imágenes de resolución moderada) es un instrumento a bordo de los satélites Terra (EOS AM) y Aqua (EOS PM). La órbita de Terra alrededor de la Tierra está programada para que pase de norte a sur a través del ecuador por la mañana, mientras que el Aqua pasa de sur a norte por el ecuador por la tarde. Terra MODIS y Aqua MODIS visualizan toda la superficie de la Tierra cada 2 días, adquiriendo

datos en 36 bandas espectrales. Estos datos permiten una mejor comprensión de la dinámica global y los procesos que ocurren en la tierra, en los océanos y en la atmósfera inferior.

El sensor recibe la reflexión de las longitudes de onda de los objetos con su respectiva firma espectral, de esta manera identifica los distintos elementos (agua, tierra, clorofila, etc.)

Características del MODIS:

Órbita: 705 km, nodo descendente 10:30 a.m. (Terra) o nodo ascendente 1:30 pm (Aqua), sincrónico al sol, casi polar, circular

Velocidad de escaneo: 20.3 rpm, cross track

Dimensiones de la franja: 2330 km (pista transversal) por 10 km (a lo largo de la pista en el nadir)

Telescopio: 17,78 cm de diámetro. fuera del eje, afocal (colimado), con parada de campo intermedia

Tamaño: 1.0 x 1.6 x 1.0 m

Peso: 228.7 kg

Potencia: 162,5 W (promedio de órbita única)

Velocidad de datos: 10,6 Mbps (pico durante el día); 6.1 Mbps (promedio orbital)

Cuantización: 12 bits

Resolución espacial: 250 m (bandas 1-2), 500 m (bandas 3-7), 1000 m (bandas 8-36) Vida útil: 6 años

USO	BANDA	ANCHO DE BANDA *1	RESPLANDOR ESPECTRAL *2	SNR REQUERIDO *3
Color del océano/fitoplacton/biogeoquímica.	8	405-420	44,9	880
	9	438-448	41,9	838
	10	483-493	32,1	802
	11	526-536	27,9	754
	12	546-556	21,0	750
	13	662-672	9,5	910
	14	673-683	8,7	1087
	15	743-753	10,2	586
	16	862-877	6,2	516

*1	Bandas de 1 a 19 están en nm; las bandas de 20 a 36 están en μm
*2	Los valores de radiancia espectral son $(\text{W} / \text{m}^2 \cdot \mu\text{m} \cdot \text{sr})$
*3	SNR = Relación señal / ruido

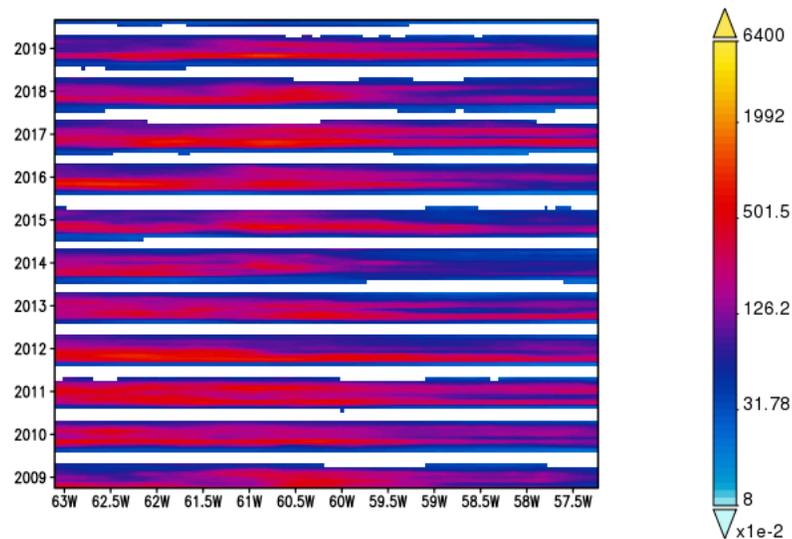
Información extraída de

<https://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>

Resultados obtenidos.

Este gráfico de Hovmöller nos brinda el promedio de clorofila sobre la latitud en relación a un periodo de tiempo.

El diagrama tiene las longitudes de 63W a 57.5W en el eje de las abscisas y en el eje ordenado el periodo de tiempo de 2009 a 2019.



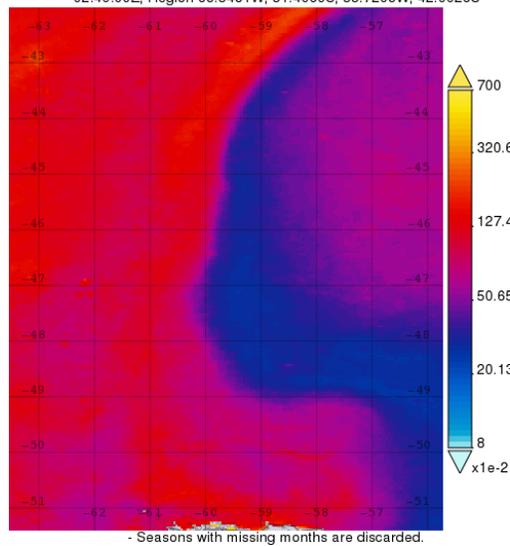
Mediante el diagrama de Hovmöller se puede observar la alta concentración de clorofila en las longitudes de 63w y 59w, vale destacar que esos grados se encuentran abarcando el área al norte de las Islas Malvinas dentro del área de investigación.

En los periodos de verano y primavera se dan las mayores concentraciones de clorofila. En los meses de otoño los valores disminuyen y en invierno los valores son casi nulos por la intensa presencia de nubes.

Imágenes satelitales de la concentración de clorofila para un periodo de 10 años, en el área comprendidas de las latitudes 51S a 43S y longitudes 63W a 57W, por estaciones del año: otoño, invierno, primavera y verano.

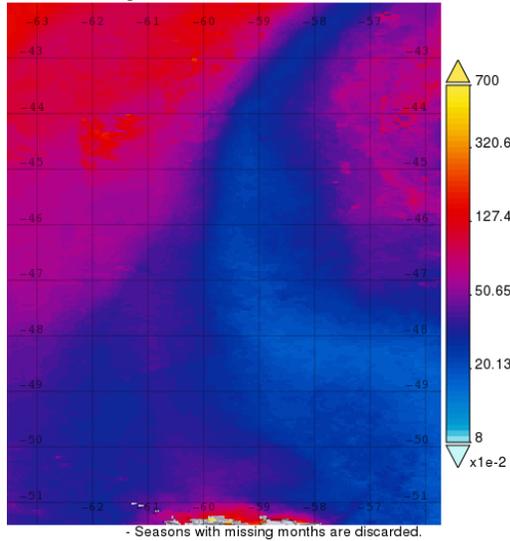
otoño

MAM months (2009-03-01 00:40:01Z - 2019-06-01 02:40:00Z)
Average Chlorophyll a concentration monthly 4 km [MODIS-Aqua MODISA_L3m_CHL v2018] mg m⁻³ for MAM months 2009-03-01 00:40:01Z - 2019-06-01 02:40:00Z, Region 63.5431W, 51.4069S, 55.7208W, 42.0026S



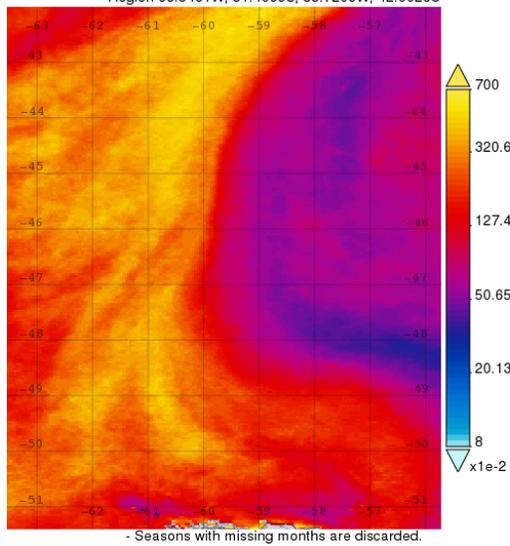
Invierno

JJA months (2009-06-01 00:05Z - 2019-09-01 02Z)
Average Chlorophyll a concentration monthly 4 km [MODIS-Aqua MODISA_L3m_CHL v2018] mg m⁻³ for JJA months 2009-06-01 00:05Z - 2019-09-01 02Z,
Region 63.5431W, 51.4069S, 55.7208W, 42.0026S



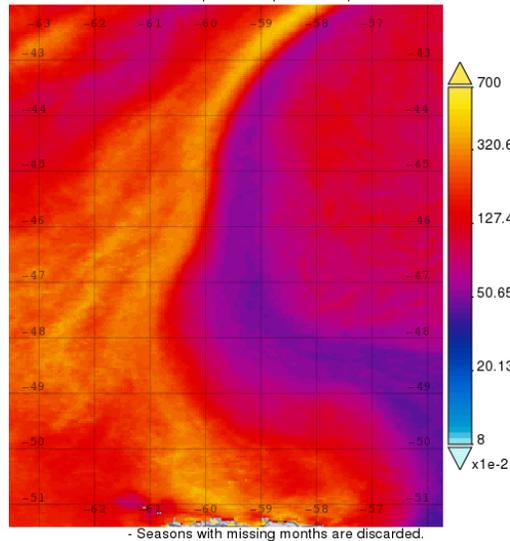
Primavera

SON months (2009-09-01 00:25Z - 2019-10-01 02Z)
Average Chlorophyll a concentration monthly 4 km [MODIS-Aqua MODISA_L3m_CHL v2018] mg m⁻³ for SON months 2009-09-01 00:25Z - 2019-10-01 02Z,
Region 63.5431W, 51.4069S, 55.7208W, 42.0026S



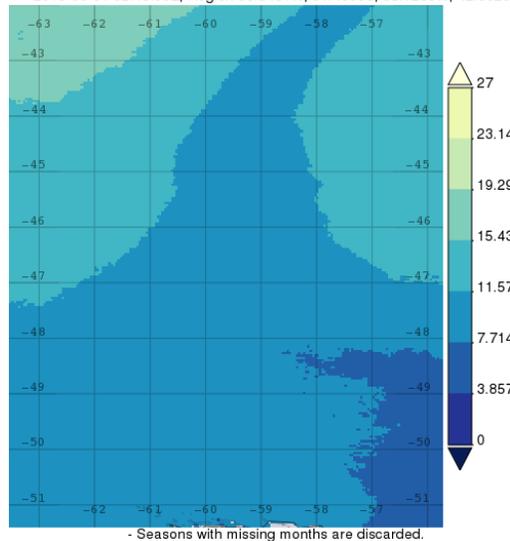
Verano

DJF months (2008-Dec - 2019-03-01 02:20:00Z)
Average Chlorophyll a concentration monthly 4 km [MODIS-Aqua MODISA_L3m_CHL_v2018] mg m-3 for DJF months 2008-Dec - 2019-03-01 02:20:00Z, Region 63.5431W, 51.4069S, 55.7208W, 42.0026S

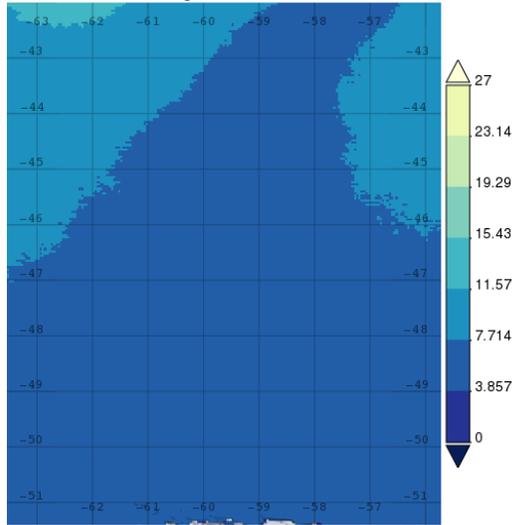


Imágenes de temperatura anual superficial de día en el área, para un periodo de 10 años, comprendidas de las latitudes 51S a 43S y longitudes 63W a 57W, por estaciones del año: otoño, invierno, primavera y verano.

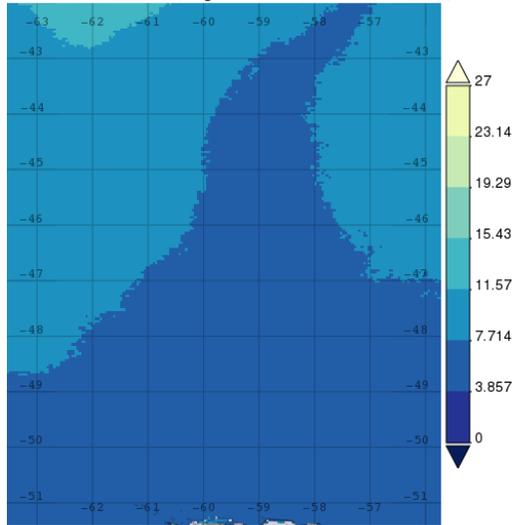
MAM months (2009-03-01 00:40:08Z - 2019-06-01 02:40:00Z)
Average Sea Surface Temperature at 11 microns (Day) monthly 4 km [MODIS-Aqua MODISA_L3m_SST_v2014] C for MAM months 2009-03-01 00:40:08Z - 2019-06-01 02:40:00Z, Region 63.5431W, 51.4069S, 55.7208W, 42.0026S



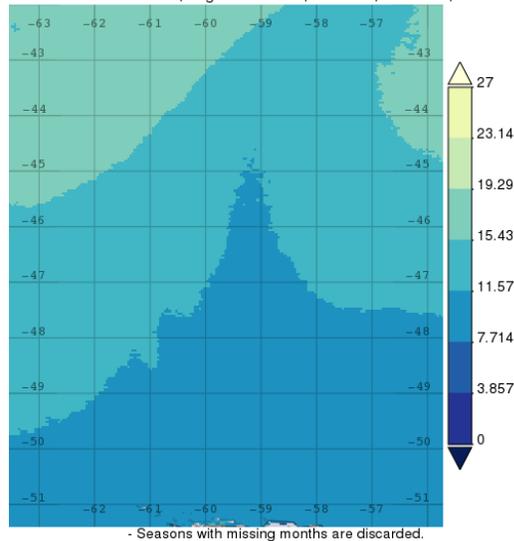
JJA months (2009-06-01 00:05:07Z - 2019-09-01 02Z)
Average Sea Surface Temperature at 11 microns (Day) monthly 4 km [MODIS-Aqua MODISA_L3m_SST v2014] C for JJA months 2009-06-01 00:05:07Z - 2019-09-01 02Z, Region 63.5431W, 51.4069S, 55.7208W, 42.0026S



SON months (2009-09-01 00:25:07Z - 2019-11-01 02:35:00Z)
Average Sea Surface Temperature at 11 microns (Day) monthly 4 km [MODIS-Aqua MODISA_L3m_SST v2014] C for SON months 2009-09-01 00:25:07Z - 2019-11-01 02:35:00Z, Region 63.5431W, 51.4069S, 55.7208W, 42.0026S



DJF months (2008-12-01 00:00:06Z - 2019-03-01 02:20:00Z)
Average Sea Surface Temperature at 11 microns (Day) monthly 4 km [MODIS-Aqua MODISA_L3m_SST v2014] C for DJF months 2008-12-01 00:00:06Z -
2019-03-01 02:20:00Z, Region 63.5431W, 51.4069S, 55.7208W, 42.0026S



Análisis de los resultados.

Se puede observar como varían los valores de concentración de clorofila según las estaciones del año.

En otoño las temperaturas superficiales son predominantemente de 11°C, se presentan rasgos notables de la corriente de Malvinas que acompaña el contorno del talud y se aproxima a la superficie, al NO se muestra la incidencia de aguas de la plataforma con valores de 20°C y al SE las corrientes de las Malvinas con 7.0°C más frías por proximidad a su desprendimiento de la corriente circumpolar antártica.

La concentración de clorofila se da entre 50 mg m y 127 mg m, al desplazarse al E de las Islas Malvinas donde comienzan las grandes profundidades y se intensifica la corriente de las Malvinas disminuyendo notablemente a los valores de la concentración a 18mg m.

En el invierno las temperaturas superficiales ya son mas bajas por un conjunto de fenómenos; entre ellos, el cambio de la incidencia de los rayos de luz solar y desplazamiento de los anti ciclones a latitudes más bajas permitiendo que masas de aire mas frías llegar a latitudes de Mar del Plata. La temperatura predominante es de 7 °C, las aguas continentales casi no se registran.

En esta época del año se dan los registro mas bajos de clorofila son al rededor de 20mg m, sin embargo en el área de estudio se presentan valores superiores como ser 50 mg m.

En verano los anti ciclones vuelven a descender y con ellos temperaturas mas elevadas, acompañados de la incidencia mas directa de los rayos del sol sobre la superficie.

El ecosistema de frente de talud incrementa significativamente la presencia de clorofila ya que se da la mezcla de las corrientes cálidas del Brasil con presencia de clorofila con las aguas ricas en nutrientes de las corrientes de las Malvinas. Se registran valores desde 55 mg m hasta 700mg m.

Finalmente en la primavera se observan temperaturas superficiales 8°C y la productividad de clorofila se encuentra en la cúspide de sus valores siendo de 700 mg m al lado oeste de la corriente de las Malvinas y hacia el oeste valores de 127mg m.

Conclusión.

El océano Atlántico sud-occidental es posee varios focos de alta productividad biológica, inclusive es uno de los sistemas mas productivos del mundo.(Piola y Farabella, 2009)

Dentro de esos focos, el área de estudio de coordenadas 51° 00 S 63°00 W, 48°00 S 62°00W - 48°00 S 57°00 W, 51° 00 S 57°00 W al norte de las islas de Malvinas que se encuentra comprendida dentro del ecosistema de frente de talud; registra valores significativos de clorofila todo el año.

A pesar de ser en primavera y verano los mayores valores registros de clorofila, en otoño e inclusive invierno se continúan registrando valores de 127mg/m.

Se observa que las condiciones físicas (temperatura, salinidad, presión, luz) y químicas (presencia de nutrientes) de los océanos determinan las variables de productividad biológicas. (Caballero, J *Analisis de la distribución de peces teleósteos marinos de Uruguay*. Facultad de ciencias, Montevideo.)

Recomendaciones

Investigar la razón de afloramiento continuo en el área de observación de este trabajo.

Investigar si existe una relación entre la aproximación a la superficie de la corriente de las Malvinas y la plataforma de las Islas Malvinas.

Continuar con investigaciones para apoyar con datos científicos el argumento para la protección de esta área de valor de importancia biológica y ecológica, procurando tomar acciones para su preservación.

Biografía

1. Falabella, V. 2014. Identificación de áreas de alto valor de conservación como potenciales áreas marinas protegidas. Informe elaborado durante la fase preparatoria del Proyecto GEF 5112FAO-Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
2. Ciencia hoy, volumen 16 numero 92 abril mayo 2006, e Marcelo Acha y Hermes w Mianzan. Oasis en el océano: los frentes costeros.
3. Ciencia hoy, volumen 19 numero 114 diciembre 2009- enero 2010 b franco, a. rivas, a. piola, e. palma. La corriente de las Malvinas, ramas y frentes oceánicos en el mar patagónico.
4. El Mar Patagónico, A. R. Piola y V. Falabella

Webgrafía

1. Fitoplancton en el Mar Argentino,
<https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Extincion.htm>, 26 de Noviembre de 2013.
2. Áreas Marinas Protegidas (AMP),
<https://www.ccamlr.org/es/science/%C3%A1reas-marinas-protegidas-amp>, 13 de agosto de 2018.

3. Sistema nacional de áreas marítimas protegidas, bases para su puesta en funcionamiento, <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/agua/areas-marinas-protegidas>.

4. <https://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>

5. especificaciones del MODIS AQUA

<https://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>